


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Інститут модернізації змісту освіти
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, ТЕХНІЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

МАТЕРІАЛИ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Івано-Франківськ, 2022

**Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ УЧЕНИХ І СТУДЕНТІВ**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ,
ТЕХНІЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ»**

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**13 ЖОВТНЯ
Івано-Франківськ-2022**

Підготовлено та рекомендовано до друку організаційним комітетом
Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів
«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, ТЕХНІЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ»

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

голова

Мпндрик О. М. перший проректор ІФНТУНГ

заступник голови

Лютак І. З. директор інституту інформаційних технологій ІФНТУНГ

члени комітету

Горбійчук М. І. завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ІФНТУНГ

Заміховський Л. М. завідувач кафедри інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем ІФНТУНГ

Мельничук С. І. завідувач кафедри комп'ютерних систем і мереж ІФНТУНГ

Олійник А. П. завідувач кафедри прикладного програмування та обчислення ІФНТУНГ

Райтер П. М. завідувач кафедри енергетичного менеджменту та технічної діагностики

Середюк О. Є. завідувач кафедри метрології та інформаційно-виміральної техніки ІФНТУНГ

Шекета В. І. завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення ІФНТУНГ

секретаріат

комітету

Бандура В. В. доцент кафедри інженерії програмного забезпечення, ІФНТУНГ

Заячук Я. І. доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж, ІФНТУНГ

ЗМІСТ

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

<i>М. В. Шавранський, Ю. О. Бучковська</i>	Актуальність створення інтелектуальної автоматизованої системи керування процесом шарошечного буріння	13
<i>Г. Г. Зварич</i>	Автоматизована обробка геолого-технологічної інформації про процес буріння свердловини	15
<i>М. В. Шавранський, В. І. Волочій</i>	Моделювання та ідентифікація процесу гідроочистки палива	17
<i>М. М. Цицик</i>	Онлайн-моніторинг споживання енергетичних ресурсів під час навчального процесу	19
<i>М. В. Шавранський, М. В. Кикавець</i>	Керування процесом каталітичногориформінгу. Аналіз проблеми	20
<i>Г. Г. Зварич, Н. В. Пиль</i>	Застосування fuzzy-logic для контролю та регулювання процесів ошадного електроспоживання	22
<i>М. В. Шавранський, Х. С. Кім</i>	Аналіз підходів до моделювання та ідентифікації нечітких динамічних систем	24
<i>Я. І. Заячук</i>	Багатопроекторна система на основі технології GigabitEthernet	27
<i>В. М. Шавранський, А. В. Маляр</i>	Логіко-лінгвістична fuzzy- модель ускладнень, що виникають у процесі буріння нафтогазових свердловин	29
<i>Г. Г. Зварич, М. М. Цицик</i>	Алгоритми ідентифікації хаотичних послідовностей за допомогою показника Херста	31
<i>М. В. Шавранський, С. М. Руцак</i>	Аналіз стану проблеми автоматизованого управління процесу формування складних профілів нафтогазових свердловин	33
<i>Н. В. Пиль, Г. Г. Зварич</i>	Результати аналізу статистичних характеристик моменту на долоті при бурінні свердловин електробурами	35

<i>М. В. Шавранський, М. Т. Яцура</i>	Автоматизована система процесу буріння свердловин із складною траєкторією	37
<i>В. С. Борин, Р. М. Лециій</i>	Автоматизація технологічного процесу низькотемпературної сепарації газу	39
<i>В. С. Борин, А. І. Димкар</i>	Експериментально-аналітичне обґрунтування автоматизації керування температурно-вологісними режимами холодильного зберігання плодоовочевої продукції	41
<i>М. І. Горбійчук, Н. Т. Лазорів, А. М. Лазорів</i>	Автономна система автоматичного керування температурним режимом муфельної печі	42
<i>В. С. Борин, М. М. Лазорів</i>	Автоматизоване управління газоперекачувальним агрегатом на базі мікропроцесорної системи обробки технологічної інформації	45
<i>М. І. Горбійчук, Н. Т. Лазорів</i>	Емпіричні моделі муфельних печей	47
<i>М. І. Козуляк, О. Р. Корчинський</i>	Розроблення цифрових двійників об'єктів керування на PLC	49
<i>В. М. Кулаківський, О. М. Давидов</i>	Використання рекурсивної маршрутизації для резервування та балансування навантаження між каналами на прикладі локальної обчислювальної мережі ІНМ НАН України	51
<i>В. Ю. Денисюк, Л. О. Гуменюк</i>	Автоматизована система управління кліматичними випробуваннями гумотехнічних виробів	54
<i>О. Л. Кайдик, Т. В. Терлецький, О. С. Меус</i>	До питання біометричної автентифікації	56
<i>В. О. Лось</i>	Синтез нечіткого регулятора для системи автоматичного регулювання тиску в ректифікаційній колоні	58
<i>А. О. Соломчак, М. Я. Николайчук</i>	Вдосконалення алгоритмів керування статичними компенсаторами реактивної потужності (постановка задачі)	60
<i>Т. В. Терлецький, О. Л. Кайдик</i>	Особливості автоматизації проектування CCTV	61

<i>І. Р. Бабінський, О. В. Кучмистенко</i>	Автоматизація процесу перемішування реакційної суміші	63
<i>В. С. Борин, А. А. Ікалюк</i>	Оптимізація процесу піролізу етилену	64
<i>В. П. Гавриляк, О. В. Кучмистенко</i>	Методи багатокритеріального вибору та прийняття рішень при управлінні технологічними агрегатами	66
<i>Т. В. Гуменюк, А. Л. Гуменюк</i>	Зв'язок бази даних комплексу СКУБ-М2 з програмним модулем оптимального керування процесу поглиблення свердловин	68
<i>В. С. Борин, А. А. Ікалюк</i>	Автоматизоване управління етиленовим піролізним реактором	73
<i>М. М. Квасній, Г. І. Клим</i>	Спеціалізований метеодрон для збору та аналізу мікрокліматичних параметрів	75
<i>В. С. Борин, Р. В. Саведчук</i>	Синтез модального регулятора багатовимірної системи управління	77
<i>М. П. Котовський, Л. І. Фешанич</i>	Використання автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії для підвищення ефективності енерговикористання в НЕК «УКРЕНЕРГО»	79
<i>Л. М. Маркіна</i>	Особливості автоматизації водно-теплової обробки при виробництві спирту	81
<i>В. С. Борин, О. Б. Цимбаліста</i>	Синтез регулятора стану для дискретної у часі системи модального управління	82
<i>В. М. Мартинів, Л. І. Фешанич</i>	Дослідження реактора-полімеризатора як об'єкта автоматизації	84
<i>Б. В. Пашковський, В. Р. Кропивницький</i>	Аналіз архітектури інтегратора оптимізаційної задачі процесу компримування природного газу в умовах невизначеності	86
<i>В. В. Мельничук, Л. І. Фешанич</i>	Дослідження технологічного процесу виробництва етанолу гідрацією етилену	88
<i>М. В. Павлюк, О. В. Кучмистенко</i>	Автоматизація процесу гідролізу целюлозного субстрату	90

<i>І. І. Чигур, М. В. Кузьмін</i>	Тенденції розвитку систем передачі даних для процесів автоматичного керування	92
<i>М. Ю. Чернишов</i>	Розробка нейромережі нагнітача гпа у середовищі matlab	94
<i>І. І. Чигур, І. В. Коломієць</i>	Нейромережі в завданнях розпізнавання образів при бурінні свердловин	96
<i>М. Ю. Чернишов, О. І. Кульбаба</i>	Spring boot один з кращих java frameworks для мікрокосервісів в 2022 році	98
<i>Д. Р. Кропивницький</i>	Взаємозв'язок кутової швидкості асинхронного двигуна та тиску промивальної рідини при ГВД-бурінні	100
<i>В. О. Косенчук, Л. Ю. Федік</i>	Використання веб протоколів для зв'язку	102
<i>Л. М. Заміховський, С. Б. Стецюк</i>	Дослідження діагностичної ознаки технічного стану долота в процесі буріння свердловин	105

Інформаційно-вимірювальні технології та енергетичний менеджмент

<i>А. В. Кульчак, Я. І. Заячук</i>	Буфер змінного розміру модифікованого UDP-протоколу	107
<i>В. Б. Білицук, М. О. Федюшкін</i>	Віртуальне моделювання приладів	109
<i>В. І. Стапай, Я. І. Заячук</i>	Порівняння систем моніторингу та управління мережевим трафіком	111
<i>М. В. Шавранський, М. Р. Тимофіїв</i>	Комп'ютерний тренажер для керування установками розділення вуглеводнів	113
<i>А. І. Бойчук, Я. І. Заячук</i>	Протокол маршрутизації LEACH для безпроводних мереж	115
<i>А. М. Топалов</i>	Аналіз мікроелектронних цифрових пристроїв збору обробки і передачі даних в робототехнічних системах	117
<i>Р. І. Петришин, В. І. Шекета та ін.</i>	Вбудовані розумні системи підтримки користувачів на основі сенсорів	119
<i>Л. О. Махович, О. С. Кривитський</i>	System design for manufacturing flexible printed boards	121

<i>І. В. Фабуляк, Н. М. Піндус</i>	Розроблення лабораторного стенду для метрологічного дослідження турбінного лічильника води	123
<i>В. Ю. Денисюк</i>	Інформаційно-вимірювальні технології налагодження та калібрування приладів активного контролю	124
<i>В. В. Ільницький, Л. А. Витвицька</i>	Удосконалення системи блокування руху автомобіля при підвищеному вмісті алкоголю у організмі водія	127
<i>М. Ф. Богомолов, А. А. Троц, В. П. Симонюк</i>	Анемометр доплерівський лазерний	129
<i>В. В. Ткачук, О. Є. Середюк</i>	Дослідження впливу теплофізичних характеристик газового середовища на чутливість термоанемометричного перетворювача	131
<i>Р. В. Шмагайло, М. А. Кононенко</i>	Розроблення пристрою для вимірювання ємності LI-ION акумуляторів на базі мікроконтролера PIC16F873A-I/P	133
<i>Б. М. Бойчук, В. Б. Боднарук, С. І. Мельничук</i>	Однофакторна авторизація на основі одноразового аудіопароля з обмеженням терміном дії	135
<i>А. І. Дарміць, В. Б. Кропивницька</i>	Експериментальна модель автономної сонячної електростанції з системою стеження за сонцем	137
<i>Т. В. Терлецький, О. Л. Кайдик та ін.</i>	Про вибір методу прогнозування зміни похибки ЗВТ	139
<i>В. Б. Катамай, О. Є. Середюк</i>	Дослідження впливу вагових коефіцієнтів по кількості лічильників при розробленні статистичних моделей зміни похибки побутових лічильників газу від виміряних об'ємів газу	141
<i>А. Д. Койляк, С. В. Яковин, С. І. Мельничук</i>	Однофакторна безпарольна авторизація користувача на базі комунікаційних каналів мобільного зв'язку	144
<i>О. В. Мойсеєнко</i>	Удосконалення методики тестування складних комп'ютерних систем	146

<i>Д. Л. Федорович, Г. І. Клим</i>	Проектування та дослідження віртуального голосового асистенту	149
<i>О. С. Назарова, Б. В. Васильєв</i>	Нечітка логіка в системі моніторингу та діагностики електромеханічних процесів стану холодної прокатки	151
<i>В. І. Грабовський, Г. І. Клим</i>	Система для підвищення продуктивності накопичення енергії сонячних панелей	153
<i>Ю. Й. Стрілецький</i>	Розробка інформаційного сигналу для дослідження спектру імпедансів на границі розділу провідних середовищ	155

Інформаційні технології в навчальному процесі

<i>R. Khrabatyn, V. Vandura та ін.</i>	Technologies for designing and programming big data in E-Learning	157
<i>В. Д. Мельник, В. І. Шекета та ін.</i>	Ефективність інтеграції мультимедійних даних в функціональну структуру експертної системи	159
<i>А. С. Тисяк, Н. М. Піндус</i>	Метрологічне дослідження систем чпк як сукупності технічних і програмних засобів	161
<i>М. І. Козутяк, В. С. Борин, Р. М. Лецій</i>	Інноваційні технології практичної підготовки фахівців з автоматизації	162
<i>Ю. Ю. Семчишин, Р. Б. Вовк</i>	Використання методологій Scrum і Kanban для управління проектами розробки програмного забезпечення	164
<i>Є. П. Вітер, С. А. Чеховський, Н. М. Піндус</i>	Розроблення та метрологічне дослідження пристрою ідентифікації особи за відбитком пальця	166
<i>М. І. Козутяк, Т. А. Артим</i>	Універсальна платформа для синтезу цифрових двійників об'єктів керування	167
<i>Yu. V. Savka, L. V. Krupnyak та ін.</i>	The use of distance learning technologies in institutions of higher education: content, purposes and tasks	169
<i>С. Ю. Іванович, Р. Б. Вовк</i>	Системний аналіз та вибір інструментів для менеджменту проєктів програмного забезпечення	172

<i>А. І. Балан, Р. Б. Вовк</i>	Роль бізнес-аналітика в управлінні проектами розробки програмного забезпечення	174
<i>Р. А. Калічин</i>	Аналіз процесу автоматизації телеграм-ботів мовою програмування python	176
<i>Б. В. Шиманський</i>	Використання Discord в якості освітньої платформи дистанційного навчання	178
<i>О. В. Соломчак, А. І. Бандура</i>	З досвіду викладання дисципліни "Комп'ютерні технології в електроенергетиці"	179
<i>В. М. Гарасимів</i>	Основи створення фреймворку для автоматизованого тестування веб-додатків із використанням мови програмування java	180
<i>М. Ю. Чернишов, В. М. Юрчишин</i>	Особливості застосування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень	182
<i>І. І. Мислюк, Т. В. Гуменюк</i>	Застосування інформаційних технологій в навчальному процесі університетів	184
<i>Т. О. Староста, В. Б. Кропивницька</i>	Порівняльний аналіз систем дистанційного вивчення іноземної мови	187

Математичне моделювання та обчислювальні методи

<i>Н. І. Горват, Я. І. Заячук</i>	Визначення ефективності багатопроекторної системи	189
<i>М. І. Когутяк, Р. М. Пиц</i>	Моделювання температурного режиму печі термічної обробки металів	191
<i>М. В. Шавранський, І. І. Кустрин</i>	Модель розпізнавання ускладнень процесу буріння	193
<i>Г. Д. Матеїк, Р. О. Мандрик</i>	Математична модель процесу низько-температурної сепарації	195
<i>М. І. Когутяк, Р. В. Саведчук</i>	Цифрова модель сепаратора нафти	197
<i>С. Р. Бухвак, Я. І. Заячук</i>	Визначення найкоротшого маршруту для робота на рухомій колісній платформі	199
<i>В. В. Кобрій, М. І. Когутяк</i>	Математична модель зерносушильного агрегату	201

<i>В. С. Борин, О. Р. Андрусяк</i>	Використання інформаційних технологій для імітаційного моделювання контуру регулювання параметру технологічного апарату	203
<i>Д. О. Мосюк, Т. Г. Гарасимів</i>	Аналіз інтерфейсів програм для читання книг на компютері	204
<i>М. В. Шавранський, В. М. Шавранський</i>	Формування шкал лінгвістичних термів для вхідних сигналів нечітких пристроїв контролю параметрів процесу буріння	206
<i>Р. В. Дячок, Г. І. Клим</i>	Метод очищення мережевих даних на базі технології інтелекту	209
<i>Ю. С. Лапченко</i>	Математичне моделювання електромагнітних процесів в індукторах	211
<i>І. І. Яремак, Р. О. Яремак</i>	Математична модель енергоефективності синхронного електропривода насосного агрегата на засадах системного підходу	213
<i>Т. Г. Гарасимів</i>	Прогнозування числових послідовностей	215
<i>В. Б. Закальницький, О. В. Кучмистенко</i>	Аналіз математичні моделі технологічного процесу суспензійної полімеризації стиролу	217
<i>В. Б. Кропивницька, Д. М. Магас</i>	Вибір моделі розрахунку залишкового терміну експлуатації (RUL) у середовищі Matlab	219
<i>В. М. Ошур, О. В. Кучмистенко</i>	Ідентифікація та математичне моделювання екстрактора безперервної дії	221
<i>В. В. Сеньків, Т. Г. Гарасимів</i>	Порівняльний аналіз моделей для прогнозування числових рядів	223
<i>С. М. Лунів, О. В. Кучмистенко</i>	Ідентифікація основних вхідних і вихідних параметрів реактора синтезу метанолу	225
<i>В. С. Шевчук, Г. І. Клим</i>	Дослідження методів опрацювання метеорологічних даних на обмеженій ділянці	227
<i>Т. Б. Ярич, О. В. Кучмистенко</i>	Ідентифікація та математичне моделювання процесу ректифікації	229

Промислові комп'ютерні системи

<i>С. М. Бабчук, О. А. Забачинський, І. С. Бабчук</i>	Система виявлення та запобігання засипання водія автомобіля	231
<i>Р. В. Маліновський, І. З. Мануляк</i>	Актуальні проблеми використання інформаційних технологій в логістиці перевезення вантажів	232
<i>С. М. Бабчук, П. І. Андрейченко, І. С. Бабчук</i>	Визначення напрямку вдосконалення систем управління LED екранами з рухомих рядком	234
<i>Л. М. Заміховський, А. О. Ольховський</i>	Лабораторний стенд дослідження релейного модуля та давачів звуку та нахилу на базі апаратних засобів Arduino	235
<i>Б. М. Богайчук, С. В. Зікратий</i>	Алгоритм розпізнавання автомобільних номерних знаків	237
<i>М. Я. Николайчук</i>	Методика організації лабораторного практикуму «технології і засоби проектування систем управління»	239
<i>О. Я. Лесейко, С. В. Зікратий</i>	Побудова нейромережі для ідентифікації елементів одягу на зображенні з використанням сервісу Google Colab	241
<i>Л. І. Лагойда, А. С. Сушко</i>	Розробка система керування реактором у процесі каталітичного крекінгу із псевдозрідженим шаром каталізатора	243
<i>А. І. Лагойда, В. Д. Мельник</i>	Розробка системи керування трубчастою піччю блоку стабілізації установки каталітичного риформінгу	245
<i>І. З. Лютак, З. П. Лютак, А. В. Хамурда, О. С. Федьків</i>	Автоматизована система погашення рівня шумів у дефектоскопах	247
<i>В. В. Благий, Ю. В. Паньків, Х. В. Паньків</i>	Дослідження програмних продуктів з відкритим кодом для побудови систем керування «розумним будинком»	248

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ
ТЕХНОЛОГІЇ**

АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ШАРОШЕЧНОГО БУРІННЯ

М.В. Шавранський, Ю.О. Бучковська

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavranskyy@gmail.com*

У контексті сучасного економічного розвитку України та зарубіжних країн велике значення має модернізація, підвищення ефективності та наукомісткості промислових технологій. Особливе місце в гірничодобувній, нафтогазовій та будівельній промисловості займають підприємства, які широко використовують різні технології буріння, тому проблема підвищення ефективності керування процесом буріння актуальна для цієї галузі. Найбільшого поширення набув шарошечний спосіб буріння, яким виконується до 85% всіх обсягів робіт. Буріння є трудомістким та дорогим технологічним процесом, тому задача підвищення якості керування цим процесом нерозривно пов'язана з оцінкою його ефективності. В даний час управлінню процесом буріння присвячено велику кількість праць як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. Ними запропоновані аналітичні залежності, засновані на статистичній інформації, для розрахунку значень режимних параметрів буріння.

При невстановлених режимах експлуатації техніки підвищуються вимоги до оптимального керування та ефективності технологічного процесу. Процес шарошечного буріння характеризується високим ступенем невизначеності інформації, пов'язаною з випадковою зміною властивостей бурої породи, що значно ускладнює процес вибору оптимальних рішень під час буріння і може призвести до непередбачуваних результатів, наприклад, передчасною відмовою бурового долота. Тому виникає необхідність застосування адекватних моделей та методів керування технологічним процесом, оскільки режими роботи машин у таких умовах перебувають за межами області оптимальних значень.

При моделюванні та дослідженні процесу шарошечного буріння важливо врахувати рівень апріорної інформації, правильно встановити взаємозв'язки параметрів та вплив на досліджувану систему непрогнозованих технологічних параметрів об'єктів впливу природного характеру. Керування параметрами таких систем ускладнено обмеженням або відсутністю інформації про їхнє кількісне значення. Зміна значень одного або декількох параметрів може відбуватися в дуже малі проміжки часу, тому інформація про ці зміни, отримана за допомогою сучасних засобів моніторингу, необхідна для керування процесом, суттєво відрізняється від значень цих параметрів в даний час.

Проведений аналіз підходів до керування процесом шарошечного буріння показав, що в умовах випадкової зміни властивостей породи при бурінні основним методом є адаптивне керування.

Незважаючи на велику кількість досліджень, у науковій літературі проблемам оптимізації, регулювання параметрів процесу шарошечного буріння

та обліку неконтрольованих факторів, пов'язаних з інформаційною невизначеністю властивостей порід, приділено недостатньо уваги. У існуючих розробках недостатньо глибоко досліджено визначення необхідних та достатніх умов екстремуму основних показників для математичної моделі процесу буріння, які є основою інтелектуальної системи керування, що може призвести до створення невірних алгоритмів функціонування системи.

Особливо гостро ця проблема стоїть при бурінні свердловин різного призначення, коли немає можливості заздалегідь передбачати зміну структури та міцності порід. При щорічних експлуатаційних витратах на буріння, до 50% посідають витрати, пов'язані з неефективними режимами експлуатації машин.

Вирішенням цієї проблеми є створення інтелектуальної автоматизованої системи керування (АСУ), що оперує в постійному режимі непрямою інформацією про поточні зміни властивостей породи. Крім того, в даних умовах необхідним стає застосування адаптивного пристрою як регулятора, що пристосовує характеристики системи до змін, що відбуваються в проміжки часу, порівняні зі часом зміни значень параметрів. Адаптивний елемент у системі дозволяє оптимально використовувати випадкові збурення, які за відсутності контролю наводять до неефективних витрат енергії, що негативно позначаються на функціонуванні системи та знижують її ресурс. У зв'язку з швидкоплинністю перехідних процесів для своєчасного отримання інформації про поточні зміни значень параметрів зовнішнього середовища необхідно використовувати розроблений адаптивний пристрій в інтелектуальній системі керування, здатної контролювати в on-line режимі всі зміни властивостей породи, визначати та призначати режимні параметри виконавчих механізмів.

В даний час недостатньо розроблена концепція адаптивного керування процесом шарошечного буріння, що характеризується короткочасністю та швидкоплинністю перехідних процесів, що є перешкодою для підвищення його ефективності [1]. Досліджуваний технологічний процес характеризується нелінійною динамічною моделлю з нелінійною параметризацією. Аналіз підходів до вирішення задачі адаптивного керування процесом шарошечного буріння показав, що порівняно з методом керування на основі аналізу властивостей локальних адаптивних регуляторів з лінійною параметризацією, нелінійна постановка задачі дозволяє проводити компонування системи керування та аналіз її властивостей одночасно. З метою вирішення завдання побудови керуючої функції у динамічну модель процесу шарошечного буріння пропонується ввести адаптивний елемент, що оптимально використовує випадкові збурення, які при відсутності контролю призводять до неефективних витрат енергії на керування, та необхідний підвищення ресурсу системи.

Літературні джерела

1 Shigina A.A. Control by technological mode parameters with an intellectual automated system / A.A. Stupina, A.A. Shigina, A.O. Shigin, M.V. Karaseva, L.N. Korpacheva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing. – 2016. – Vol. 155 (1). – P. 1-5, DOI: 10.1088/1757-899X/155/1/012025.

УДК 622.24.05-519

АВТОМАТИЗОВАНА ОБРОБКА ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПРОЦЕС БУРІННЯ СВЕРДЛОВИНИ

Г. Г. Зварич

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

Розроблення систем автоматизованої обробки геолого-технологічної інформації про процес буріння нафтових і газових свердловин є актуальною науково-технічною задачею у зв'язку з інтенсивним впровадженням у нафтогазовій галузі геолого-технологічного контролю. Це має особливе значення в області контролювання і управління похило-спрямованим бурінням [1,2]. Програма автоматизованої обробки каротажних діаграм – CoDis була розроблена за допомогою мови програмування Borland Delphi 7, яка дає великі можливості в об'єктно-орієнтованому програмуванні. Головне вікно програми при розробці програмного продукту CoDis можна побачити на рис. 1.

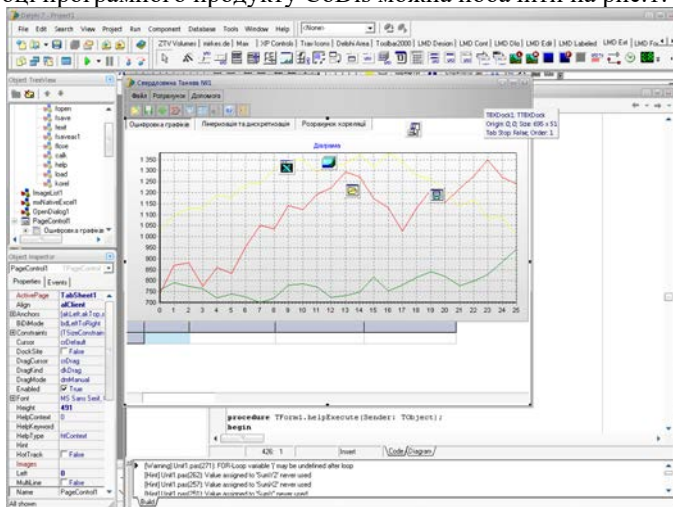


Рисунок 1 – Головне вікно програми Delphi 7 при розробці програми CoDis

Головне вікно програми CoDis можна побачити на рис.2. В програмі були використані VCL компоненти для полегшення користування нею. Розроблено простий та доступний інтерфейс, котрий буде зрозумілий для людей, котрі не працювали з комп'ютером, але працювали в даній галузі.

Другим прикладом використання розробленої програми є розрахунок кореляції пористості гірської породи з проникністю (рис. 3). Вихідні результати дадуть змогу дати оцінку і проаналізувати чергування пластів по твердості і глибині залягання.

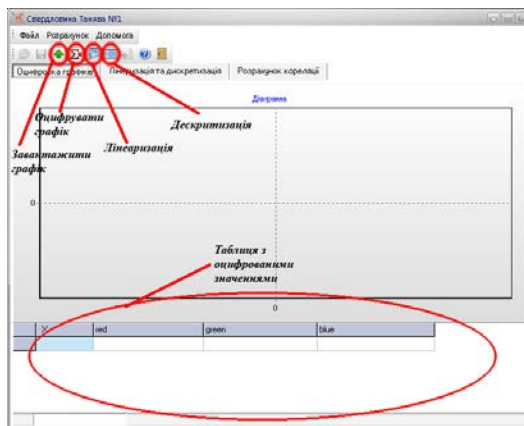


Рисунок 2 – Головне вікно програми CoDis

Для цього на закладці “Розрахунок кореляції” вибираємо кнопку “Завантажити графік”. Наступне, натискаємо – “Оцифрувати та вивести на екран”. Ми побачимо на екрані, як і в самому першому випадку, оцифровані графіки, а також таблицю зі значеннями.

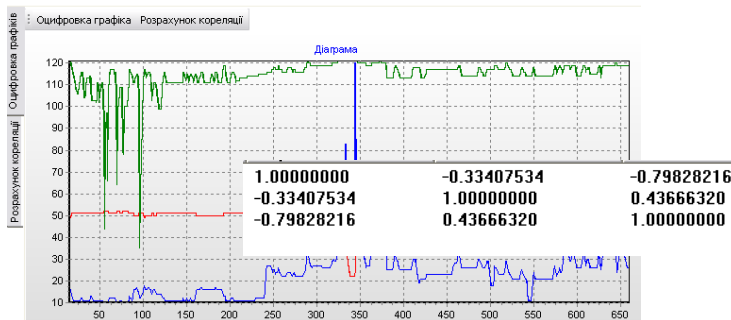


Рисунок 3 – Приклад кореляційної залежності

Отже, створений програмний продукт CoDis дозволяє спростити роботу спеціалістів з інтерпретації каротажних діаграм, оскільки комп’ютер бере на себе складні розрахунки і створення графіків, скоротити час на оброблення каротажних діаграм і підвищити продуктивність геолого-технологічного контролю.

Літературні джерела

- 1 Горбійчук М.І., Семенцов Г.Н. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин. – Івано-Франківськ : Факел, 2003, – 493 с.
- 2 Програмний продукт Codis. – Режим доступу: <https://www.codis.co.uk/all-products>.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРООЧИСТКИ ПАЛИВА

М.В. Шавранський, В.І. Волощій

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavranskyy@gmail.com*

Сутність процесу гідроочищення складається в перетворенні сполук, що містять сірку, азот, кисень і надалі гідруванні їх на каталізаторі з утворенням летючих сірчистих, азотистих, кисневмісних сполук (сірководню, аміаку, води), які видаляються шляхом відпарки в ректифікаційних колонах. Одночасно відбувається насичення неграничних вуглеводнів, часткове гідрування поліциклічних ароматичних вуглеводнів.

Крім того, протікають реакції ізомеризації парафінових, нафтенових вуглеводнів, а також реакції гідрокрекінгу [1].

Основними параметрами процесу гідроочищення, є: температура сировини на вході в реактор гідроочищення; тиск в реакторі гідроочищення; об'ємна швидкість подачі сировини; кратність циркуляції газу, що вміщує водень.

Основним показником якості продукту технологічного процесу гідроочищення дизельних палив є параметр «Вміст сірки в гідроочищеному дизельному паливі». За рахунок зниження запасу за якістю даного параметра (Наближення до норм) здійснюється мінімізація споживання паливного газу на установку, тим самим підвищується ефективність процесу.

Для побудови математичної моделі необхідно провести ідентифікацію технологічних процесів обраних установок. Основні методи визначення взаємозв'язків параметрів представляють собою широкий спектр традиційних алгоритмів аналізу даних.

З точки зору математичного апарату, використовуються різні методи.

В рамках даного дослідження буде використаний метод робастної регресії у вигляді рідкісних і великих викидів у вихідних даних для моделювання [2].

В результаті аналізу технологічного процесу була отримана математична модель для автоматизації технологічного процесу.

$$f(F, F_{1...5}, T_{1...3}, A_{1...4}, \lambda, \delta) = \left\{ \begin{array}{l} k_1 \cdot F_1 + k_2 \cdot T_1 + k_3 \cdot T_2 + b_1 = F_2 \\ k_4 \cdot F_1 + k_5 \cdot T_1 + k_6 \cdot F_3 + k_7 \cdot A_1 + b_2 = A_2 \\ k_8 \cdot F_4 + k_9 \cdot T_3 + k_{10} \cdot T_2 + b_3 = F_5 \\ k_{11} \cdot F_4 + k_{12} \cdot T_3 + k_{13} \cdot F_6 + k_{14} \cdot A_3 + b_4 = A_4 \\ F_1 + F_4 = F_7 \\ F_2 + F_5 = F \\ \lim_{t \rightarrow \infty} F_7 = \lambda \\ \lim_{t \rightarrow \infty} (A_2 = A_4) = \delta \\ f(F) \rightarrow \min, \text{ при } A_2, A_4 \rightarrow \delta \end{array} \right. \quad (1)$$

де F_1 – витрата сировини на установку 1; F_2 – витрата паливного газу в піч установки 1; F_3 – витрата ВСГ в сировині установки 1; F_4 – витрата сировини на установку 2; F_5 – витрата паливного газу в піч установки 2; F_6 – витрата ВСГ в сировині установки 2; F_7 – сумарне завантаження установок; F – сумарне споживання паливного газу; T_1 – температура сировини реактора гідроочистки установки 1; T_2 – температура навколишнього середовища; T_3 – температура сировини реактора гідроочистки установки 2; A_1 – вміст сірки в сировині на установку 1; A_2 – вміст сірки в гідро очищеному дизельному паливі установки 1; A_3 – вміст сірки в сировині на установку 2; A_4 – вміст сірки в гідро очищеному дизельному паливі установки 2; λ – планове завантаження установок; δ – обмеження на якість продуктів.

Для визначення коефіцієнтів в системі рівнянь використовуємо метод робастної регресії. На рис. 1 представлено результати ідентифікації технологічного процесу із застосуванням робастної регресії.

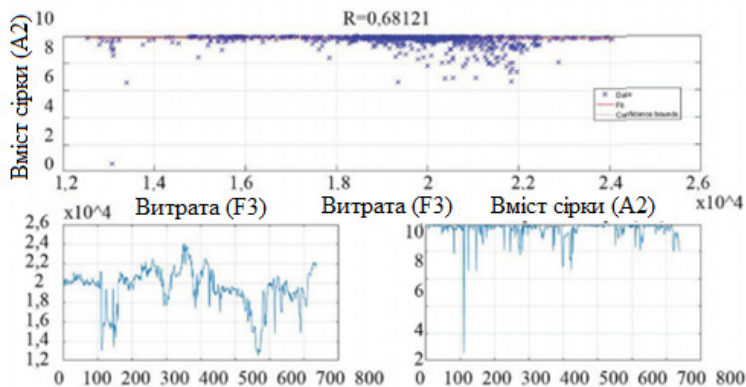


Рисунок 1 – Залежність між «Витрата (F3) в сировині установки 1» і «Вміст сірки в гідроочищеному дизельному паливі»

В результаті ідентифікації технологічного процесу була отримана математична модель для автоматизації роботи установок гідроочищення в реальному часі.

Літературні джерела

1 Білецький В. С. Основи нафтогазової справи / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко. – Полтава : ПолтНТУ, Київ : ФОП Халіков Р.Х., 2017. – 312 с.

2 Tatarshikov A., Ivanchina E., Krivtsova N. [et al.]. Mathematical modeling of diesel fuel hydrotreating // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Sci. 27. 2015. DOI: 10.1088/1755-1315/27/1/012046.

УДК 681.518.22

ОНЛАЙН-МОНІТОРИНГ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПІД ЧАС НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

М. М. Цицик

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

На сьогодні ерегоємність валового внутрішнього продукту України з урахуванням паритету реальної купівельної спроможності у 2,6 рази перевищує середній рівень енергоємності валового внутрішнього продукту країн світу. Це стосується і споживання енергоресурсів ВНЗ під час навчального процесу. Аналіз літературних джерел [1,2,3 та ін.] показує, що причиною високої енергоємності є надмірне споживання енергетичних ресурсів на навчання кожного студента, зокрема, електричної енергії, газу, тепла.

Висока енергоємність навчального процесу є наслідком технологічного відставання галузі. Тому онлайн-моніторинг споживання енергетичних ресурсів на одного студента під час навчального процесу є актуальною задачею.

Витрати електричної енергії на кожен навчальний корпус, гуртожиток, їдальню, гараж, майстерні та ін. створюють кортеж:

$$\text{Cor} \langle W_i, W_i, W_z, W_m \dots \rangle,$$

де W_i -витрата електроенергії на i -й навчальний корпус;

W_i, W_z, W_m – кількість електричної енергії, яку сповживають відповідно їдальня, гараж, майстерні.

Загальне споживання електроенергії визначається як сума

$$W_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N W_i + \sum_{i=1}^M W_i + W_z + W_m + \dots, \quad (1)$$

де N – кількість навчальних корпусів;

M – кількість їдалень, кафе, буфетів.

Для визначення питомих витрат електроенергії скористаємось формулою

$$w = \frac{W_{\Sigma}}{n}, \quad \frac{\text{кВт} \cdot \text{год.}}{\text{студента}}, \quad (2)$$

де n – кількість студентів, що навчаються в університеті на момент моніторингу.

Аналогічно може бути визначена витрата тепла, яке витрачається під час навчального процесу на одного студента:

$$q = \frac{Q_{\Sigma}}{n}, \quad \frac{\text{гікакалорій}}{\text{студента}}, \quad (3)$$

і витрати газу

$$\Gamma = \frac{\Gamma_{\Sigma}}{n}, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{студента}}, \quad (4)$$

Враховуючи тарифи на електроенергію T_E , T_G , T_T , можна розрахувати сумарні витрати B_c за споживані енергоресурси на одного студента

$$B_c = w T_E + q T_G + \gamma T_T, \frac{\text{грн.}}{\text{студента}} \quad (5)$$

за певний проміжок часу: рік, місяць, тиждень, день.

Для створення системи онлайн-моніторингу потрібна поточна інформація про споживані енергоресурси від спеціальних засобів контролю.

Контроль показника B_c – питомих витрат енергетичних ресурсів на одного студента сприятиме розв'язанню задач виявлення об'єктів з високим рівнем енергоспоживання, оцінки ефективності роботи ВНЗ, оптимізації процесу енергоспоживання під час навчального процесу.

Літературні джерела

1 Крук І.С. Нові аспекти для реалізації концепції обліку природного газу в Україні // Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції “Приладобудування 2008: стан і перспективи” 22-23 квітня 2008р., м.Київ. – С.239-240.

2 Коробко І.В. Система автоматизованого вибору приладів та систем вимірювання витрат паливно-енергетичних ресурсів та води // Збірник тез доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції “Приладобудування 2008: стан і перспективи” 22-23 квітня 2008р., м.Київ. – С.247-248.

УДК 681.5

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ

М.В. Шавранський, М.В. Кикавець

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavransky@gmail.com*

Бензини вважаються одним з основних видів пального, яке застосовується в двигунах згоряння. Виробництво бензину – найважливіша галузь нафтопереробної та значною мірою впливає на економічний розвиток нашої держави. Державною програмою передбачено підвищення глибини переробки нафти та зростання якості нафтопродуктів, одержуваних на вітчизняних нафтопереробних підприємствах.

Каталітичний риформінг – найважливіший етап отримання високооктанового елемента моторних палив, а також водню та індивідуальних ароматичних вуглеводнів (ксилолів, толуолу, бензолу), що використовуються у нафтохімії [1]. Продуктивність установки каталітичного риформінгу значною мірою залежить від ефективності управління даним технологічним процесом.

Проблемі автоматизації процесу каталітичного риформінгу та розробки систем оптимального управління з використанням математичних моделей, присвячено велику кількість досліджень та публікацій.

Існуючі системи оптимального управління технологічним процесом каталітичного риформінгу базуються або на моделях, що описують технологічний процес інформаційно, або на кінетичних моделях, що відображають кінетику хімічного перетворення ароматичних, нафтових та парафінових вуглеводнів.

Перший клас моделей практично не може пояснити одержувані результати рахунков чого втрачає актуальність. Другий клас описує перетворення без урахування зміни активності каталізатора в реакторах у часі, внаслідок чого модель втрачає адекватність. [2,3].

Таким чином, підвищення продуктивності технологічного процесу риформінгу за рахунок застосування автоматизованих систем оптимального управління наштовхується на проблему адекватного функціонально-орієнтованого математичного моделювання технологічного процесу з корекцією математичної моделі в ході риформінгу. Вирішення цієї проблеми забезпечить збільшення показників ефективності процесу каталітичного риформінгу.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу каталітичного риформінгу шляхом розробки та застосування адаптивної системи оптимального управління технологічного процесу з проблемно-орієнтованою математичною моделлю, що параметрично ідентифікується.

Проведено аналіз установки каталітичного риформінгу, розглянуто технологічний процес каталітичного риформінгу як об'єкт керування. Проаналізовано сучасний стан питання управління риформінгом, виявлено різні методи та підходи до автоматизації технологічного процесу. Виділено методи управління процесом каталітичного риформінгу з використанням математичних моделей двох видів: емпіричних та кінетичних. Розглянуто основні критерії оптимізації процесу риформінгу та виявлено найбільш ефективні з економічної та технічної точок зору. На підставі висновків щодо аналізу питання сформульовані завдання дослідження, при вирішенні яких буде реалізовано поставлену мету.

Узагальнена структурна схема системи оптимального управління з моделлю, що ідентифікується, наведена на рис. 1.

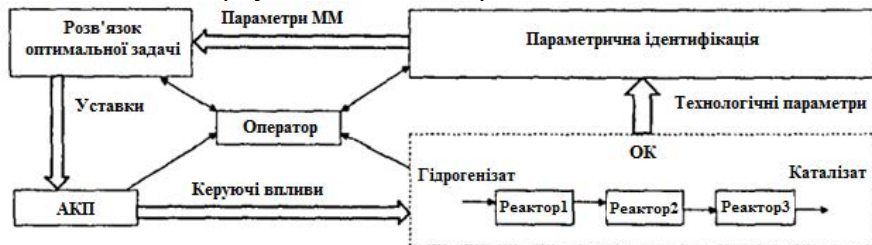


Рисунок 1 – Схема функціонування системи управління

Технологічний процес риформінгу (ОК – об'єкт керування) полягає в обробці сировини (ароматизації гідрогенізату) в 3-х послідовно з'єднаних реакторах, з яких вихідним продуктом є каталізат.

Система здійснює параметричну ідентифікацію математичної моделі з урахуванням технологічних параметрів ОК. За рахунок отриманої адекватної математичної моделі (ММ) відбувається вирішення оптимальної задачі, після чого уставки технологічних параметрів відправляються в АКП (автоматичні керуючі пристрої) і вони здійснюють керуючі впливу.

Оператор системи управління здійснює моніторинг параметрів ОК з метою отримання достовірних даних налаштування параметричної ідентифікації (вводить початкові значення фізико-хімічних констант) вибирає оптимальне завдання управління.

Проведено аналіз процесу риформінгу як об'єкта автоматизації з метою розробки функціонально-орієнтованої параметрично ідентифікованої моделі для застосування в контурі автоматизованої системи оптимального керування.

Літературні джерела

1 Каталитический риформинг углеводородов [Текст]: справочник / под ред. проф. Р.И. Кузьминой – Саратов: Издательство СУИ МВД России, 2010. – 252с.

2 Perdih A. Chemical Interpretation of Octane Number [Text] / A. Perdih, F. Perdih // Acta Chim. Slov. – 2006. – № 53. – P. 306–315.

3 A.A.Kuzichidn."Increasing the performance of the catalytic riforming unit by the synthesis of theoptimal control system with highprecision time synchronization" / A.A.Kuzichkin, A.S.Raguzin, N.G. Gubanov. // IV International Research-to-Practice Conference "Actual problems of information technologies, electronics and radio engineering-2018"(ITER-2018)Proceedings.2018.

УДК 681.5

ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY-LOGIC ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОЩАДНОГО ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Г. Г. Зварич, Н. В. Пиль

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

Нечітка логіка (Fuzzy-logic) і теорія нечітких множин (Fuzzy sets) набувають все більш широкого розповсюдження при побудові систем контролю і управління процесами ощадного електроспоживання. Fuzzy-контроль доповнює класичний контроль і регулювання та завдяки використанню додаткової специфічної інформації, забезпечує у ряді випадків більш високу якість процесів контролю і регулювання, ніж при використанні класичних алгоритмів. Суттєвою особливістю Fuzzy-контролерів є можливість їх синтезу при відсутності формалізованого опису об'єкта на базі еталону, що реалізується кваліфікованим оператором [1,2].

Fuzzy-logic (FL) оперує поняттями лінгвістичних змінних. Вихідна інформація перетворюється таким чином, щоб завдання лінгвістичних змінних

дозволило визначити правило керування і лінгвістичну змінну, що відповідає вихідній величині Fuzzy-контролера (FC).

Фазифікація. На рис.1 наведено функцію належності для лінгвістичних змінних (термів) «холодно», «нормально», «жарко» базової змінної «температура» в приміщенні, яка є прикладом лінійного розподілу.

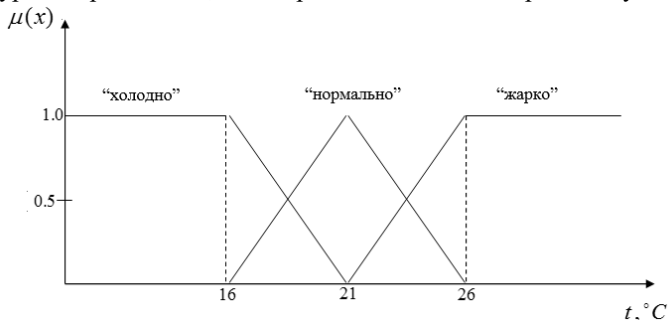


Рисунок 1 – Функція належності

У більшості прикладних задач для кожного терму використовують функцію належності у формі трикутника. Проте, у ряді випадків застосовують трапецієдальні, дзвоноподібні, гаусовські, експоненціальні симетричні і несиметричні функції належності [1, 2]. Перевагою трикутної форми є простота обчислень значень функції належності, недоліками є порушення неперервності похідної в точці максимуму і певна похибка.

Інференціювання. Сукупність правил, які визначають алгоритм керування FC, має вигляд:

- P1: ЯКЩО X 1 І X 2 ТО У,
 P2: ЯКЩО X 1 АБО X 2 ТО У,

де X 1, X 2 – лінгвістичні вхідні змінні, У – лінгвістична вихідна змінна, І, АБО – логічні оператори.

База правил визначається експертом, наприклад, у такому вигляді:

	X 11	X 12	X 13
X 21	У 1	У 2	У 3
X 22	У 2	У 3	У 4
X 23	У 3	У 4	У 5

У FL кон'юнкцію (оператор «І») визначають співвідношенням – $\mu_{X1 \text{ і } X2}(X) = \min \{ \mu_{X1}(X); \mu_{X2}(X) \}$, діз'юнкцію (оператор «АБО») – $\mu_{X1 \text{ АБО } X2}(X) = \max \{ \mu_{X1}(X); \mu_{X2}(X) \}$. Наявність правила і оператора дозволяють визначити функції належності для вихідної величини У. Відомо більше 20 різних операторів FL, але оператори «І», «АБО» використовуються у більшості технічних рішень, оскільки їх застосування спрощує операцію параметризації FC. При виборі оператора слід брати до уваги витрати на обчислення.

Дефазифікація. Обчислення вихідної змінної здійснюється для кожної окремої вхідної лінгвістичної змінної, для якої $\mu(X_i) > 0$. Якщо функції належності вхідних величин мають форму, яка наведена на рис.1, то для визначення U необхідно скористатись чотирма правилами:

- P1: ЯКЩО X_1 І X_1 ТО U_1 ;
- P2: ЯКЩО X_2 І X_1 ТО U_2 ;
- P3: ЯКЩО X_1 І X_2 ТО U_2 ;
- P4: ЯКЩО X_2 І X_2 ТО U_3 .

логічний висновок x_2 і x_1 у

Логічний висновок виконується у відповідності із співвідношенням

$$\mu_{x_1 \text{ і } x_2}(X) = \min \{ \mu_{x_1}(X); \mu_{x_2}(X) \}.$$

Значення вихідної величини u може бути обчислено, наприклад, з використанням мінімаксного методу «центру тяжіння» (метод Мамдані). У процедурі дефазифікації можуть бути застосовані і інші методи. При симетричному розподілі U кількість лінгвістичних змінних для вихідної величини відповідає числу діагоналей матриці.

Літературні джерела

1 Osmera P. Evolvable Fuzzy Controllers using Parallel Evolutionary Algorithms // Proceedings EUSFLAT 2003, Zittau, Germany, 2003, p.349-354.

2 Фадєєва О.В. Нечітка логіка в системі автоматичного управління технологічним процесом заглиблення нафтових і газових свердловин // Автоматика-2008. Досклади XV міжнародної конференції з автоматичного управління, 23-26 вересня 2008р., Одеса: ОНМА. – 2008. – С. 950-953.

УДК 681.5

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ НЕЧІТКИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

М.В. Шавранський, Х.С. Kim

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15; m.shavranskyu@gmail.com

Сучасні методи управління динамічними режимами технологічних процесів реалізуються, як правило, на базі математичного моделювання. Відмінними особливостями більшості технологічних процесів є: виняткова складність, нелінійність і слабка вивченість зв'язків між змінними, висока інерційність, нестационарність і наявність запізнення, що залежить від величини вхідних змінних. У таких умовах невизначеності можуть стати неприйнятними традиційні детерміновані і статистичні підходи до моделювання.

Один з найбільш перспективних напрямків подолання зазначених труднощів полягає у залученні якісної інформації з метою моделювання

динамічних процесів. Введене Л.Заде поняття нечіткої множини як математичного об'єкта, що дозволяє формалізувати якісну інформацію про процес, висловлену термінами словесного опису, стимулювало розвиток нечіткого підходу до розв'язання вказаних проблем.

У завданнях моделювання технологічних процесів в умовах невизначеності широке застосування знайшли нечіткі TSK (Takagi-Sugeno-Kang) моделі, що містять лінійні різнищеві рівняння. Нечіткі різнищеві TSK-моделі мають здатність швидко налаштовуватися на змінні умови функціонування об'єкта і з високою точністю описувати його динамічні характеристики. Разом з тим, досі не розроблена методологія моделювання динамічних процесів в умовах невизначеності, що включає етапи побудови та ідентифікації нечітких різнищевих TSK-моделей.

У роботі аналізуються три види динамічних процесів: *детерміновані, стохастичні і нечіткі*. Наводяться основні поняття нечітких множин. На підставі огляду методів побудови та ідентифікації нечітких моделей робиться висновок про необхідність розробки методології з будови та ідентифікації нечіткої різнищеві TSK-моделі, яка найбільше пристосована для опису динамічних систем в умовах невизначеності.

Нечітка TSK-модель у різнищевій формі представляє собою сукупність продукційних правил [1], в лівій частині яких знаходяться нечіткі множини, а в правій – лінійні різнищеві рівняння порядку r, s .

$$R^\theta : \text{якщо } y(t-1) \in Y_1^\theta, \dots, y(t-r) \in Y_r^\theta, u(t) \in U_0^\theta, \dots, u(t-s) \in U_s^\theta, \quad (1)$$

$$\text{то } y^\theta(t) = a_0^\theta + \sum_{i=1}^r a_i^\theta y(t-i) + \sum_{k=0}^s b_k^\theta u(t-k),$$

де $Y_1^\theta, \dots, Y_r^\theta$ нечіткі множини, визначені в загальному випадку перетинаючими інтервалами зміни змінних $y(t-1), \dots, y(t-r)$ і $u(t), u(t-1), \dots, u(t-s)$ і відповідними функціями належності $Y_1^\theta(y(t-1)), \dots, Y_r^\theta(y(t-r))$ і $U_0^\theta(u(t)), \dots, U_s^\theta(u(t-s))$; a_i^θ, b_k^θ – коефіцієнти; $\theta = \overline{1, n}$ – номер правила.

Тут $t = 0, 1, \dots, T$ – номер точки відлік часу τ , яке визначається як

$$\tau = \tau_0 + \Delta\tau t$$

де τ_0 – початковий момент часу (для простоти викладе $\tau_0 = 0$);

$\Delta\tau$ – сталий приріст часу.

Після заміни змінних нечітка різниця TSK-модель (1) приводиться до еквівалентної форми

$$R^\theta : \text{якщо } x_1(t) \in Y_1^\theta, \dots, x_m(t) \in Y_m^\theta, u(t) \text{ то } y^\theta(t) = c_0^\theta + \sum_{i=1}^m c_i^\theta x_i(t), \quad (2)$$

де $x_1(t) = y(t-1), x_2(t) = y(t-2), \dots, x_m(t) = y(t-m)$ – вхідні змінні; $X_1^\theta = Y_1^\theta, X_2^\theta = Y_2^\theta, \dots, X_m^\theta = Y_m^\theta$ – нечіткі множини; $c^\theta = (c_0^\theta, c_1^\theta, \dots, c_m^\theta)$ – вектор коефіцієнтів лінійних рівнянь.

Таким чином, точність різницевої нечіткої TSK-моделі (2) багато в чому залежить від вибору процедур фазифікації, висновку і дефазифікації, величини вектора коефіцієнтів лінійних рівнянь c параметрів функції належності, а також структурних елементів – кількості правил n і порядку різницевого рівняння.

Постановка задачі дослідження впливає із завдання ідентифікації.

В різницевій нечіткій TSK-моделі

$$y(t) = f(y(t-r), u(t-m), n, c, d) \quad (3)$$

де d – вектор параметрів, що служить для опису нечітких множин (розташування, форма, розміри);

за допомогою алгоритму ідентифікації

$$\xi = \psi(u(t), y(t)) \quad (4)$$

визначити вектор $\xi = (c, d, n, r, m)$, що мінімізує критерій якості

$$J(\xi) = \Phi, (y(t), \hat{y}(t, \xi)) \quad (5)$$

і такий, що задовольняє технологічні обмеження

$$y^{\min} \leq y(t) \leq y^{\max} \quad u^{\min} \leq u(t) \leq u^{\max} \quad (6)$$

Вектор ξ вважається знайденим, а модель (3) – адекватною, якщо виконується умова

$$J \leq J^{\delta} \quad (7)$$

де J^{δ} – допустима величина критерію.

На підставі проведено аналізу сформульовано завдання ідентифікації, в якій обґрунтовується вибір критерію, параметрів і структурних елементів нечіткої різницевої моделі, які потребують визначення за допомогою алгоритмів структурної і параметричної ідентифікації.

Літературні джерела

1 Кудинов Ю.И., Сулова С.А., Полухина М.И., Халов Е.А. Разработка нечеткой разностной модели/ /Системы управления и информационные технологии.-2004, №1(13). – С.21-26.

УДК 004.94

БАГАТОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ GIGABITETHERNET

Я. І. Заячук

*ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua*

Нехай потрібно розширити область обчислень шляхом збільшення кількості вузлів багатопроцесорної системи [1]. Вважається, що область рівномірно розподілена між вузлами системи. Вузли мають оперативну пам'ять P (Гбіт) кожен. Тоді загальний обсяг для багатопроцесорної системи буде становити:

$$S = N \cdot P, \quad (1)$$

де N – число вузлів багатопроцесорної системи.

В умовах, коли область обчислень максимально завантажена та рівномірно розподілена між вузлами багатопроцесорної системи, можна визначити формулу для обчислення обсягу граничного обміну даними (Гбіт). Вона буде мати такий вигляд:

$$E = m \cdot N \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (2)$$

значення m може дорівнювати одиниці для одностороннього режиму граничного обміну даними або двом – для двостороннього.

Тоді можна визначити T – час граничного обміну даними між вузлами, с. Зауважимо, якщо час рахунку ітерації залежить лише від потужності процесора, то час граничного обміну даними визначається розміром різницевої сітки, кількістю вузлів обчислювальної системи та пропускною здатністю мережі. Отже, величину T можна визначити з такого співвідношення:

$$T = \frac{E}{V}, \quad (3)$$

де, V – пропускна здатність комунікаційної мережі (Гбіт/с).

V визначається так:

$$V = k \cdot d \cdot V_p, \quad (4)$$

де V_p – пропускна здатність порту мережевого інтерфейсу, Гбіт/с, k – кількість каналів зв'язку обчислювальної мережі, які працюють одночасно, d – напівдуплексний ($d=1$) або дуплексний ($d=2$) режим роботи обчислювальної мережі системи.

Розглянемо клас задач у якому всі обчислення виконуються на базі різницевої сітки. До того ж, для аналізу ефективності багатопроцесорної системи найважливішим параметром буде час рахунку однієї ітерації (T_i) щодо області обчислень. Тоді в умовах застосування багатопроцесорної системи загальний час однієї ітерації визначиться завдяки співвідношенню:

$$T_{ii} = T_c^N + T, \quad (5)$$

де T_c^N - час рахунку однієї ітерації при використанні N обчислювальних вузлів, с.

Якщо $N > 1$, загальний час однієї ітерації з урахуванням (2) буде визначатися так:

$$T_{ii} = T_c^N + \frac{m \cdot N \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}}{V}, \quad (6)$$

Для різного типу задач перший доданок у виразі (6) визначається експериментально. Наприклад,

$$T_c^N = \frac{S}{N \cdot V_c}, \quad (7)$$

де V_c – швидкість рахунку однієї ітерації деякої задачі для певного типу процесора та числових методів. З урахуванням (1) вираз (7) приймає вигляд:

$$T_c^N = \frac{P}{V_c}, \quad (8)$$

Величина T_c^N залежить від обсягу оперативної пам'яті і від швидкості обчислення ітерації для вузла багатопроцесорної системи.

Таким чином, загальний час однієї ітерації для багатопроцесорної обчислювальної системи визнається виразом:

$$T_{ii} = \frac{P}{V_c} + \frac{m \cdot N \cdot \sqrt{\frac{N \cdot P}{\pi}}}{V}, \quad (9)$$

Із співвідношення (9) бачимо, що при збільшенні області обчислень в N разів час обчислення завдання зростає як $N^{3/2}$ з деяким коефіцієнтом, що залежить від обсягу оперативної пам'яті вузла, пропускну здатності мережі системи та характеру обміну даними між обчислювальними вузлами, тобто:

$$T_{ii} = T_c^N + N^{3/2} \cdot (m, P, V), \quad (6)$$

Співвідношення (10) демонструє перспективність використання сучасних комунікаційних технологій та багатоядерних обчислювальних платформ.

Літературні джерела

1 Ткач М. О. Удосконалення структури та підвищення продуктивності багатопроцесорних систем із застосуванням розподіленої області обчислень: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.05 «Комп'ютерні системи та компоненти». Дніпропетровськ, 2016. 150 с.

УДК 681.5

ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНА FUZZY-МОДЕЛЬ УСКЛАДНЕНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У ПРОЦЕСІ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

*В.М. Шавранський, А.В. Маляр**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavranskyu@gmail.com*

**Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12*

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) орієнтовані на завдання, які погано формалізуються і слабоструктуровані в різних, як правило, динамічних ситуаціях [1]. Специфікою таких завдань є: неможливість отримання усєї об'єктивної інформації, необхідної для вирішення завдання, і у зв'язку з цим, необхідність вимушено використовувати суб'єктивну, евристичну інформацію; присутність недетермінізму в процесі пошуку рішень; необхідність корекції і вступу додаткової інформації в процесі пошуку рішення, активна участь в ньому особи, що приймає рішення (ОПР); необхідність отримання рішення в умовах часових обмежень.

Перераховані чинники не дозволяють успішно використовувати для вирішення таких завдань строгі алгоритмічні методи і моделі теорії прийняття рішень [2].

Загальною функцією контролю для запобігання ускладнень при проведенні вертикальних ділянок стовбура свердловини є визначення стану об'єкта контролю і виявлення ознак ускладнень, що потребують керуючих впливів.

Стан бурового інструменту в кожен момент часу t з певною вірогідністю і точністю, опираючись на постановку задачі контролю і розуміння природи процесу функціонування об'єкту, можна охарактеризувати набором таких величин $Z(t) = \{n(t), h(t), V(t), p(t), P(t), M(t), Q_1(t), Q_2(t)\}$, де $n(t)$ – швидкість обертання, $h(t)$ – переміщення бурової колони, $V_M(t)$ – механічна швидкість, $p(t)$ – тиск бурового розчину на викиді насосів, $P(t)$ – осьове зусилля на долото, $M(t)$ – крутний момент або $N(t)$ потужність, що витрачається на обертання бурової колони; $Q_{вх}(t)$ – витрата бурового розчину на вході в свердловину і на виході $Q_{вих}(t)$. При переході від одного миттєвого стану до іншого значення n , V_M , P , M , $Q_{вх}$, $Q_{вих}$ змінюються, тобто вони є функціями стану і часу t . Найважливішими впливами і параметрами контролю та керування процесу буріння свердловин на нафту і газ з метою запобігання ускладнень є: входні керувальні впливи $X(t) = \{P(t), n(t), Q_1(t)\}$, які вимірюються в реальному часі; збурювальні параметри $A(t) = \{T, H, P_p\}$, які для кожного інтервалу буріння свердловини задаються геолого-технологічний наряд (ГТН); параметри, що визначаються режимами буріння $Z(t) = \{x, y_{б.к}, y_{б.у}\}$ є не керованим збуренням; фізико-механічні і абразивні властивості B порід, які є прогнозовані за геолого-технологічним нарядом (ГТН), згідно стратиграфічного розрізу, але є неконтрольованими і не прогнозованими збуреннями. Тут x – характеристики долота, $y_{б.у}$ – параметри бурової установки, $y_{б.к}$ – параметри бурової колони, T – температура в свердловині, H – сила статичного опору тертя, P_p – пластовий тиск.

Таким чином, характеристики стану об'єкта $Y_i(t)$ пов'язані з вхідними контрольованими величинами $X(t)$ і збурювальними параметрами в процесі буріння $A(t)$ і параметрами, що визначаються режимами буріння $Z(t)$.

$$Y_i(t) = F_i[X(t), A(t), B, t], \quad i=1, \dots, n.$$

Матриця знань визначає систему логіко-лінгвістичних висловлювань експерта типу «ЯКЩО – ТО, ІНАКШЕ», які зв'язують значення вхідних змінних a_i^{jp} , $i=1, 2, \dots, n$; з одним із можливих типів рішень (ускладнень) d_j , $j=1, 2, \dots, m$:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[\bigcup_{i=1}^n (x_i = a_i^{jp}) \right] \rightarrow y = d_j, \quad j=1, 2, \dots, m. \quad (1)$$

де d_j , $j=1, 2, \dots, m$ – лінгвістична оцінка вихідної змінної y , яка визначається з терм – множини D ;

a_i^{jp} – лінгвістична оцінка вхідної змінної x_i в p – му рядку j – й диз'юнкції, яка вибирається з відповідної терм-множини A_i , $p = \overline{1, k_j}$; $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$;

k_j – кількість правил, яка визначає значення $y = d_j$.

Для врахування різного типу універсальності експерта в адекватності правил використовуємо вагові коефіцієнти. Нечітку базу знань (1) з ваговими коефіцієнтами правил перепишемо таким чином:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[\bigcup_{i=1}^n (x_i = a_i^{jp}) \text{ з вагою } \omega_{jp} \right] \rightarrow y = d_j, \quad j=1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

де $\omega_{jp} \in [0, 1]$ – ваговий коефіцієнт правила з номером jp .

Компактно систему логічних рівнянь остаточно запишемо таким чином:

$$\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigcup_{p=1}^{k_j} \left[\bigcap_{i=1}^n \mu^{a_i^{jp}}(x_i) \right], \quad j=1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Отже, як модель ускладнень процесу буріння свердловин доцільно використовувати розроблену логіко-лінгвістичну Fuzzy-модель (3), що здатна забезпечити підтримку прийняття рішень в реальному часі.

Літературні джерела

- 1 Y.Kondratenko, S.Sydorenko, D.Kravchenko Fuzzy control systems of non-stationary plants with variable parameters // Proceedings of 12-th East-West Fuzzy Colloquim. – Zittau, Germany, 2005. – P.140-152.
- 2 A. Sokolov, M. Wagenknecht Chootic Mamdani Recurrent Models // Proceedings of 12-th East-West Fuzzy Colloquim. – Zittau, Germany, 2005. – P.272-278.

УДК 681.5

АЛГОРИТМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАОТИЧНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОКАЗНИКА ХЕРСТА

Г. Г. Зварич, М. М. Цицик

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

Метою даної роботи є розробка алгоритму і програми обчислень одного із показників хаосу (показника Херста) в реальному часі і перевірка їх на контрольних приладах. Для розрахунку показника Херста (Hurst) H використовуються такі статистичні характеристики стохастичного сигналу, представленого у вигляді дискретної послідовності $y(1), y(2), y(3), \dots, y(i), \dots, y(k)$, як середньоквадратичне відхилення $\sigma_y(k)$ і розмах $R_y(k)$ [5]:

$$(\alpha k)^H = R_y(k) \cdot (\sigma_y(k))^{-1}, \quad (1)$$

де α – невід'ємний параметр, що обирається у загальному випадку з суто емпіричних припущень; k – дискретний поточний час.

Середньоквадратичне відхилення обчислюється відповідно до рівняння:

$$\sigma_y(k) = \left(\overline{\Delta_y(k)} \right)^{1/2} = \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k [y(i) - \bar{y}(k)]^2 \right)^{1/2}, \quad (2)$$

де $\Delta_y(k)$ – дисперсія дискретної часової послідовності $y(i)$.

Отже, показник Херста для стаціонарних стохастичних процесів визначається за формулою:

$$H = \log_{\alpha k} \left[\frac{R_y(k)}{\sigma_y(k)} \right]. \quad (3)$$

Показник Херста можна записати у формі:

$$w^H = \bar{R}_y(k) \cdot (\bar{\sigma}_y(k))^{-1}, \quad (4)$$

де w – довжина ковзного вікна.

Усереднене значення середньоквадратичного відхилення визначається за формулою

$$\bar{\sigma}_y(k) = \sqrt{\frac{1}{w} \cdot \sum_{i=k-w+1}^k (y(i) - \bar{y}(k))^2}. \quad (5)$$

Формула для визначення середнього значення дискретної послідовності наступна

$$\bar{y}(k) = \frac{1}{w} \cdot \sum_{i=k-w+1}^k y(i). \quad (6)$$

Поточне середнє значення дискретної послідовності визначається за формулою

$$\bar{y}(i) = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i y(j). \quad (7)$$

Визначаємо послідовність накопичених відхилень $x(i, k)$, що обчислюються відповідно

$$x(i, k) = \sum_{i=k-w+1}^k (y(i) - \bar{y}(i)). \quad (8)$$

Знаходимо середні значення розмаху послідовності накопичених відхилень і середнє значення середньоквадратичних відхилень

$$\bar{R}_y(k) = \frac{1}{w} \cdot \sum_{i=w-k+1}^k R_y(i), \quad \bar{\sigma}_y(k) = \frac{1}{w} \cdot \sum_{i=w-k+1}^k \sigma_y(i). \quad (9)$$

Отже, показник Херста визначається за формулою

$$H = \log_w \left(\frac{\bar{R}_y(k)}{\bar{\sigma}_y(k)} \right). \quad (10)$$

Для реалізації алгоритму обчислення показника Херста для нестационарних об'єктів розроблено програму в середовищі MATLAB.

Розроблені алгоритми і програми розрахунку показника Херста випробовані на дискретних часових послідовностях, що характеризують процес заглиблення нафтових і газових свердловин: механічної швидкості, оцінки відносного зносу бурового долота, осьової сили, з якою долото тисне на вибій свердловини та ін.

Отже, результати випробувань підтвердили працездатність алгоритму та програмного забезпечення і довели, що дослідженим параметрами і показникам процесу заглиблення свердловини властива хаотична поведінка.

Літературні джерела

1 Чапланов О.П. Нейродинамічна прогноуючі моделі в системах керування: Автореф. дис...к.т.н.: 05.13.03 / Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків, 2005.– 19с.

2 Довгий Б. П. Використання математичного пакета MATLAB для розв'язування прикладних задач / Є. С.Вакал, Ю. Є.Вакал, А. В.Попов. - К.:Фітосоціоцентр, 2012. - 77 с.

УДК 681.5

АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОФІЛІВ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН*М.В. Шавранський, С.М. Рушак**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavranskyu@gmail.com*

Стан нафтовидобувної галузі паливно-енергетичного комплексу України сьогодні характеризується тим, що більшість робочих родовищ вступає в пізню стадію експлуатації. Характерними ознаками цієї стадії є зниження обсягів видобутку якості добувної продукції, зростання витрат на кожен тону видобутої нафти. Особливу актуальність у цих умовах набуває проблема підвищення ефективності розробки родовищ: підвищення коефіцієнта нафтовилучення, який сьогодні становить в середньому (35 ... 40) %, зниження обводненості продукції, застосування впливів, що продовжують життєвий цикл розробки родовища та ін. Розв'язанню даної проблеми сьогодні присвячено багато досліджень, пов'язаних як з будівництвом, так і з експлуатацією нафтовидобувних свердловин.

Одним з пріоритетних напрямків вирішення зазначеної проблеми в області будівництва свердловин є впровадження свердловин із складними профілями стволів, зокрема багатоствольних свердловин з горизонтальним і пологими закінченнями, що проходять у продуктивних пластах. Із впровадженням свердловин даного типу пов'язано вирішення таких завдань, як залучення в розробку більшої сировинної бази, представленої малопотужними продуктивними пластами (3 ... 15) м з низькою і нерівномірною проникністю; підвищення продуктивності свердловин за рахунок збільшення площі дренавання і фільтрації; зниження інтенсивності обводнення свердловини і ін. Сучасний досвід впровадження свердловини цього типу нафтодобувними підприємствами показує обнадійливі результати, зокрема це кратне підвищення дебіту свердловин.

Будівництво свердловин з складними профілями представляє сьогодні комплекс взаємопов'язаних технологічних процесів, вимоги до яких в порівнянні зі звичайними свердловинами істотно зростають. Особливо це відноситься до процесу формування профілю свердловини, тут вимоги до точності зростають на порядок. Досвід застосування традиційних способів управління даним технологічним процесом показує їх явну невідповідність. Так, відповідно до статистики, сьогодні до 8% горизонтальних свердловин здаються непридатними до експлуатації з причини невідповідності профілів проектним вимогам, а застосування позапланових коригувальних операцій призводить до збільшення термінів будівництва в середньому на 30%. У зв'язку з цим, можна стверджувати, що сьогодні однієї визнання більш актуальними проблемами в даній області є проблема підвищення ефективності технологічного процесу формування профілів стволів свердловин.

Основні тенденції в області вирішення цієї проблеми пов'язані з автоматизацією управління траєкторією руху породоруйнівного інструменту.

Тут слід відзначити такі підходи до вирішення даної проблеми, як моніторинг параметрів профілю свердловини в процесі буріння на основі створення телеметричних систем для вимірювання геометричних (системи класу MWD-Measurement While Drilling) і геологічних параметрів профілю (системи класу LWD-Logging While Drilling), вплив на траєкторію руху породоруйнівного інструменту на основі вдосконалення традиційних компоновок низу бурильної колони і створення перспективних телекерованих і автоматичних компоновок (бурові роботи класів «Push the bit» і «Point the Bit») [1]. Проте, із зазначеними досягненнями, аналіз зі тимчасового стану досліджень в даній області показує значне відставання теорії методології прийняття управлінських рішень.

Методи синтезу законів управління рухом бурового інструменту, що сьогодні застосовуються, ґрунтуються на спрощених (статичних) моделях компоновок низу бурильної колони, що не враховують в повній мірі одиничні властивості об'єкта управління і зовнішні збурювальні впливи. Методи оперативної адаптації управлінських рішень неформалізовані і засновуються, як правило, на досвіді інтуїції технолога-буровика і бурової бригади, що часто не дозволяє забезпечити високу ефективність технологічного процесу формування профілю свердловин.

Вище сказане визначає актуальність проблеми розробки теоретичних і методологічних основ оперативного управління процесом формування профілів нафтогазових свердловин, заснованих на використанні методів сучасної теорії автоматичного управління, побудові адекватних моделей рухів бурового інструменту та їх реалізації за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу формування профілів стволів нафтогазових свердловин на базі методології прийняття управлінських рішень, заснованої на концепції термінального управління та використання прогнозуючих моделей руху бурового інструменту.

Робота присвячена аналізу сучасного стану проблеми, забезпечення ефективності технологічного процесу формування складних профілів стволів нафтогазових свердловини визначенню перспективних напрямів її рішення.

Про необхідність підвищення ефективності технологічного процесу формування складних профілів нафтогазових свердловин говорить той факт, що сьогодні до 8% відсотків споруджуваних свердловин цього типу визнаються не придатними до експлуатації з причини припустимого відхилення їх профілів від проектів. Крім того, велика частка додаткових тимчасових і матеріальних витрат, пов'язаних з необхідністю позапланових відновлювальних операцій при критичному відхиленні профілів від проекту, яка за статистичними даними сьогодні становить в середньому 30% від загальних витрат на будівництво свердловин.

Літературні джерела

1 Алгоритмы оперативного управления и прогнозирования в процессе бурения наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных скважин /И.Ф.Нугаев, Р.И.Алимбеков, В.И.Васильев / /Вестник УГАТУ.2004.Т.5, №1(9).С.134-140.

УДК 681.513.68:622.24

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОМЕНТУ НА ДОЛОТІ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН ЕЛЕКТРОБУРАМИ

Н.В. Пиль, Г.Г. Зварич

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ефективність буріння нафтових і газових свердловин електробурами залежить від керувальних дій (осьової сили на долото і частоти його обертання), конструкції долота і потужності, яка доводиться до вибою свердловини. Потужність $N_1(t)$, яка споживається електробуром від мережі, перетворюється в потужність на валі $N_e(t)$ зі значними втратами, тобто [1, 2]:

$$N_e(t) = N_1(t) - \sum \Delta N(t) \tag{1}$$

де $\sum \Delta N(t) = \Delta N_{cm}(t) + \Delta N_c(t) + \Delta N_p(t) + \Delta N_o(t) + \Delta N_{um}(t) + \Delta N_{cn}(t)$, $\Delta N_{cm}(t)$ - втрати потужності в обмотці статора електродвигуна, $\Delta N_c(t)$ - втрати потужності в сталі електродвигуна, викликані гістерезисом і вихровими струмами, $\Delta N_p(t)$ - втрати потужності в обмотці ротора електродвигуна, $\Delta N_o(t)$ - додаткові втрати потужності в електродвигуні, $\Delta N_{um}(t)$ - втрати потужності на тертя в підшипниках, шпинделі та ін.,

Підставляючи значення $N_e(t)$ із (1) у рівняння потужності на валі двигуна:

$$N_e(t) = \omega_e(t) \left[M_c(t) + I \frac{d\omega_e}{dt} + \frac{\omega_e^2}{2} \frac{dI}{d\alpha} \right], \tag{2}$$

де $\omega_e(t)$ - кутова швидкість валу електродвигуна, $M_c(t)$ - момент статичного опору на долоті, I - сумарний момент інерції долота приведенний до вала електродвигуна α - кут повороту валу двигуна, отримаємо вираз для моменту на валі двигуна електробура, тобто на долоті

$$M_{\text{дол}}(t) = [N_1(t) - \sum \Delta N(t)] \omega_e(t) \tag{3}$$

Вираз (3) запропоновано використовувати як алгоритм функціонування пристрою для одержання сигналу, пропорційного моменту на долоті, шляхом оброблення потоку енергії, яка поступає з електричної мережі до двигуна електробура. Тоді відносна похибка вимірювання моменту на валі двигуна електробура дорівнює

$$\gamma = \left[\frac{(N - N_0)(1 - S)}{N_0} - 1 \right] \cdot 100\%, \tag{4}$$

де N - потужність, що споживається двигуном, $N_0 = N_1^* + N^*$ - потужність, виміряна при холостому ході двигуна, N_1^* - втрати потужності у струмопідвідному кабелі при холостому ході двигуна, N^* - потужність, що споживається двигуном при відсутності осьової сили на долото, S - ковзання двигуна.

За допомогою запропонованого пристрою вимірювання моменту отримано графік зміни моменту на долоті під час буріння свердловини №803Д електробуром Е170-8 №774 долотом 2К190ТЗ №337 в інтервалі 1858-1863 м в однорідних піщаниках верхньомілітової підсвіти з остійною осьюовою силою на долото 85 кН (рис. 1). Флуктуації моменту на долоті є випадковими процесами, механізм формування яких визначається великою кількістю факторів, наприклад, конструкцією низу бурильної колони, властивостями промивної рідини, твердістю породи, коливаннями напруги живлення в мережі електропостачання та іншими факторами (рис.1).

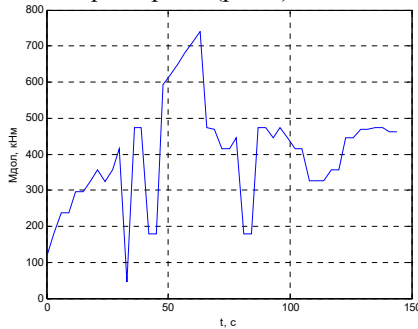


Рисунок 1 - Графік зміни моменту на долоті, отриманий в результаті обробки експериментальних даних у програмі MathLab [2]

Відзначимо, що при статистичному аналізі стаціонарних випадкових функцій зручно користуватись спектральною густиною випадкової функції. Спектральна густина є додатною функцією у всьому діапазоні частот від 0 до ∞ . Вона не містить відомостей про фази окремих гармонійних складових. За допомогою приведеної формули можна визначити спектральну густина за заданою аналітично автокореляційною функцією. Застосовуючи до кореляційної функції $R(\tau)=De^{-\alpha|\tau|}$ перетворення, визначили спектральну густина за формулою $S(\omega) = 2 \int_0^\infty De^{-\alpha\tau} \cos \omega\tau d\tau = \frac{2D\alpha}{\alpha^2 + \omega^2}$, де $D=1,0656933$, $\alpha= -4.7819$ [2].

Отримані результати дають змогу визначити властивості формуючого фільтра. Виведемо графіки для АФХ формуючого фільтра за допомогою програми MathCad.

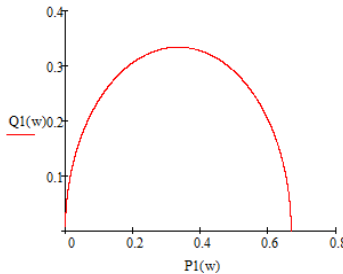


Рисунок 2 – Графік АФХ формуючого фільтра для вимірювання величини моменту на долоті

Аналіз статистичних характеристик моменту на долоті при бурінні свердловини електробуром Е170-8 довів, що досліджуваний параметр підпорядковується нормальному закону розподілу та має експоненціальну автокореляційну функцію.

Літературні джерела

1 Семенцов Г. Н. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник / Г. Н. Семенцов // Івано-Франківськ: ІФНТУНГ – 1999 – 611 с.

2 Гутяк О. В. Ідентифікація і контроль координатних збурень у процесі поглиблення нафтових і газових свердловин / О. В. Гутяк, Н. В. Сабат, А. І. Лагойда // Нафтогазова енергетика – 2011. - №2(15). – С.78-84.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОЦЕСУ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ІЗ СКЛАДНОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ

М.В. Шавранський, М.Т. Яцура

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15;
m.shavranskyy@gmail.com*

Зростання об'ємів буріння похило-спрямованих, похило-горизонтальних і розгалужено-горизонтальних свердловин, тобто свердловин із складною траєкторією (ССТ), обумовлений виснаженням нескладних легко доступних родовищ вуглеводневої сировини, висунув у число найбільш актуальних, проблему керування траєкторією буріння нафтогазових свердловин.

Як показує вітчизняний і зарубіжний досвід, створення автоматизованих систем керування траєкторією свердловин можливе на основі застосування комп'ютерних технологій керування в процесі буріння.

За кордоном до теперішнього часу відомо більше 200 систем керування траєкторією буріння свердловин, розроблених фірмами Schlumberger, Sperry Sun, Mobil Development, General Electronic, Exxon Production Research, Gerhart Owen Industrial та ін., які відносяться, в основному, до класу вимірювальних (MWD-Measurement) під час буріння основних параметрів стовбура свердловини (азимут, зеніт, кут установки відхилення), оцінки пласту і параметрів процесу буріння (швидкість буріння, тиск бурового розчину і т.д.).

Ті закордонні експериментальні установки, що здійснюють керування процесом буріння за допомогою телекерування з поверхні землі компоновок, зміни режиму буріння, повороту ротора бурильної колони, виготовлені в одиничних зразках і є дуже дорогими (1,8-2,0 млн. доларів).

У нашій країні склалася ситуація, при якій за останні 25 років скоротилось фінансування власних наукових досліджень та досвідчено-конструкторських робіт. Такий підхід не привів до створення і впровадження ефективних систем керування траєкторією буріння ССТ. Це обумовлено наступними факторами:

1) методи прийняття рішень у процесі буріння, що застосовуються сьогодні, ґрунтуються на спрощених моделях, досвіді та інтуїції технологів буріння і не враховані на ефективне застосування обчислювальної техніки;

2) вирішення задачі інформаційного забезпечення процесу збурення на базі вітчизняних телеметричних систем утруднено через низьку достовірність контролю куткових параметрів траєкторії свердловини, відсутність каналу зв'язку з достатньою пропускнуною спроможністю, інваріантних до будови гірських порід технології буріння. Зарубіжні системи дорогі, мають низький ресурс і недосконалі.

Аналіз сучасних підходів до побудови систем керування траєкторією буріння показує доцільність їх побудови в класі автоматизованих систем керування бурінням свердловини з використанням прогнозу руху бурового інструменту. Перевагою даного підходу, що визначає перспективи його застосування в практиці направлено буріння нафтогазових свердловин, служить відносна простота базової схеми формування керуючих впливів, що поєднується з високими адаптивними властивостями системи керування, що дозволяє оптимізувати процеси керування траєкторією буріння ССТ в режимі реального часу з урахуванням реально існуючих обмежень на керуючі впливи та керовані змінні, невизначеності зовнішнього середовища та збурюючих факторів [1]. Таким чином, можна зробити висновок про актуальність і своєчасність теми роботи, спрямованої на створення вискоєфективних автоматизованих систем керування траєкторією ССТ.

У роботі розглянуто особливості процесу збурення свердловини як об'єкта автоматизації з акцентом на навігаційний аспект. З урахуванням сучасного вітчизняного та закордонного досвіду, запропонована узагальнена структура системи керування рухом бурового інструменту (СКРБІ). Розглянуто основні підсистеми СКРБІ: підсистема прийняття рішень, глибинні засоби контролю параметрів траєкторії свердловин, канали передачі даних.

Зазначені рівні керування представлені ієрархічним набором деяких стандартних рішень і методик їх прийняття, що формуються в значній мірі довільно та суб'єктивно.

Аналіз наявних засобів контролю параметрів траєкторії стовбура свердловини показав, що найбільш прийнятними для свердловинних вимірювань є ферозондові перетворювачі азимуту, а в якості датчиків нахилу – датчики кута з використанням фізичного маятника (акселерометри, перетворювачі на базі трансформаторів, що обертаються). При чому, як показують результати досліджень і накопичений досвід найбільш перспективним для СКРБІ є застосування інклінометричного перетворювача з жорстко закріпленими триосними ферозондами і, акселерометрами. В той же час, існуючі засоби не забезпечують потрібну точність і достовірність контролю в умовах глибинних вимірювань (вплив температурних полів, механічних перевантажень, спотворень магнітного поля Землі, при жорстких обмеженнях на габарити і доступність).

Передача глибинної інформації на поверхню забезпечується за допомогою різних каналів зв'язку, що поділяються на провідні і бездротові.

У нашій країні застосовуються системи електромагнітним каналом зв'язку. Їх основним недоліком є суттєва залежність затухання сигналу від складу гірських порід (їх електроопору). За кордоном знаходять все більше застосування гідроакустичні канали зв'язку (аналогічні серійні вітчизняні системи відсутні). Аналіз показує, що найбільший інтерес для СКРБІ представляють гідроакустичні канали зв'язку, відсутність яких на пояснюється недостатньою вивченістю.

Літературні джерела

1 Нугаев И.Ф., Васильев В.И., Алимбеков Р.И., Шулаков А.С. Компьютеризированная технология контроля и система поддержки принятия решения для нефтяного направленного бурения // IVМеждународный семинар по компьютерным исследованиям и информационным технологиям, Греция, 2002.С.104-110.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ СЕПАРАЦІЇ ГАЗУ

В.С. Борин, к.т.н., Р.М. Лецій, к.т.н.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019, Україна, e-mail: borynvs@ukr.net*

Системи контролю і автоматики блоку низькотемпературної сепарації газу повинні функціонувати в режимі реального часу, забезпечуючи централізований контроль та виконання керуючих, інформаційних та сервісних функцій [1].

Для виконання покладених функцій потрібна система зі складною ієрархічною структурою, яка забезпечуватиме наступні рівні контролю та керування:

- перший (локальний) – складають давачі і виконавчі механізми (до них відносяться не тільки найпростіші перетворювачі фізичних величин в електричні сигнали, але й мікропроцесорні пристрої обробки вхідних команд та вихідних сигналів);

- другий рівень (агрегатний) займає програмований контролер (один або декілька), який оснащений програмою збору і обробки даних (на функціональних панелях та щитах автоматизації) зчитує інформацію з давачів (температури, тиску, розрідження), визначає положення виконавчих механізмів і надає цю інформацію іншим підсистемам САК, реалізує завдання автоматизованого керування технологічним процесом завдяки видачі сигналів керування на виконавчі механізми;

- третій (централізований) – АРМ оператора, яке розташоване в операторній пункту очистки і заміру газу (ПОЗ) і обладнується робочою станцією (ПЕОМ) (з можливістю збереження архівів подій і технологічних параметрів протягом потрібного інтервалу часу), засобами відображення (дисплейні системи, екранні табло, мнемосхеми та ін.), відповідним програмним забезпеченням, комунікаційними засобами (модеми, адаптери, перетворювачі і т. д.) та джерелами безперебійними джерелами живлення, що забезпечують роботу важливих технічних засобів при аварійному пропаданні напруги живлення.

Структурна схема модернізованої системи автоматизованого керування процесом низькотемпературної сепарації газу представлена на рис. 1.

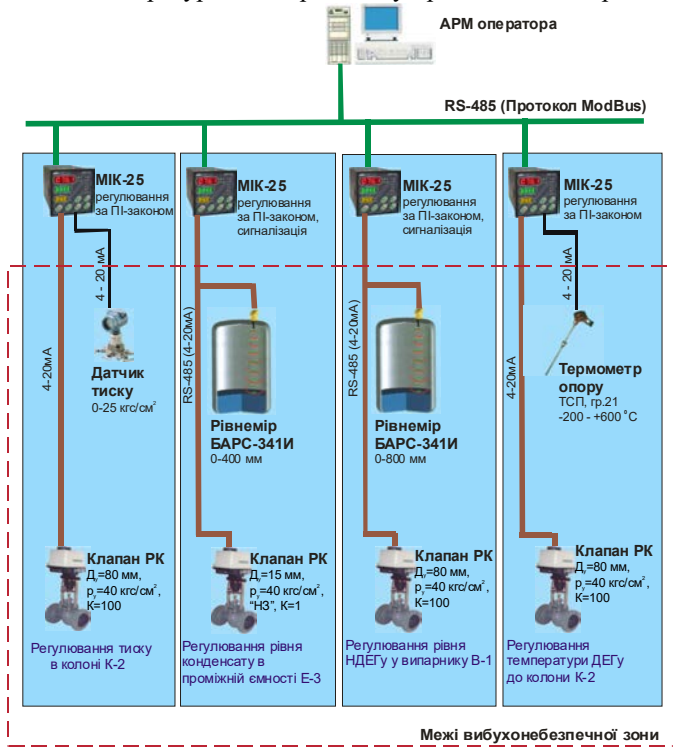


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного керування процесом низькотемпературної сепарації газу

Літературні джерела

1 Семенцов Г.Н. , Чигур І.І., Шавранський М.В. , Борин В.С. , Фазі – логіка в системах керування : Навчальний посібник. – Івано-Франківськ : Факел, 2002 – 40- 50 с.
 2 Калабеков Б.А. Цифрові пристрої і мікропроцесорні системи: Підручник для технікумів зв'язку. - Москва: Гаряча лінія-телеком, 2000. - 336с.

УДК 851.5

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ
КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИМИ РЕЖИМАМИ
ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДОВООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

В. С. Борин, к.т.н.; А. І. Димкар

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail:borynvs@ukr.net

Об'єкт керування – холодильна установка для зберігання плодоовочевої продукції є досить складна технічна система, містить камеру холодильного зберігання. Продукт, що зберігається у охолоджену стані, прилади охолодження – повітроохолоджувачі трубно-орєбреного типу марки 5МВВ30-1-2-020, компресорно-конденсаторний агрегат (ККА) (марка холодильної машини МВВ20х2-2-2 в складі якої компресор марки 5ПБ20-2-024 (табл. Б.3), електричний зволожувач повітря.

Будівля плодоовочесховища (рис.1) містить окремі камери холодильного зберігання і приміщення де містяться машинне обладнання холодильників. В приміщенні камери 1 знаходиться продукт (плоди або овочі в контейнерах) сформований у окремі штабелі 2 з проміжками для переміщення обслуговуючого персоналу і транспортних засобів. Приміщення камери не герметизовано і тиск завжди дорівнює атмосферному. Для забезпечення низької температури зберігання камера обладнана системою охолодження і розподілу повітря 3. Повітроохолоджувач з вбудованими вентиляторами підключений до ККА 4, який розміщено поза камерою. Для підтримання заданої вологості повітря камера обладнана парозволожувачем 5 для вприскування пари. Для відведення талої води з поверхні повітроохолоджувача використовується піддон 6 [1].

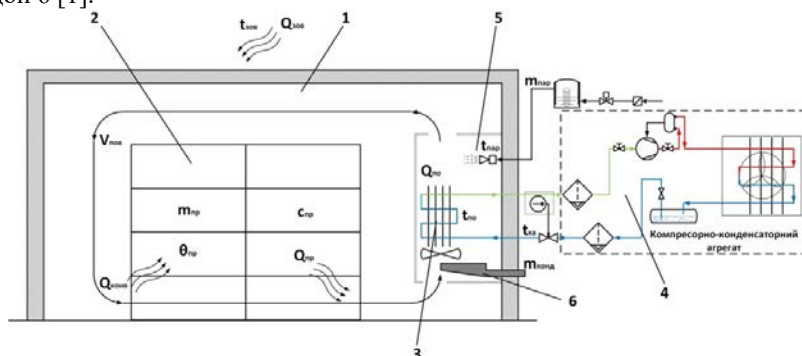


Рисунок 1 - Схема об'єкта автоматизації (холодильна установка)

Функціональні можливості дослідної установки – контроль температури та вологості повітря в плодоовочесховищі; стеження за температурою та вологістю зовнішнього повітря; передача даних на ЕОМ [2].

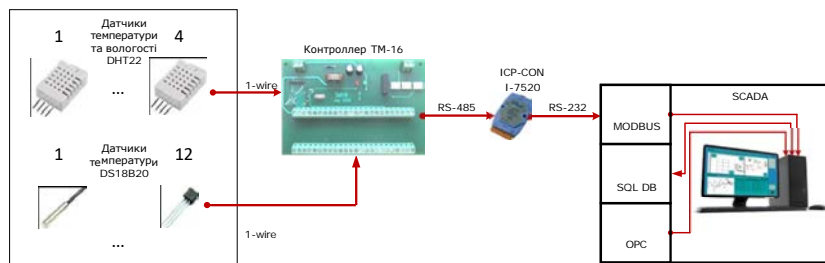


Рисунок 2 – Структурна схема програмно-технічного комплексу

Технічний комплекс містить (рис.2): 16 каналів з них 4 – канали для датчиків DHT-22 та 12 – каналів для під'єднання датчиків DS18B20. Датчики DHT-22 вимірюють відносну вологість та температуру повітря, отже загальна кількість датчиків для вимірювання температури повітря складає 16. Для зв'язку з ЕОМ використовується конвертер ICP DAS ICP CON – 7520, який перетворює інтерфейс RS-485 в RS-232. На ЕОМ встановлено OPC сервер який опитує датчики та передає цю інформацію до бази даних SQL.

Літературні джерела

- 1 Грищенко В. О. Вплив режимних параметрів середовища на втрати ваги маси плодів при зберіганні / В. О. Грищенко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2003. – № 2. – С. 21–25.
- 2 Грищенко В. О. Автоматизація керування системою створення мікроклімату в камері плодоовочесховищ / В. О. Грищенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 194. – Ч. 2 – С. 206–209.

УДК 65-51

**АВТОНОМНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ
ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ МУФЕЛЬНОЇ ПЕЧІ**

М. І. Горбійчук, Н. Т. Лазорів, А. М. Лазорів

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, М. Івано-Франківськ, Україна, mi_profgorb@ukr.net

Муфельна піч як об'єкт автоматичного керування є багатомірним об'єктом, у якому наявні перехресні зв'язки. Одним із способів покращення процесу керування такими об'єктами є синтез автономної системи керування (рис. 1), в якій здійснюється компенсація перехресних зв'язків.

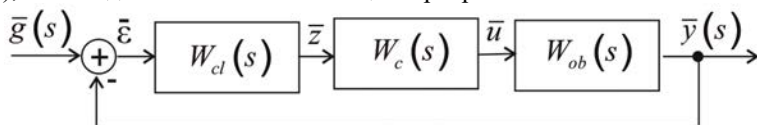


Рисунок 1 – Структурна схема автономної системи

Структурна схема, яка зображена на рис. 1, дає змогу знайти матричну передавальну функцію автономної системи керування муфельною піччю. Маємо

$$W_{yg}(s) = (I + W_{os}(s))^{-1} W_{os}(s), \quad (1)$$

де $W_{os}(s) = W_{ob}(s)W_c(s)W_{cl}(s)$ - матрична передавальна функція розімкненої системи; $W_{cl}(s)$, $W_c(s)$ і $W_{ob}(s)$ - матричні передавальні функції регулятора, компенсатора і об'єкта керування. Допускаємо, що матрична передавальна функція регуляторів $W_{cl}(s)$ - діагональна, ненульові елементи якої передавальні функції регуляторів.

Для того, щоб система автоматичного керування була автономною необхідно, щоб матриця $W_{os}(s)$ була б діагональною.

Оскільки $W_{cl}(s)$ діагональна матриця, то для діагоналізації матриці $W_{os}(s)$ повинна виконуватись умова [1]

$$W_{ob}(s)W_c(s) = \text{diag}W_{ob}(s). \quad (2)$$

Матриця $\text{diag}W_{ob}(s)$ отримана із матриці $W_{os}(s)$ після обнуління її недіагональних елементів.

Із рівняння (2) знайдена матрична передавальна функція компенсатора

$$W_c(s) = W_{ob}^{-1}(s) \text{diag}W_{ob}(s).$$

За відомою передавальною функцією, розімкненої системи, за формулою (1) знайдена матрична передавальна функцію замкненої системи відносно вхідної величини $G(s)$

$$W_{yg}(s) = \begin{bmatrix} \frac{W_{11}(s)W_{11}^{(cl)}(s)}{1+W_{11}(s)W_{11}^{(cl)}(s)} & 0 \\ 0 & \frac{W_{22}(s)W_{22}^{(cl)}(s)}{1+W_{22}(s)W_{22}^{(cl)}(s)} \end{bmatrix},$$

де $W_{ij}(s)$ - передавальна функція i -го виходу по j -входу.

Передавальні функції регуляторів $W_{ii}^{(cl)}(s) = C_0^{(i)} + \frac{C_1^{(i)}}{s}$, $i = 1, 2$.

Параметри налаштування регуляторів $C_0^{(i)}$, $C_1^{(i)}$, $i = 1, 2$, обчислені за умови мінімального значення інтегрального квадратичного критерію [2]

$$J = \int_0^{\infty} (\varepsilon^2(t) + \tau^2 \dot{\varepsilon}^2(t)) dt, \quad (3)$$

де τ - постійна величина; $\varepsilon(t) = g - y(t)$ - похибка керування (величина неузгодженості).

Передавальні функції $W_i(s)$, $i=1,2$ мають однакову структуру і є такими:

$$W(s) = k \frac{b_0 s^2 + b_1 s + b_2}{a_0 s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3}. \quad (4)$$

Мінімізація інтегрального квадратичного критерію (3) при відомих передавальних функціях $W_i(s)$ і $W_i^{(cl)}(s)$, $i=1,2$, які мають вигляд (4), дала змогу отримати параметри налаштування ПІ-регуляторів.

За допомогою програмного забезпечення, розробленого в середовищі MatLab, побудовані графіки перехідних процесів (рис. 2) для першого (а) і другого (б) контурів керування. Оцінка відхилення перехідного процесу за похибкою $\varepsilon(t)$ від оптимального зроблена шляхом побудови екстремалі, яка знайдена за такою формулою: $\varepsilon_{ex}(t) = \varepsilon(0)e^{-t/\tau}$. На рис. 2 також зображені графіки $\varepsilon(t)$ і $\varepsilon_{ex}(t)$.

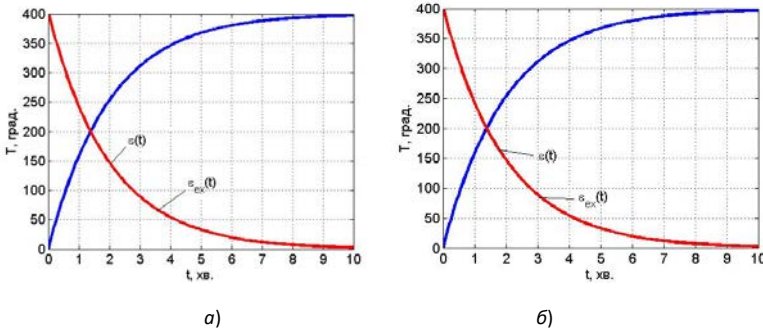


Рисунок 2 – Головне вікно програми CoDis

Таким чином, синтезована автономна система автоматичного керування температурним режимом муфельної печі, яка дає змогу «ліквідувати» перехресні зв'язки і отримати дві незалежні одноконтурні системи керування та обчислені параметри налаштування ПІ-регуляторів за критерієм інтегральної квадратичної оцінки.

Літературні джерела

- 1 Рей У. Методы управления технологическими процессами: пер. с англ. М.: Мир, 1983. 368 с.
- 2 Ньютон Дж. К., Гулд Л. А., Кайзер Дж. Ф. Теория линейных следящих систем: пер. с англ. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. 206 с.

УДК 681.5

**АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИМ АГРЕГАТОМ
НА БАЗІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
ІНФОРМАЦІЇ**

В. С. Борин, к.т.н.; М.М. Лазорів

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail:borynvs@ukr.net

Інтенсивний розвиток мікроелектроніки і підвищення ступеня інтеграції відкрили новий напрямок у створенні мікропроцесорів. З'явилися обчислювальні системи з малим рівнем споживання енергії й універсальних можливостей, що дозволяють вирішувати задачі керування об'єктами різної фізичної природи. На основі їхнього застосування знижуються витрати на автоматизацію основних технічних і допоміжних процесів. У результаті роботи вирішена задача комплексної автоматизації виробництва. Це дозволило збільшити продуктивність праці, зменшити собівартість продукції, що випускається, і значно скоротити ручні операції в нафтогазовій промисловості.

На рис.1 схематично зображено комутацію елементів один з одним. ЕОМ через розширювач СОМ - портів (послідовний порт) QCOM8, що дозволило приєднати до один СОМ порту до 8 контролерів, який комутується з контролером мережі введення висновку, що опитує давачі і за запитом від ЕОМ посилає необхідну інформацію на комп'ютер. Разом з тим такі елементи системи диспетчеризації, як контролер мережі введення-висновку. Розширювач послідовних портів QCOM8 і розширювач дискретних сигналів є створеними спеціально для даних систем.

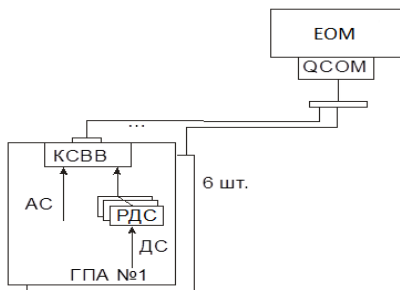


Рисунок 1 - Структурна схема системи контролю параметрів ГПА

На рис.2 зображено функціональну схему системи контролю параметрів ГПА.

Схема відображає принцип роботи системи контролю параметрів загалом, а схема контролера мережі вводу-виводу (КМВВ) представлена в більш детальному вигляді. Побудова системи дала наочне представлення про хід роботи як усієї системи, так і КМВВ і на підставі цього визначили що до переваг КМУВ варто віднести збір великої кількості технологічної інформації одночасно (128 дискретних і 48 аналогових сигналів), а також через низьку швидкодію вплив перешкод на високих частотах усунуто само собою.

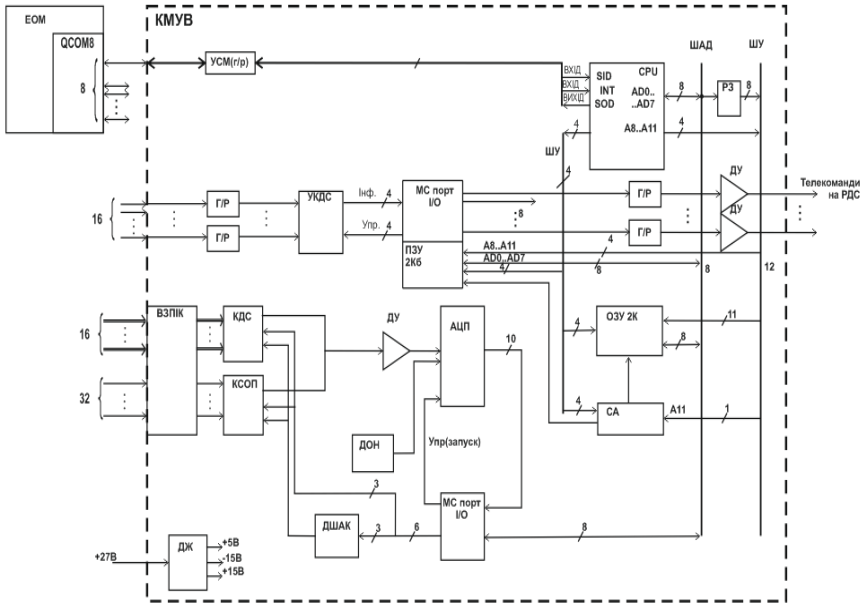


Рисунок 2 – Структурна схема програмно-технічного комплексу

До недоліків даної системи варто віднести наступне: низька швидкодія; «застаріла» елементна база, на якій зібраний КМУВ; комутатори не мають внутрішнього захисту; інтерфейс ІРПС не дає змогу збільшити кількість контролерів на лінії.

В результаті проведеної роботи розглянуто основні способи керування газоперекачувальним агрегатом з використанням класичних та новітніх прогресивних методів та технологій, що дозволило визначити найбільш ефективний спосіб керування, а також підвищити клас точності. На основі їхнього застосування знижуються витрати на автоматизацію основних технічних і допоміжних процесів, а також проаналізовано недоліки мікропроцесорної системи обробки технологічної інформації газорозподільних систем та показано шляхи їх вирішення.

Літературні джерела

- 1 Шевкопляс Б.В. Мікропроцесорні структури. Інженерні рішення./Б.В. Шевкопляс. Довідник;-2-і вид. Перероб і доп. -Москва: Радіо і зв'язок,1990.- 512с.
- 2 Калабеков Б.А. Цифрові пристрої і мікропроцесорні системи: Підручник для технікумів зв'язку. - Москва: Гаряча лінія-телеком, 2000. - 336с.

ЕМПІРИЧНІ МОДЕЛІ МУФЕЛЬНИХ ПЕЧЕЙ

М. І. Горбійчук, Н. Т. Лазорів

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна, mi_profgorb@ukr.net*

Муфельні печі застосовують для нагріву невеликих за розміром різноманітних виробів до заданої температури. Конструктивною особливістю муфельних печей є наявність муфеля [1], який виготовляється з термостійкого матеріалу і розмежує робочий простір печі та зразок, що нагрівається.

Аналіз літературних джерел показав, що не існує аналітичних моделей, придатних для синтезу автоматичних систем керування муфельними печами, які мають прецезійну точність. Тому метою експериментального дослідження було розроблення методу і програмного забезпечення побудови емпіричних моделей муфельних печей з двома елементами нагріву.

Експериментальні дослідження динаміки муфельної печі проводились за такою методикою. Муфельна піч охолоджувалась до кімнатної температури, потім включався нижній тен і фіксувались температури на виходах печі за допомогою експериментального двоканального програмного регулятора температури МИК-344. Другий цикл експериментального дослідження починались з охолодження печі до кімнатної температури з наступним включенням верхнього тону. Спостереження за результатами експерименту велись до стабілізації температури на виходах муфельної печі. Архівування трендів температур здійснювалось за допомогою інтерфейсу RS485/Ethernet та програмного забезпечення SmartReview (продукт ТОВ «Мікрол»).

Попередній аналіз результатів дослідження динамічних властивостей муфельної печі як об'єкта керування показав, що його перехідні характеристики мають аперіодичний характер і можуть бути описані, у загальному випадку, такими передавальними функціями:

$$w(p) = \frac{1 + \sum_{j=1}^m b_j p^j}{1 + \sum_{i=1}^n a_i p^i}, \quad (1)$$

де $w(p) = \frac{W(p)}{k}$ – нормована передавальна функція; $W(p)$ – передавальна функція по одному із чотирьох каналів передачі сигналу; k – коефіцієнт передачі; $a_i, i = \overline{1, n}$, $b_j, j = \overline{1, m}$ параметри нормованої передавальної функції. Для реальних об'єктів завжди виконується співвідношення $m \leq n$.

Була поставлена така задача: за результатами експериментальних досліджень динамічних властивостей муфельної печі визначити структуру і параметри нормованої передавальної функції (1).

Розв'язання задачі було розбито на два етапи. На першому етапі вибиралась структура передавальної функції (1). Такий вибір здійснювався шляхом завдання значень степенів поліномів чисельника m і знаменника n .

Критерієм відбору структури нормованої передавальної функції (1) була сума різних квадратів відхилень розрахункових значень від відповідних експериментальних значень.

Розв'язування задачі визначення параметрів передавальних функцій муфельної печі здійснювалось за розробленою методикою та відповідним програмним забезпеченням.

Проведені експерименти показали, що для різних значень m і n була різна точність апроксимації. При цьому лише для певних значень m і n емпіричні моделі були стійкими, тобто тільки для деяких значень $n \leq 3$ коефіцієнти характеристичного рівняння нормованої передавальної функції є додатними числами. Найвища точність апроксимації отримана для таких значень: $m=2$ і $n=3$. Такі значення m і n забезпечують, у більшості випадків, точність апроксимації на порядок вищий ніж інші значення m і n .

Для чотирьох каналів передачі сигналів передавальні функції будуть:

$$W(p) = k \frac{b_0 p^2 + b_1 p + b_2}{a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3} \tag{2}$$

Табл. 2 вміщує значення параметрів нормованих функцій, які описуються формулою (2).

Таблиця 1 - Параметри емпіричних моделей

Канали передачі сигналів	k	Параметри чисельника ПФ			Параметри знаменника ПФ			
		b_0	b_1	b_2	a_0	a_1	a_2	a_3
$U_1 - T_{Low}$	468.25	7828.23	97.77	1	559116.88	16854.16	206.53	1
$U_1 - T_{Upp}$	459.25	7724.32	97.20	1	612374.61	17821.93	211.50	1
$U_2 - T_{Low}$	150.00	10401.34	136.80	1	1596016.46	34051.10	290.59	1
$U_2 - T_{Upp}$	172.88	9560.48	111.38	1	1133264.06	26531.02	254.91	1

Таким, чином, муфельна піч як об'єкт автоматичного керування є багатовимірним об'єктом з внутрішніми перехресними зв'язками, які представлені передавальними функціями $W_{12}(p)$ і $W_{21}(p)$ по каналам передачі сигналів $U_1 - T_{Upp}$ і $U_2 - T_{Low}$. Наявність таких внутрішніх зв'язків значно ускладнює автоматичне керування об'єктом щодо стабілізації температурного режиму муфельної печі.

Отримані математичні моделі муфельної печі будуть у подальшому використані для розроблення високоефективних систем автоматичного керування для виготовлення деталей, коли необхідна висока точність підтримання температурного режиму.

Літературні джерела

1 Муфельные печи: устройство, характеристики и предназначение. Эл. ресурс: <https://analit-pribor.com.ua/developments/myfelnye-pechi-ystroystvo-harakteristiki-i-prednoznachenie/>.

УДК 681.51

РОЗРОБЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ НА PLC

М. І. Козуляк, О. Р. Корчинський

Інститут інформаційних технологій, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019; тел. (03422)4-60-67, e-mail: kafatr@ukr.net

При налагодженні програмного забезпечення промислових контролера (PLC) часто необхідно проводити тестування алгоритмів керування на стадії проектування без наявності реальних чи лабораторних прототипів об'єктів. В таких випадках можна створити цифровий двійник об'єкта безпосередньо на тому ж або сторонньому PLC не затрачаючи зусилля на розробку лабораторного прототипу. На стадії проектних досліджень, як правило ідентифіковані динамічні властивості об'єкта керування у вигляді передавальної функції виду

$$W(s) = \frac{b_m s^m + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + \dots + a_1 s + a_0}, n \geq m .$$

Очевидно, що для програмної реалізації такого пристрою необхідно перейти від неперервної до дискретної форми запису, а далі отримати програмований алгоритм цифрової реалізації.

Процес отримання програмованих функцій для цифрового двійника можна формалізувати і спростити використавши функції пакету програм Матлаб:

$$W(s) \xrightarrow{c2d, \text{filt}} W(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} b_i z^{-i}}{1 + \sum_{k=1}^{M-1} a_k z^{-k}} . \quad (1)$$

Співвідношення вхід/вихід лінійної дискретної системи однозначно пов'язане з його основною характеристикою в z-області - передавальною функцією і має вигляд лінійного математичного перетворення у вигляді різницевого рівняння (PP):

$$y(n) = \sum_{i=0}^{N-1} b_i x(n-i) - \sum_{k=1}^{M-1} a_k y(n-k) \quad (2)$$

де b_i, a_k - раціональні коефіцієнти PP - параметри системи; i, k - значення затримок впливу та реакції; $(N-1), (M-1)$ — константи, що визначають максимальні затримки.

Крім загального виду (1), передавальна функція може бути представлена своїми різновидами: добуток множників другого порядку (каскадна система) та сума простих дробів (паралельна структура). Ці представлення мають найчастіше практичне застосування при реалізації, оскільки більша частина контролерів має обмежену розрядну сітку і пряма реалізація (2) не дає позитивних результатів.

Каскадній структурі з біквдратних ланок відповідає подання передавальної функції у вигляді залежності :

$$W(z) = \prod_{k=1}^L \frac{c_{0k} + c_{1k}z^{-1} + c_{2k}z^{-2}}{1 + d_{1k}z^{-1} + d_{2k}z^{-2}}. \tag{3}$$

Рекурсивні ланки 2-го порядку можна представити різницеvim рівнянням

$$y[n] = c_0x[n] + c_1x[(n-1)t_0] + c_2x[(n-2)t_0] - d_1y[(n-1)t_0] - d_2y[(n-2)t_0], \tag{4}$$

де t_0 - час квантування; $y[n]t_0, y[(n-1)t_0, y[(n-2)t_0]$ -значення на виході секції відповідно на $n, n-1$ і $n-2$ такті контролера; $x[n]t_0, x[(n-1)t_0, x[(n-2)t_0]$ - значення на вході секції відповідно на $n, n-1$ і $n-2$ такті контролера.

Програмна реалізація симуляторів технологічних об'єктів мовою FBD представлена на рис. 1.

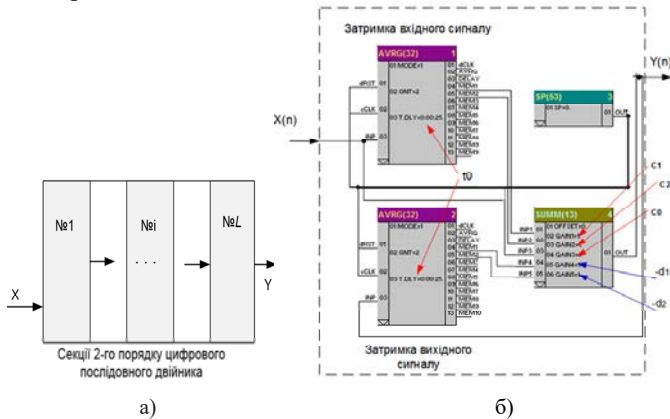


Рисунок 1 – Загальна реалізація цифрового двійника а) та біквдратної секції (4) в PLC б)

Для реалізації коректора на PLC МІК-53 застосовані функціональні блоки AVRГ, які виконує функцію стекової пам'яті FIFO для входу і виходу та суматор SUMM з необхідною кількістю входів .

Таким чином, сучасні універсальні промислові контролери мають всі можливості для інтегрування коректорів і цифрових двійників в контури керування з метою підвищення ефективності роботи систем та налагодження їх функціонування на стадії проектування.

Літературні джерела

1 Когутяк М. І., Лагойда А. І. Мікропроцесорні технічні засоби автоматизації. Ч. 2. FBD-програмування PLC : навчальний посібник. – ІФНТУНГ, 2019. – 189 с.

2 Когутяк М.І Синтез динамічних коректорів на PLC/Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, 7 жовтня, 2021р.-с.57-58.

УДК: 004.738.5-004.732-621.391

ВИКОРИСТАННЯ РЕКУРСИВНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ РЕЗЕРВУВАННЯ ТА БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ МІЖ КАНАЛАМИ НА ПРИКЛАДІ ЛОКАЛЬНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ІНМ НАН УКРАЇНИ

В. М. Кулаківський, О. М. Давидов

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної Академії Наук України,
04074, м. Київ, вул. Автозаводська 2,alcon@ism.kiev.ua*

Однією з найважливіших характеристик локальної обчислювальної мережі підприємства - це надійність зв'язку локальної мережі (intranet) з глобальною мережею Internet. Зазвичай це питання вирішується створенням декількох незалежних підключень до глобальної мережі Internet. Мережа Інституту надтвердих матеріалів НАН України (ІНМ НАНУ) відноситься до середньої або великої локальної мережі (близько 300 користувачів). На даний час корпоративні мережі таких розмірів мають, як правило, не менше двох незалежних підключень. Надалі ми будемо використовувати назву «Підключення1» для основного каналу — та «Підключення2» для резервного каналу.

На перших етапах побудови мережі ІНМ НАНУ функції маршрутизаторів виконували сервери на платформах x86/x64 під керуванням ОС FreeBSD. Однак дана операційна система, як і інші серверні ОС для платформи x86/x64 не мали (і не мають досі) вбудованих засобів для зручного перемикання між каналами, отже, для перемикання у разі відмов одного з каналів було необхідно або ручне втручання, або використання написаних скриптів.

Зазвичай, для досить великих мереж, що мають власні, зареєстровані в RIPE, номери автономної системи (AS), таке завдання також вирішується за допомогою протоколу BGP, точніше E-BGP, протоколу граничного шлюзу [1], зовнішньої версії, для маршрутизації між AS [1, 2]. Однак, зовнішній блок IP-адрес, як правило, що використовується в корпоративних мережах середніх масштабів, становить до 30 адрес (у CIDR підмережа /27), зареєструвати окрему AS для такого блоку неможливо. Альтернативні ж рішення — використання "приватних" номерів AS, або маршрутизація всередині самої AS з використанням внутрішньої версії протоколу BGP, I-BGP — виявилось не передбаченим автоматизованою системою управління мережею uplink-провайдера «Підключення1», тому основний uplink-провайдер відмовився анонсувати маршрути BGP-4.

І ручне втручання, і використання скриптів — мають суттєві недоліки, тому зі зростанням локальної мережі ІНМ НАНУ став здійснюватися поетапний перехід на апаратні маршрутизатори MikroTik під керуванням RouterOS, яка має вбудовані засоби моніторингу шлюзів:

1) за допомогою пошуку в таблиці agr (таблиці відповідностей фізичних адрес мережевих пристроїв та IP адрес);

2) за допомогою ping (утиліта для перевірки з'єднань у мережах TCP/IP).

Для використання цих засобів достатньо встановити два (або більше) default-route (маршрут за замовчуванням) на «Підключення1» і «Підключення2» з різними метриками. За такої конфігурації трафік відправлятиметься через основний канал — маршрут з меншою метрикою. У разі відмови основного каналу, коли ring на його шлюз за замовчуванням зникає, маршрут стає неактивним, і трафік перенаправляється через резервний канал. Таким чином, немає необхідність ручної зміни default route. Однак це часткове вирішення проблеми резервування каналів доступу до Інтернету, оскільки що така конфігурація дозволяє відслідковувати лише стан каналу до найближчого шлюзу default route. У разі проблем або із зовнішнім каналом самого uplink-провайдера, або навіть далі, на магістральному каналі Інтернет (таке хоч і дуже рідко, але все ж таки трапляється) дана конфігурація не зможе автоматично переключитися з основного каналу на резервний, або навпаки, оскільки default router відповідатиме на запити ring.

RouterOS MikroTik дає можливість вносити рекурсивні маршрути вручну, як статичні, і при цьому перевіряти їх працездатність за допомогою ring. Методика даного налаштування детально описана на різних блогах, форумах в Інтернеті та в офіційній документації для MikroTik у прикладах [3], тому детально не будемо зупинятися. Зазначимо лише загальне правило: значення target score має бути більшим або рівним, ніж score попереднього маршруту. Таким чином було досягнуто досить ефективне і надійне резервування каналів доступу до Інтернету: досить «далеке» розташування точки моніторингу гарантує доступність, інакше основний канал переключиться на резервний.

Однак у процесі спостереження за трафіком у мережі ми дійшли висновку, що цього недостатньо. Недоліки такої конфігурації:

1) у разі відмови зовнішнього магістрального каналу uplink-провайдера, у нашому випадку це «Підключення1», або навіть за його межами, або проблем на самому «перевірочному» сервері цей маршрут буде помічений як непрацездатний і весь трафік буде перенаправлено на резервний канал, незважаючи на те, що сама мережа «Підключення1» залишалася б робочою;

2) швидкість резервного каналу вчетверо менша, ніж основного, проте у цій конфігурації він буде «простоювати», бо через нього будуть відправлятися лише контрольні ring-запити на сервер, а незважаючи на меншу швидкість, було б бажано, щоб він також використовувався, а не просто простоював в очікуванні відмови основного каналу.

RouterOS, використовувана на маршрутизаторах MikroTik, як було зазначено з прикладу з default-route, дозволяє реалізувати статичну маршрутизацію з допомогою рекурсивних статичних маршрутів. Отже, є можливість запровадити статичні маршрути для потрібних мереж, причому так, щоб працездатність даних статичних маршрутів також перевірялася за допомогою ring. Цей підхід і був реалізований під час заповнення статичних маршрутів на центральному, тобто безпосередньо підключеним до обох мереж uplink-провайдерів.

Окремо слід зупинитися на технології ECMP, точніше на її реалізації в RouterOS MikroTik. Технологія ECMP (Equal Cost Multipath Routing) дозволяє теоретично балансувати трафіком між двома або більше шляхами за алгоритмом "round robin" або "по пакетах", або "по потоках", детальніше [4]. Однак при цьому в реалізації ECMP RouterOS не працює перевірка працездатності каналу за допомогою `arp` або `ping`. Однак цей мінус також можна частково «компенсувати» саме встановленням рекурсивних маршрутів, тому що в разі падіння одного з каналів роутер автоматично переключить рекурсивний маршрут на інший інтерфейс. Однак використання даної технології на більшості маршрутів недоцільне з таких причин:

1) внаслідок використання технології NAT та протоколу TCP, коли з'єднання встановлюється між конкретними хостами, трафік просто не може балансуватися між різними інтерфейсами, доки сеанс TCP не буде завершений і не буде ініціалізований новий.

2) пропускна спроможність каналів «Підключення1» (основне) і «Підключення2» (резервне) помітно відрізняються, тому розподіляти весь трафік «наполовину» за алгоритмом «round robin» також недоцільно.

Ця технологія була реалізована при підключенні розподіленої гетерогенної корпоративної мережі Інституту надтвердих матеріалів НАН України [5], а також дочірніх підприємств.

Літературні джерела

1 A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4) [Електронний ресурс]. -- Режим доступу: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4271>.

2 С. Манн, М. Крелл. Linux. Администрирование сетей TCP/IP. Пер. с англ. - М.: ООО "Бином-Пресс", 2003. -- 656 с.:ил.

3 Manual:Using scope and target-scope attributes [Електронний ресурс]. -- Режим доступу: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Using_scope_and_target-scope_attributes.

4 Марат Сибгатулин. ECMP и превратности балансировки на сетевом оборудовании [Електронний ресурс]. -- Режим доступу: <https://nag.ru/material/36217>.

5 Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України: [Електронний ресурс]. -- Режим доступу: <http://www.ism.kiev.ua>.

УДК 531.7

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КЛІМАТИЧНИМИ ВИПРОБУВАННЯМИ ГУМОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

В. Ю. Денисюк, Л. О. Гуменюк

Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна, v.denysiuk@lntu.edu.ua

При розробці нових рецептур гумотехнічних виробів (ГТВ), а також при контролі якості існуючих виробів, поряд з різними механічними випробуваннями, здійснюють ряд випробувань зразків виробів на стійкість до руйнування під впливом факторів старіння (кліматичних, агресивності середовищ тощо). Під впливом кліматичних факторів (кисню та озону, світла, температури, вологості), відбувається погіршення фізико-механічних властивостей ГТВ, і, як наслідок їх руйнування, спричинене процесом старіння. Для управління процесами кліматичних випробувань ГТВ застосовуються автоматизовані кліматичні камери (КК), що дозволяють моделювати цілеспрямовані впливи агресивних кліматичних факторів на досліджувані зразки ГТВ, ідентичні умовам експлуатації виробів.

Однак контроль ступеня та характеру руйнування ГТВ в КК на сьогоднішній день не автоматизований, і проводиться оператором візуально за допомогою найпростіших інструментальних засобів у дискретні моменти часу. Це значно знижує ефективність систем управління випробуваннями з використанням КК, а також викликає труднощі при вивченні процесу старіння ГТВ.

Ступінь та характер руйнування ГТВ можуть бути оцінені з використанням аналізу фотографій виробу, одержаних за допомогою методів машинного зору.

Аналізуючи існуючу структуру випробувань ГТВ та експериментальні дані, можна зробити висновок, що у динаміці ступінь і характер розтріскування можна оцінити суб'єктивно і з високою часткою похибки. Тому доцільне застосування в процесі випробування оптичних/оптико-електронних систем (фотокамер), що дозволяють із заданою дискретністю фіксувати стан поверхні розтріскування зразка ГТВ. Отримана серія зображень з фотокамери може бути передана на ЕОМ зі спеціальним програмним забезпеченням для автоматичної обробки та візуалізації процесу старіння ГТВ, а також вироблення рекомендацій особою, яка приймає рішення щодо управління процесом випробування [1, 2].

Структурна схема модифікованої автоматизованої системи управління кліматичними випробуваннями ГТВ з використанням підсистеми динамічного фотоаналізу показників старіння ГТВ представлена на рисунку 1.

Зображення зразка ГТВ з фотокамери надходять на робочу станцію, де його піддають обробці фільтрами з метою усунення перешкод та отримання характеристик старіння ГТВ. Використання автоматизованої підсистеми динамічного фотоаналізу показників старіння ГТВ дозволяє перекласти моніторинг стану ГТВ в КК з дослідника на ЕОМ. У модифікованій структурно-функціональній схемі випробувань ГТВ фотокамера перебуває у

поєднанні з кліматичною камерою, тому функція виконання фотознімків перенесена у підсистему КК [2].

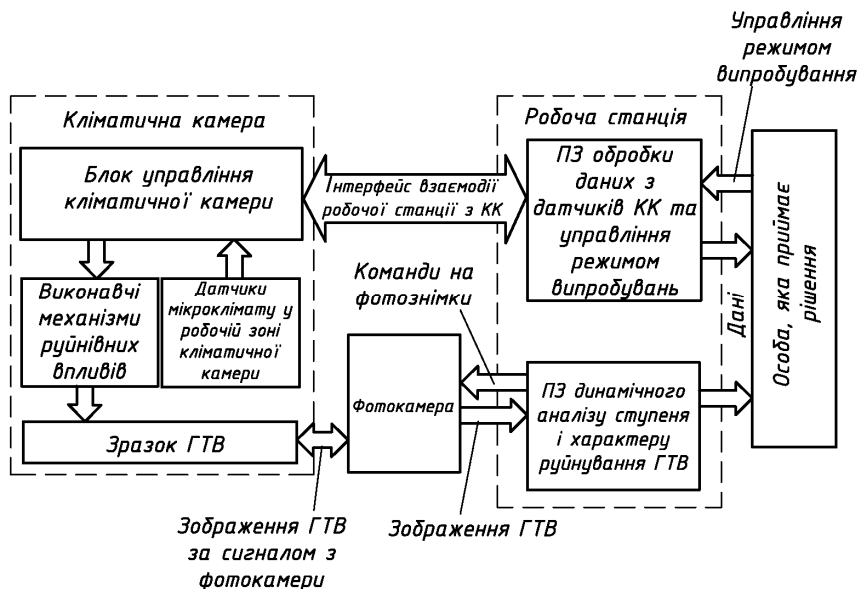


Рисунок 1 – Структурна схема модифікованої автоматизованої системи управління кліматичними випробуваннями ГТВ

При використанні розробленої методики автоматизованого контролю, а також підсистеми динамічного фотоаналізу показників старіння ГТВ з'являється можливість оперативніше та точніше вносити коригування у робочий режим випробувань у КК за рахунок безперервного контролю показників старіння ГТВ. Отримані відомості можуть бути використані для прийняття рішення для управління випробуванням або доцільності модифікації рецептури зразка ГТВ.

На основі результатів виконаного системного аналізу проблем та методів кліматичних випробувань ГТВ, а також існуючої методики випробування розроблено модифіковану систему управління кліматичними випробуваннями на стійкість до факторів старіння ГТВ в КК шляхом введення підсистеми динамічного фотоаналізу ступеня руйнування зразків, що дозволяє безпосередньо в процесі випробувань отримувати оперативну інформацію про хід процесу старіння ГТВ та приймати рішення щодо управління випробуванням ГТВ в КК.

Літературні джерела

- 1 Бобух А.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2006. 185 с.
- 2 Gan G., Ma C., Wu J. Data clustering: theory, algorithms and applications. Philadelphia: SIAM, 2017. 455 p.

УДК 004.3+004.93

ДО ПИТАННЯ БІОМЕТРИЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ

О. Л. Кайдик, Т. В. Терлецький, О. С. Меус

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна, o.kaidyk@lntu.edu.ua

На даний час біометрична ідентифікація людини є додатковим рівнем захисту, оскільки її біометричні дані складно підробити. При цьому біометричні дані окремовзятої особи залишаються незмінними та унікальними протягом усього її життя.

З-поміж основних переваг автентифікації за біометричними параметрами достатньо зупинитись на особистих даних, які неможливо забути, втратити, передати іншим особам або викрасти, відтворити у повному об'ємі [2].

Щодо самих методів біометричної автентифікації, то на практиці широко використовують як статистичні, так і динамічні характеристики особистості. Класифікацію біометричних методів за принципом їх дії подано на рисунку 1.

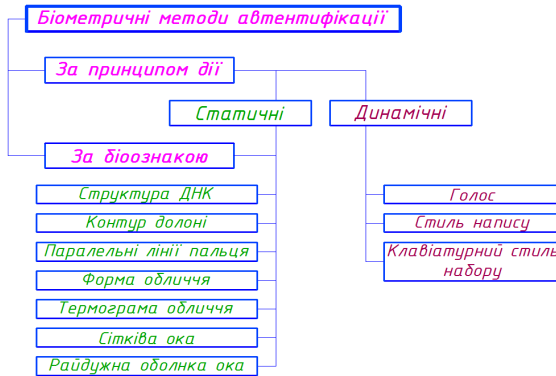


Рисунок 1 – Біометричні методи автентифікації

До біометричних характеристик людини зазвичай відносять: голос, обличчя, структуру ДНК, відбитки пальців, контур долоні, малюнок вен руки, сітківка ока, особливості підпису, хода тощо.

Методи біометричної автентифікації поділяють на два види [1]:

- статистичні – методи, які засновано на вивченні та аналізі характеристик, які не змінюються протягом усього життя людини (відбитки пальців, малюнок райдужної оболонки ока, структура ДНК тощо);
- динамічні – методи, які побудовано на аналізі характеристик людини, які можуть змінюватись протягом її життя (хода, стиль напису, характер набору на клавіатурі).

Ідеальна біометрична характеристика повинна володіти наступними властивостями:

- універсальність – можливість представлення людини однією/єдиною характеристикою;

- унікальність – виключення можливості існування двох осіб з ідентичними характеристиками;
- сталість – незалежність характеристики/показника відносно часу та зовнішніх умов;
- вимірювання/зчитування – можливість швидкого та легкого отримання характеристики.

Аналіз біометричних показників людини (таблиця 1) дозволить сформувати експертну оцінку її властивостей, яка дозволить прискорити процес призначення процедури надання доступу в інформаційній системі.

Таблиця 1 – Оцінювання якостей біометричних показників людини

Характеристика	Універсальність	Унікальність	Сталість	Вимірювання
Форма обличчя	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>середня</i>	<i>висока</i>
Термограма обличчя	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>низька</i>	<i>висока</i>
Відтиск пальця	<i>середня</i>	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>середня</i>
Геометрія руки	<i>середня</i>	<i>середня</i>	<i>середня</i>	<i>висока</i>
Райдужна оболонка ока	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>середня</i>
Сітківка	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>середня</i>	<i>низька</i>
Підпис	<i>низька</i>	<i>низька</i>	<i>низька</i>	<i>висока</i>
Голос	<i>середня</i>	<i>низька</i>	<i>низька</i>	<i>середня</i>
Відтиск губ	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>середня</i>	<i>низька</i>
Особливості вушної раковини	<i>середня</i>	<i>середня</i>	<i>середня</i>	<i>середня</i>
Динаміка напису	<i>висока</i>	<i>висока</i>	<i>низька</i>	<i>висока</i>
Хода	<i>висока</i>	<i>середня</i>	<i>низька</i>	<i>низька</i>

Варто зауважити, що передумовою до впровадження процедури біометричної автентифікації є біометрична ідентифікація (основне завдання біометричних систем). Принциповою відмінністю ідентифікації та автентифікації є рівень довіри до користувача.

На попередньому етапі ідентифікації системи рівень довіри до реєстрованого користувача апіорно високий. При цьому біометрична ідентифікація здійснюється під прямим контролем її власника, що підтверджує повноваження реєстрованої особи. Режим біометричної автентифікації, навпаки, передбачає низький рівень довіри до особи. Під час біометричної автентифікації власник-заявник повинен довести справжність своєї заявленої характеристики шляхом надання унікальних біометричних образів.

Відзначимо, що біометрична автентифікація є потенційно вразливою, у тому випадку, коли її використовують незалежно від методів класичної автентифікації, які базуються на протоколах із використанням паролів та ключів. Достатній рівень інформаційної безпеки забезпечують лише шляхом поєднання методів класичної та біометричної автентифікації.

Літературні джерела

1 Болл Р.М., Коннел Дж.Х., Панканти Ш., Ратха Н.К., Сеньор Э.У. Руководство по биометрии. – Москва : Техносфера, 2007. – 368 с.

2 Шаньгин В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах. – Москва : ИД «Форум», 2012. – 592 с.

УДК 681.5.015

СИНТЕЗ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ В РЕКТИФІКАЦІЙНІЙ КОЛОНІ

В. О. Лось

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, e-mail: vitaliyloslos@gmail.com

Змодельуємо нашу систему в Matlab Simulink і подамо різні сигнали на вхід (рис. 1):

$$W(p) = \frac{0,02192p + 5,155 \cdot 10^{-5}}{p^3 + 0,2677p^2 + 0,004492p + 0,0002187}$$

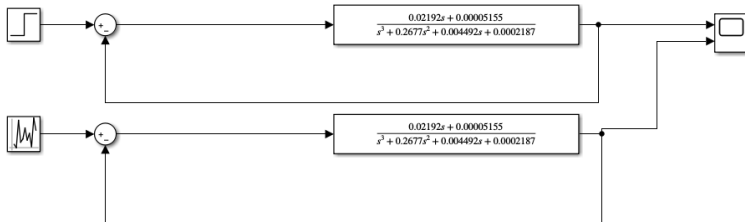


Рисунок 1 – САК на вході із кроковим та випадковим сигналами

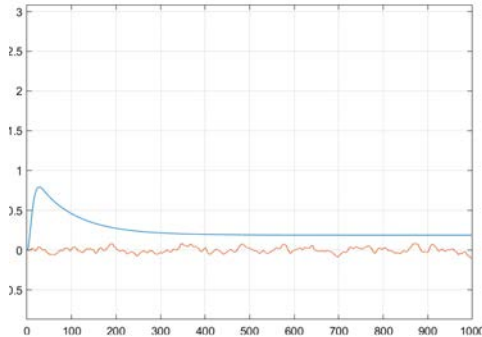


Рисунок 2 – Результати подачі на вхід крокового та випадкового сигналів

Система з кроковим сигналом є стійкою, а з випадковим - ні. Для отримання позитивного результату використаємо нечіткий регулятор (рис. 3).

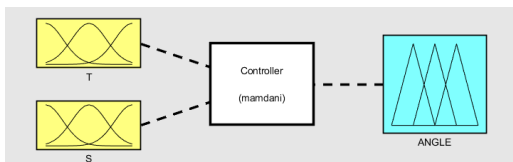


Рисунок 3 – Система типу Мамдані

Для коректної роботи даного регулятора складаємо базу правил (рис. 4).

```

1. If (T is HOT) and (S is PS) then (ANGLE is NB) (1)
2. If (T is HOT) and (S is NS) then (ANGLE is NS) (1)
3. If (T is HOT) and (S is Z) then (ANGLE is NS) (1)
4. If (T is WARM) and (S is PS) then (ANGLE is NM) (1)
5. If (T is WARM) and (S is NS) then (ANGLE is Z) (1)
6. If (T is WARM) and (S is Z) then (ANGLE is NS) (1)
7. If (T is COLD) and (S is NS) then (ANGLE is PB) (1)
8. If (T is COLD) and (S is PS) then (ANGLE is PS) (1)
9. If (T is COLD) and (S is Z) then (ANGLE is PM) (1)
10. If (T is COOL) and (S is NS) then (ANGLE is PM) (1)
11. If (T is COOL) and (S is PS) then (ANGLE is Z) (1)
12. If (T is COOL) and (S is Z) then (ANGLE is PS) (1)
13. If (T is NORMAL) and (S is PS) then (ANGLE is NS) (1)
14. If (T is NORMAL) and (S is NS) then (ANGLE is PS) (1)
15. If (T is NORMAL) and (S is Z) then (ANGLE is Z) (1)
    
```

Рисунок 4 – система правил для фази регулятора

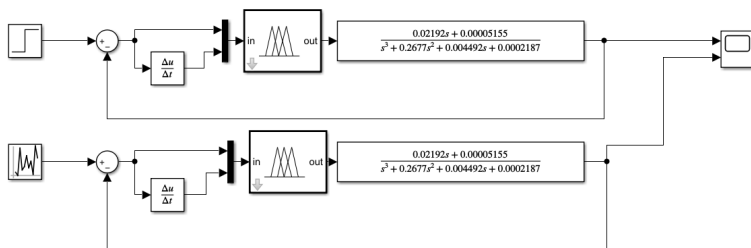


Рисунок 5 – САК із нечітким регулятором

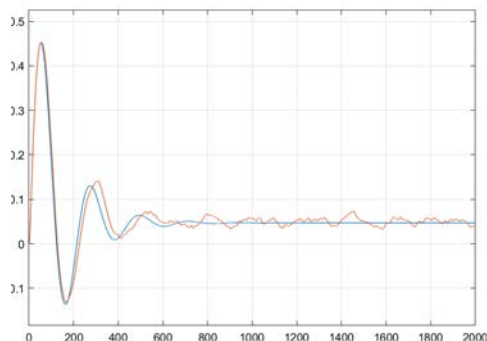


Рисунок 6 – робота системи із нечітким регулятором

Як бачимо на графіку, система з випадковим сигналом дала позитивний результат.

Літературні джерела

1 Гарасимів В.М., Слободян Б.М. Моделювання процесу регулювання тиску в ректифікаційній колоні. Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості : тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. аспірантів, молодих вчених і студентів (м. Івано-Франківськ, 8 жовтня 2020 р.). Івано-Франківськ, 2020. С. 213-215.

УДК 621.316.1

ВДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ СТАТИЧНИМИ КОМПЕНСАТОРАМИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ (ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ)

А. О. Соломчак, М. Я. Николайчук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м.Івано-Франківськ, Україна, solomchak@ukr.net*

Електричні навантаження генерують і споживають реактивну потужність. Оскільки навантаження часто значно змінюється, баланс реактивної потужності в мережі також змінюється. Це може призвести до неприпустимих відхилень напруги, включно з коливаннями або навіть перенапругами.

Як і статичні тиристорні компенсатори (СТК), статичні синхронні компенсатори (СТАТКОМ) можуть миттєво генерувати чи споживати реактивну потужність у відповідь на коливання напруги, підтримуючи стабільність мережі. СТАТКОМ працює за принципом перетворювача джерела напруги (ПДН), поєднуючи унікальну широтно-імпульсну модуляцію (ШІМ) з мілісекундним перемиканням. СТАТКОМ функціонує з дуже обмеженою потребою у гармонічних фільтрах, що сприяє незначному впливу на мережу.

Встановлення СТАТКОМ в одній або кількох відповідних точках мережі збільшить можливості передачі електроенергії за рахунок підвищення стабільності напруги та підтримки форми синусоїди напруги за різних умов мережі. Його здатність виконувати активну фільтрацію також дуже корисна для покращення якості електроенергії.

Проте існує потреба у вдосконаленні алгоритмів керування СТАТКОМ, наприклад, для підтримки слабких мереж і покращення продуктивності великих вітрових електростанцій за змінних умов мережі.

Також СТАТКОМ можна використати в електричних мережах високошвидкісних залізниць і важких промислових установок, де його можна застосувати для симетрування напруги асиметричних навантажень, зниження коливань напруги, створюваного електродуговими печами, і активної фільтрації гармонік.

Потє використання СТАТКОМ для вирішення комплексних задач потребує розробки спеціальних алгоритмів керування СТАТКОМ, що є перспективною науковою задачею.

Літературні джерела

1 J. Kumar, A. K. Jaiswal, A. Agarwal and N. Singh, "Power Quality Improvement of a Grid Connected Wind Energy Conversion System Using Fuzzy Logic Controlled STATCOM," 2022 2nd International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC), 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/PARC52418.2022.9726548.

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ССТV

Т. В. Терлецький, О. Л. Кайдик

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна, t.terletskiy@lntu.edu.ua

Галузь інформаційних систем технічного забезпечення охорони і безпеки за минулі десятиліття серйозно змінилася, змінилися і підходи до їх проектування.

Раніше підбір обладнання системи відеоспостереження (ССТV) для вирішення конкретного оперативного завдання був схожий на невелике польове дослідження, а обрані «на око» параметри камер могли бути помилковими і не обґрунтованими. Сучасні ССТV являють собою буденні системи різної складності, які можна запроєктувати спеціалізованими програмними засобами автоматизації, в результаті чого замовник отримує технічне рішення і зрозумілий бюджет для його узгодження.

Це означає, що дана сфера інженерної діяльності супроводжується відповідними прикладними пакетами САПР, а сучасний ринок потребує інженерів, які володіють інструментами планування та проектування даних систем ще на етапі узгодження технічного завдання на майбутню систему.

Існують різні підходи до проектування подібних систем. Можна використовувати окремі утиліти-калькулятори і стандартні CAD/BIM системи для оформлення результатів. Інший варіант – спеціалізоване програмне забезпечення для ескізного проектування.

Від того як виконавець спілкуватиметься з замовником буде залежати його рішення про подальшу співпрацю з ним. При цьому важливо проявити професіоналізм, але не бути зарозумілим. Замовник не зобов'язаний розуміти значення спеціальних термінів і розбиратися в технічних характеристиках – це пряма задача виконавця. Замовник повинен чітко зрозуміти суть пропозиції, причину кожного технічного рішення, і цьому також допомагає застосоване спеціалізоване програмне забезпечення – саме це викликає довіру до виконавця як до професіонала.

На сучасному ринку спеціалізованого програмного забезпечення проектування ССТV представлені програмні продукти різних виробників такі як «Проектувальник ССТV», «VideoCAD», «IP Video System Design Tool» тощо.

Ці програми покликані допомогти проектувальнику у виконанні наступних розрахунків [1]:

- відеокамер на об'єкті, що потребує охорони з урахуванням різних чинників (зон контролю, просторової роздільної здатності, джерел природного та штучного освітлення тощо) [2];

- необхідні типи кабелів, їх перетин, метраж кабельних трас;

- час автономної роботи системи відеоспостереження.

На основі внесених даних програми для проектування систем відеоспостереження повинні могли сформувані такі документи як:

- структурні схеми електричних підключень і кабельного розведення, як електропостачання, так приймально-передавальних трактів;

- таблиці кабельного журналу;
- сформувати відповідні розрахунки для пояснювальної записки;
- сформувати таблицю переліку необхідного обладнання для погодження.

Спеціалізований софт допоможе вирішити цю задачу за рахунок можливостей 3D моделювання і крім зон огляду на 2D плані проєктант отримуватиме тривимірну модель того, що майбутня камера «побачить» на 3D моделі об'єкта замовника. Змінюючи місце розташування камери і її технічні характеристики проєктувальник отримає наочні відображення того, як це впливає на видимість об'єкта спостереження.

Беручи до уваги функціональні можливості згаданих програмних продуктів та узагальнивши методики роботи з ними було виділено низку характерних послідовних етапів, які потрібно проробити в них для створення реалістичної моделі ескізного проєкту CCTV. Основний алгоритм дій наступний:

1. Формування файлу відображення або кресленника об'єкта у вигляді геопідкладки, знімку з супутника (Google Map) чи плану у форматі (.BMP, .JPG, .JPEG, .PNG, .PDF, .DXF, .DWG).
2. Завантаження файлу відображення або кресленника об'єкта в якості підкладки для побудова моделі у вкладці «план місцевості»;
3. Побудова (за потреби) реалістичної моделі об'єкта;
4. Вибір місця встановлення камер та підбір їх технічних характеристик;
5. Розрахунок загального бітрейта з камер і вибір ємності жорстких дисків для зберігання заданої глибини архіву;
6. Складання кабельного журналу і розрахунок потреби в кабелі.
7. Формування ескізного проєкту.

Як результат роботи проєктувальника в спеціалізованій САПР для проєктування відеоспостереження буде технічно вірно виконаний проєкт (технічне завдання на інсталяцію системи) з планом розташування камер та місць розміщення необхідного обладнання, схемою прокладання комунікацій, а також з моделями перспективних зображень з кожної з майбутніх камер спостереження. Презентабельно оформлений проєкт, де крім вартості та набору обладнання та матеріалів замовник зможе наочно побачити що він отримає і за що ж він в результаті заплатить.

Літературні джерела

1 Критерії вирішення оперативних задач світових стандартів інформаційних систем CCTV / Терлецький Т.В., Ткачук А.А., Кайдик О.Л., Цебрук В.Р. // Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк: Луцький НТУ, 2020. №41. – С. 218-227.

2 Шляхи визначення граничної доцільності застосування стандартних критеріїв вирішення оперативних задач інформаційними системами CCTV / Цебрук В.Р., Терлецький Т.В., Кайдик О.Л. // Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (29-30 жовтня 2020 р.): збірник тез – Луцьк, ВНЗ Луцький НТУ, 2020. – 104 с. - С. 91-92.

УДК 681.53

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ РЕАКЦІЙНОЇ СУМІШІ

І. Р. Бабінський, О. В. Кучмистенко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, akat@nung.edu.ua.*

Ефективність процесу перемішування реакційної суміші істотно залежить від конструкції і швидкості обертання механічного перемішуючого пристрою, що вони наразі визначаються експериментальним шляхом для кожної суміші [1]. У промисловості і в лабораторній практиці застосовуються наступні типи механічних перемішуючих пристроїв: лопатеві, пропелерні, якірні, гвинтові (шнекові), скребкові, магнітні, відцентрові і вібраційні [1].

При перемішуванні нагрітої реакційної суміші лопатевим механічним пристроєм на малих (до 100 об/хв.) кутових швидкостях відбувається обертання суміші по колу, що призводить до розподілу ДФ за об'ємом ДС. При спостерігається ламінарний режим диспергування ДФ, при якому, у деяких випадках, процес механічної деструкції протікає дуже повільно, що зумовлює не високу ступінь дисперсності ДФ та неможливість рівномірного його розподілу за об'ємом ДС (утворюються скупчення частинок). При підвищенні швидкості обертання мішалки до утворення турбулентного режиму, за котрого виникають вихрові потоки руху суміші в площині обертання від центру ротору перемішуючого пристрою. В результаті у осьовій зоні останнього утворюється область зниженого тиску, в яку втягуються верстви суміші, що знаходяться нижче і вище площини активного вузла перемішуючого пристрою. Такий режим диспергування ДФ обумовлює більшу інтенсивність механічної деструкції полімеру, високий ступінь його дисперсності та більш рівномірний розподіл за об'ємом ДС.

Також слід враховувати, що досягти найбільшої рівномірності розподілу ДФ по об'єму ДС можна лише у в'язко-текучому стані дисперсної системи, а надто – ДФ (це, звичайно, в тому разі, коли ми маємо за мету спростити технологію виготовлення кінцевого продукту за рахунок об'єднання в одному апараті стадій подрібнення ДФ та її усереднення у ДС). Отже реакційну суміш необхідно нагрівати до температури не нижчої за температуру плавлення полімерної ДФ.

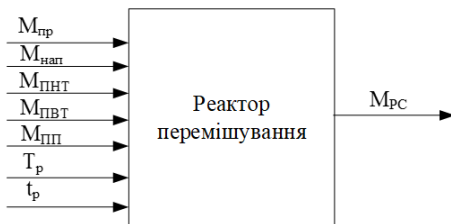


Рисунок 1 – Модель «вхід-вихід» реактора перемішування

На процес утворення реакційної маси МРС для отримання пластичних масил впливають наступні параметри (рис. 1): $M_{пр}$ – маса присадки, кг; $M_{нап}$ – маса присадки, кг; $M_{ПНТ}$ – маса поліетилен низького тиску, кг; $M_{ПВТ}$ – маса поліетилен високого тиску, кг; $M_{ПП}$ – маса поліпропілен, кг; T_r – температура реакції, $^{\circ}C$; t_r – час реакції, с.

Найбільший вплив на отримання реакційної суміші має температура всередині реактора перемішування. Тому виконаємо синтез АСР для цього параметру (рис. 2).

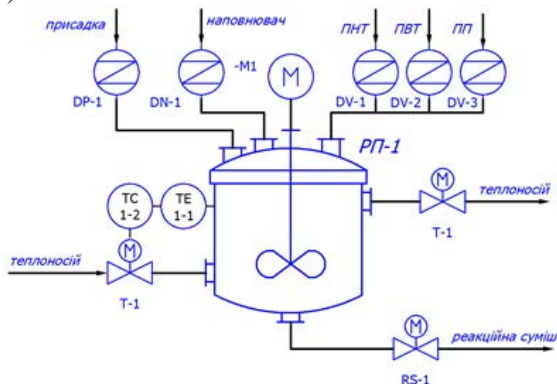


Рисунок 2 – Контур регулювання температури в реакторі перемішування

Для отримання математичної моделі об'єкта керування, а це реактор перемішування з давачем і регулюючим органом, необхідно провести експеримент для отримання перехідної характеристики.

Літературні джерела

1 Черный Р. Пластичные смазки / Р. Черный.: PWN, 2018. – 292с.

УДК 851.5

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ ЕТИЛЕНУ

В. С. Борин, к.т.н.; А. А. Ікалюк

*Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail:borynvs@ukr.net*

У роботі представлено проектування та реалізацію ієрархічного рішення управління етиленовим реактором із структурою управління на двох рівнях автоматизації.

Рівень контролю повинен виконувати наступні завдання: збір даних з фізичної установки та регулювання основних параметрів процесу. Наглядний рівень повинен завершити оптимізацію виробництва етилену. Протягом останніх років хімічна та нафтохімічна галузі стикалися з основними

проблемами через глобальну конкуренцію та швидкі зміни економічних умов. Покращена автоматизація, управління процесами та оптимізація в режимі он-лайн зіграли ключову роль у підвищенні продуктивності заводів.

Процес виробництва етилену є одним з найважливіших аспектів нафтохімічного комбінату, а реактор крекінгу - серцевиною процесу. Оскільки етилен є однією із сировинних матеріалів у хімічній промисловості, і ситуація на ринку швидко змінюється, важлива оптимальна робота та контроль заводу.

Якщо раніше основною метою рішення управління була стабільність системи, то в останні роки сучасні стратегії управління широкомасштабними процесами зосереджуються на ефективності та продуктивності промислових підприємств.

Метод практичної реалізації он-лайн схеми оптимізації та управління промисловим процесом розглядає загальну конструкцію як двохшарову ієрархічну систему, як показано на рисунку 1.

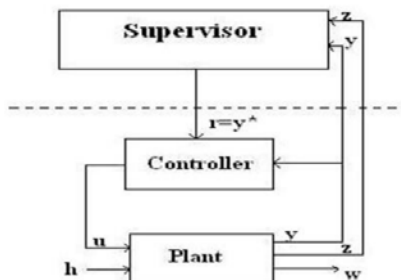


Рисунок 1 - Архітектура наглядового управління

За нормальної технологічної еволюції установка (реактор) функціонує в номінальному режимі. Це забезпечують системи управління з нижчого рівня, які розглядаються як рівень виконання. Керівник повинен розробити ефективне рішення щодо управління, щоб процес мав оптимальний режим роботи, нав'язуючи та дотримуючись критерію якості.

Іншими словами, на цьому рівні визначається оптимальна стратегія управління на основі інформації в режимі реального часу для досягнення мети управління шляхом регулювання керованими змінними або заданих точок на рівні виконання.

Рівень прийняття рішень має повільну динаміку, оскільки зміни в глобальній еволюції процесу залежать від тимчасових змін збурення u .

На відміну від цього, динаміка рівня виконання є швидшою через тимчасовий режим роботи систем управління. На першому етапі модель процесу повинна оцінюватися процедурою ідентифікації. Загалом, ця модель є багатоваріантною та нелінійною.

На другому етапі метою є визначення та вирішення проблеми оптимізації. Модель процесу була використана для побудови критерію якості $J(y)$. Рішення задачі:

$$\max J(y), y \in D, \quad (1)$$

(де D - допустима область зміни параметрів), являє собою оптимальне рішення.

$$r^* = y^* = \arg \max_{y \in D} J(y). \quad (2)$$

Основна частина світового щорічного комерційного виробництва олефінів базується на термічному крекінгу нафтових вуглеводнів з парою; процес зазвичай називають піролізом або «паровим крекінгом». Цей процес не вважається старою технологією. Однак паровий крекінг не є простим, як здається, і включає складні процеси, такі як реакції тепла, системи переносу маси та тепла, регулювання екстремальних температур і тиску та інші роботи агрегату.

Оптимальний потік процесу щодо вихідної сировини є частиною суперечок між різними дизайнерами та консультантами з технологій. Технологія постійно змінюється, і за останні кілька десятиліть також розвивалися процеси установки парового крекінгу. Нарешті, алгоритми управління можуть бути вдосконалені для того, щоб зберегти ефективність, отриману в змодельованому середовищі для системи із замкнутим циклом, з ідентифікованою моделлю процесу та алгоритмом управління, обчисленим на основі цієї моделі, коли справа доходить до її реалізації на фізичній платформі.

Це означає, що потрібно знайти рішення для того, щоб компенсувати невизначеності, що виникають на етапі моделювання процесу, і забезпечити стабільність реальної системи, а також збереження характеристик номінальної системи для фізичної установки.

УДК 681.518.52

МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ АГРЕГАТАМИ

В.П. Гавриляк, О.В. Кучмистенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, akir@nung.edu.ua.

Вибір і прийняття рішень – являє собою особливий вид людської діяльності, направлений на оцінку можливих варіантів рішень (альтернатив) і вибір найкращого з них по заданим критеріям [1]. Така оцінка і вибір оптимального рішення в виробничих умовах, як правило, здійснюється за багатьма (вектор) локальними критеріями різних типів, наприклад, економічними, екологічними,

технологічними, соціальними і т.і. Причому ці критерії можуть бути протиріччними, не повністю визначеними і мати нечіткий опис. Реалізація будь якої альтернативи передбачає настання деяких наслідків, аналіз і оцінка яких по векторному (як правило) критерію ефективності повністю характеризує цю альтернативу. Рішення задач зводиться до виявленню і дослідженню переваг ОНР, а також побудови на цій основі адекватної моделі вибору найкращою в деякому сенсі альтернативи.

Актуальність вирішення таких завдань і прагнення зрозуміти процес зіставлення людиною багатокритеріальної альтернатив, що здійснюються при Вибори, призвело до появи більшої кількості робіт з Багатокритеріальний Вибори та прийняття рішення [2]. У цих роботах розглядаються процедури вибору та прийняття рішень, методи їх реалізації, даються класифікація і характеристики різних підходів до вирішення завдань вибору та прийняття рішень.

Залежно від популярності принципів оптимальності - *opt* і вихідного безлічі альтернатив - Ω_A математичні завдання, які вирішує на основі математичних моделей, класифікуються на три класи:

- задачі оптимізації - відомий *opt* і Ω_A ;
- завдання вибору - відомо Ω_A , а *opt* - невідомо;
- задачі прийняття рішень невідомий *opt* і Ω_A .

Завдання першого типу, тобто оптимізаційні задачі, є досить досліджені і є достатня кількість розроблених методів їх вирішення (аналітичні та пошукові). Є ряд невіршених проблем вирішення завдань оптимізації в умовах багатокритеріальності і нечіткості Завдання наступних типів - завдання вибору та прийняття рішення (ВтаПР) в детермінованих умовах більш розроблені, хоча при вирішенні таких завдань у складних виробничих умовах виникають безліч проблем. Вирішення завдань вибору і прийняття рішень в умовах багатокритеріальності і нечіткості потребує ще багато теоретичних і прикладних досліджень. Цей напрямок є більш новим напрямом у науці і техніці.

До загальних операціями процедури вибору та прийняття рішень можна віднести [3]: формування безлічі критеріїв, обмежень, альтернатив, формування правил вибору, упорядкування альтернатив по багатовимірному ознакою і власне вибір рішення, котрий здійснюється на основі підготовленої інформації. Методи виконання перерахованих операцій утворюють основи теорії прийняття рішень, вони дозволяють особі, що приймає рішення (ОНР) успішно вирішувати багато складних завдань ефективність вибору, систематизуючи і формалізуючи його дії при прийнятті рішення.

У системах управління технологічними комплексами залежно від поставленого завдання ВтаПР і складності об'єктів можна бачив два основних методу [4]: цілісність вибір, коли ОНР оперує безпосередньо з альтернативами, і критеріально експертній вибір, - коли ОНР формує безліч критеріїв і обмежень, призначає правила вибору, а оцінку критеріїв отримує в результаті математичного моделювання системи, при цьому оцінку частини альтернатив

проводять експерти. Практичне використання першого методу досить обмежено для складних об'єктів, так як ОПР оперативню оперує обмеженою кількістю інформації (7 + 2 структурних одиниць інформації - альтернатив).

Ефективність вирішення задач ВтаПР в системах управління складними промисловими комплексами, якими є нафтопровідної системи, можливе лише на основі моделювання роботи об'єкта на комп'ютері. ОПР працюючи з системою, що включає систему моделей комплексу та алгоритми оптимізації і вибору рішення, в діалоговому режимі отримує всю необхідну інформацію для оцінки різних альтернатив [5].

Літературні джерела

1 Оносовский В.В. Моделирование и оптимизации холодильных установок / В.В. Оносовский; Л.: ЛГУ. 1990. 208 с.

2 Муханбеткалиева А.К. Проблемы математического моделирования технологического комплекса магистральных нефтепроводов и подходы к их решению / А.К. Муханбеткалиева, Б.Б. Оразбаев; "Поиск" научный журнал Министерства образования и науки. № 4, 2006. –С.229-235.

3 Борисов А.И. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.И. Борисов, А.З. Алексеев, Г.В. Меркурьева, Н.И. Глядзь, В.И. Глушков; - М.: Радио и связь, 1989. -304 с.

4 Ягер Р. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения / Р. Ягер; -М.: Радио и связь, 1986. -391 с.

5 Сериков Ф.Т. Моделирование экономико-экологических систем нефтегазового производства в нечеткой среде / Ф.Т. Сериков, К.Н. Оразбаева; Научно-теоретический и практический «Современный научный вестник» № 1(1). -Белгород: 2005, -С.14 -18.

УДК 62-503.57:622.24

ЗВ'ЯЗОК БАЗИ ДАНИХ КОМПЛЕКСУ СКУБ-М2 З ПРОГРАМНИМ МОДУЛЕМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОГЛИБЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН

Т. В. Гуменюк, А. Л. Гуменюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: taras.humeniuk@nung.edu.ua.*

Для ефективного використання модернізованого комплексу засобів наземного контролю і управління процесом буріння нафтових і газових свердловин СКУБ-М2 споживачеві поставляється пакети прикладних програм, які забезпечують оперативний контроль процесу буріння, обробку технологічної інформації та звітності і аналізу при будівництві свердловин [1, 2, 3].

Оскільки основна частина додаткового програмного забезпечення оптимального керування процесу поглиблення свердловин реалізована з

допомогою середовища MATLAB, виникає необхідність в інтеграції бази даних апаратно програмного комплексу СКУБ-М2 з даним програмним середовищем.

Продукти Mathworks для збору даних дозволяють в єдиному середовищі безпосередньо з'єднуватись з [4]: ODBC - сумісними базами даних для аналізу даних; OPC - серверами для отримання даних промислового об'єкту в реальному режимі часу. MATLAB і засоби роботи з базами даних дасть змогу аналізувати інформацію з ODBC і JDBC - сумісних баз даних.

При роботі з пристроями, відповідними стандарту OPC Foundation Data Access (розподілені системи управління, системи збору і контролю даних, програмовані логічні контролери), OPC Toolbox™ забезпечує обмін даними з OPC сервером. Також доступні читання і аналіз з будь-яких архівів даних, що відповідають стандарту OPC Foundation Historical Data Access (HDA).

OPC Toolbox пакет розширює можливості середовища MATLAB і Simulink засобами взаємодії з OLE for Process Control серверами. Дозволяє читати і записувати дані з пристроїв сумісних зі стандартами OPC. Здійснює взаємодію з системами розподіленого управління (SCADA), диспетчерського контролю, захоплення даних і з програмованими логічними контролерами.

OPC Toolbox дасть змогу MATLAB і Simulink реагувати на події OPC серверу (вимикання; помилка, зміна параметрів), та надає можливості керування різними зовнішніми OPC-пристроями за допомогою єдиного простого синтаксису. Крім цього, пакет містить графічне вікно OPCtool для інтерактивної роботи, і блоки Simulink для читання / запису даних з OPC серверів під час моделювання в реальному режимі часу. Пакет дозволяє інженерам нафто-газової та інших галузей з безперервними процесами, курування розподіленими системами, імпортувати промислові дані в середовище MATLAB для аналізу, візуалізації, імітаційного моделювання та тестування систем у зв'язці модель-пристрій.

З допомогою OPC Toolbox реалізовано читання та обробка даних в реальному часі.

На рис. 1 зображено взаємозв'язок апаратно програмного комплексу СКУБ-М2 з системою MATLAB по двох незалежних інформаційних каналах. Через модуль OPC Toolbox і драйвер зв'язку з комплексом СКУБ-М2, у реальному режимі часу можна отримати технологічну інформацію про процес поглиблення свердловини. Другий канал зв'язку реалізований за допомогою модуля Database Toolbox і проміжної ODBC баз даних. Проміжна ODBC баз даних відіграє роль резервної бази даних для збереження результатів розрахунків, а також вона знижує навантаження на основну базу даних розроблених програмних модулів.

В процесі роботи апаратно програмного комплексу СКУБ-М2 відбувається запис у базу даних наступної інформації: дата (число, місяць, рік); час (години, хвилини, секунди); значення технологічних параметрів. Після цього відбувається дублювання даних в резервну базу даних з якої безпосередньо одержують необхідні дані розроблені програмні модулі. Резервна база даних побудована на основі програмного продукту MySQL.

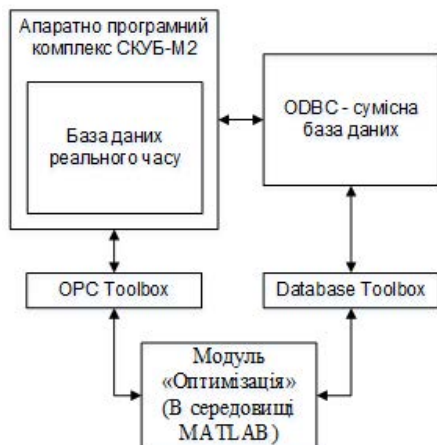


Рисунок 1 – Схема зв’язку програмного модуля «Оптимізація» системи MATLAB з апаратно програмним комплексом СКУБ-М2

На рис. 2 зображено структуру бази даних інформаційно-вимірювального комплексу, яка використовується для збереження інформації та організації подальшої роботи із нею [5].

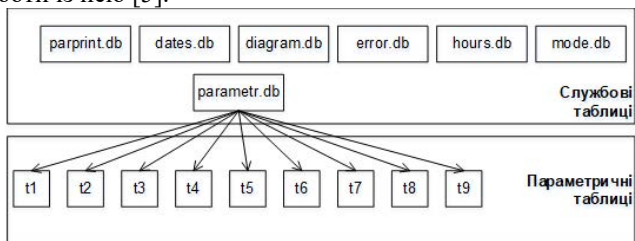


Рисунок 2 – Структура бази даних апаратно програмного комплексу СКУБ-М2

Варто зазначити, що, дана структура бази даних дублюється в резервну базу даних, яка доповнюється додатковими таблицями.

Сукупність таблиць, із яких складається вище згадана база даних, умовно можна поділити на два типи: службові (інформаційні) – містять інформацію про структуру самої бази даних, призначення таблиць, перелік параметрів, що вимірюються, тощо; параметричні – включають в себе набір значень технологічних параметрів, виміряних у певні часові інтервали.

До службових таблиць, що розташовуються в каталозі головної програми, належать:

- dates.db – містить перелік параметрів та дат, коли зроблені їх вимірювання;

- diagram.db – включає в себе перелік параметрів та номерів таблиць (в яких зберігаються їх значення), для котрих підтримується можливість побудови діаграм;

- error.db – містить перелік дат та моментів часу, коли виникали помилки, а також діагностичні повідомлення, що видавалися системою у вигляді відповідної реакції;

- hours.db – є логічним доповненням таблиці dates.db, вказуючи перелік часових інтервалів (початкова – кінцева години), в межах яких робилися вимірювання;

- mode.db – включає в себе перелік кодів та назв режимів роботи;

- parprint.db – містить набір параметрів, друк яких підтримується системою;

- parametr.db – одна із ключових інформаційних таблиць, що включає в себе наступні поля: ім'я параметра; розмірність; тип; системне ім'я; межі допустимих значень; межі генерації повідомлень про помилку; ознаку обчислення; формули для обчислення параметрів із встановленою ознакою обчислення; імена каталогів, в яких розташовуються таблиці із наборами значень деякого параметра за певні календарні числа; координати позначення розташування відповідного параметра на графічному зображенні бурової установки у вікні головної програми.

В головній директорії інформаційно-вимірювального комплексу знаходиться підкаталог Tables, вмістом якого є сукупністю архівів каталогів із назвами позначень таблиць із інформаційних баз даних.

Кожен такий каталог підкаталогу Tables містить набір таблиць із значеннями відповідного параметра за деяке календарне число. Всі параметричні таблиці мають однакову структуру і складаються із наступних полів: номер вимірювання; дата; час вимірювання; значення вимірюваного параметра.

Варто зазначити, що ім'я параметричних таблиць будується за формулою 'дата'+ 'година'. Так, таблиця T1\09031512 містить набір значень навантаження на гак, вимірних 09-ого березня поточного року починаючи з 12-ої години.

Застосування такого підходу до формування імен таблиць дозволяє досить легко орієнтуватися людині-оператору в сукупності архівних даних, збережених на обчислювальній системі.

Для роботи з базою даних системи СКУБ-М2, розробленої на Devart InterBase необхідно встановити Devart ODBC Driver for InterBase і налаштувати його, вказавши всі необхідні параметри. Після цього до даних бази матиме доступ MATLAB. В середовищі MATLAB за допомогою модуля Database Toolbox підключається база, і засобами програми реалізується доступ до даних і їх резервне копіювання.

Оскільки програмний комплекс для оптимального керування процесом поглиблення свердловин приймає як вхідні параметри набори значень розрахованих іншими програмами, то необхідно створити додаткові таблиці в

базі даних для їх збереження і подальшого використання. До таких даних віднесемо:

- 1) технологічні стани бурової установки;
- 2) проходка на долото, осьове навантаження, частота обертання ротора;
- 3) час спуско-піднімальних операцій;
- 4) номер чергового рейсу бурової установки;

Створено відповідно таблиці у базі даних:

1) tsbu.db з параметрами: data - дата; tame - час; stan - технологічні стани бурової установки;

2) hfn.db з параметрами: data - дата; tame - час; h - проходка на долото; F - осьове навантаження; Nd - частота обертання ротора.

3) tspo.db з параметрами: data - дата; tame - час; tp – час початку спуско-піднімальної операції; tz – час завершення спуско-піднімальної операції; tproh – прогнозоване значення спуско-піднімальної операції для наступного рейсу.

4) Nr.db - з параметрами: data - дата; tame - час; tnr – час початку поточного рейсу; tz – час завершення поточного рейсу; nomerr – номер поточного рейсу.

В резервний сервер баз даних зберігаються (резервуються) всі бази даних з сервера баз даних системи СКУБ-М2 та створені бази tsbu.db, hfn.db, tspo.db, Nr.db, які необхідні для роботи програмного модуля «Оптимізації».

Розроблений програмний модуль створює зручний інтерфейс, що надає необхідну інформацію для реалізації оптимального керування процесом поглиблення свердловини.

Літературні джерела

1 Вошинский В. С. Модернізований комплекс засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин СКУБ-М2 / В. С. Вошинский, В. А. Ролик // Нафтова і газова промисловість. – 2004. – №3. – С. 24 – 29.

2 Гуменюк Т. В. Оптимальне керування процесом поглиблення нафтогазових свердловин в умовах невизначеності [Текст]: дис. канд. техн. наук: спец. 05.13.07 "Автоматизація процесів керування" / Гуменюк Тарас Володимирович. – Івано-Франківськ, 2016. – 192 с.

3 Horbiichuk M. I. Neural network identification technology for manufacturing operations of drilling rig / M. I. Horbiichuk, T. V. Humeniuk // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2017. - № 3. - С. 107-113.

4 OPC Toolbox. – Електронний ресерс: <https://www.mathworks.com>.

5 Кропивницька В.Б. Оптимальне керування процесом буріння нафтових і газових свердловин з дискретно-неперервною зміною керувальних дій: автореф. дис. на здобуття наук. степеня канд. техн. наук: спец. 05.13.07 – «Автоматизація процесів керування» / В. Б. Кропивницька – Івано-Франківськ, 2007. – 21 с.

УДК 851.5

АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ЕТИЛЕНОВИМ ПІРОЛІЗНИМ РЕАКТОРОМ

В. С. Борин, к.т.н.; А.А. Ікалюк

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail: borynvs@ukr.net

Стандартне рішення для автоматичного управління повинно мати можливість розглянути два основні аспекти, що стосуються належної роботи процесу. З одного боку, алгоритм повинен пропонувати можливість підтримувати належну пропорцію між кількістю реагентів, що подаються в установку, а, з іншого боку, він повинен забезпечувати засоби для підтримки температури та умов тиску в межах, встановлених характер реакцій, які повинні відбуватися всередині реактора.

Тому було обрано рішення для автоматизації з чотирма контурами управління, як показано на рисунку 1.

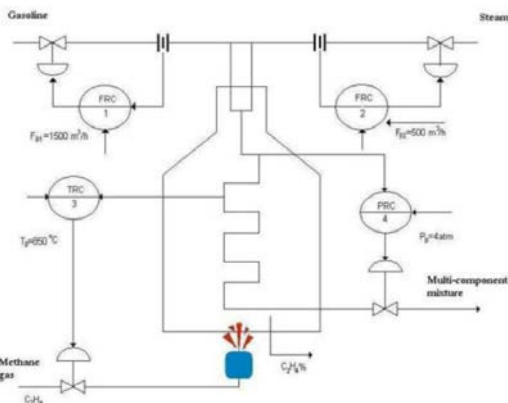


Рисунок 1 – чотириконтурне управління етиленовим піролізним реактором

Перш за все, ми аналітично визначили математичні моделі двох процесів на основі серії технологічних даних, наданих власниками заводу. Ці математичні моделі для процесу потоку бензину:

$$H_{F_1}(s) = \frac{0.24}{(8s+1)(0.67s+1)} \approx \frac{0.24}{8s+1} \quad (1)$$

та для процесу парового потоку:

$$H_{F_2}(s) = \frac{0.21}{(4s+1)(0.2s+1)} \approx \frac{0.21}{4s+1} \quad (2)$$

Далі ми перейшли до проектування контролерів для двох призначених систем з використанням алгоритму ПІД управління.

Ми використовували Poles Placement Method, щоб визначити параметри контролера, які забезпечували б бажані характеристики відстеження та регулювання для систем із замкнутим циклом.

Два розроблені нами контролери можна описати за допомогою таких пов'язаних передавальних функцій:

$$\begin{aligned}
 H_{R_1}(s) &= 11.11 \left(1 + \frac{1}{8s}\right) \\
 H_{R_2}(s) &= 6.34 \left(1 + \frac{1}{4s}\right)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Для того, щоб перевірити ефективність, захищену цими алгоритмами управління, ми використали середовище моделювання, яке називається Matlab Simulink. Результати моделювання для ситуації, коли амплітуда опорного сигналу для контура регулювання пари становить третину амплітуди еталонного сигналу для контуру управління бензином, показана на рисунку 2.

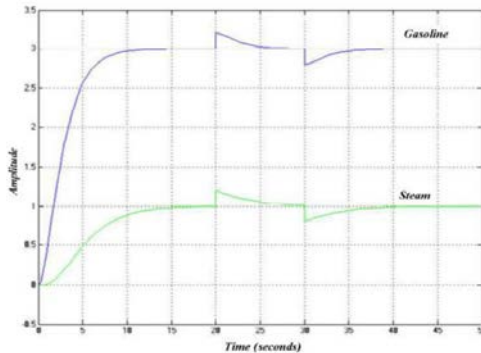


Рисунок 2 – Етапна реакція систем управління потоком бензину та пари

Виконання відстеження досягнуто, і контролер забезпечує відхилення сигналів збурень ступінчастого типу, що подаються на вихід системи.

Однак для того, щоб мати можливість реалізувати ці алгоритми управління на пристрої фізичної обробки, нам потрібно отримати їх відповідне числове подання. Використовуючи метод наближення Ейлера $\frac{1}{s} \approx \frac{h}{z-1}$ для періоду дискретизації $h = 0.1$ секунди ми маємо наступні дискретні подання двох алгоритмів управління, готових до реалізації:

$$\begin{aligned}
 H_{R_1}(z^{-1}) &= \frac{11.24 - 11.11z^{-1}}{1 - z^{-1}} \\
 H_{R_2}(z^{-1}) &= \frac{7.92 - 6.34z^{-1}}{1 - z^{-1}}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ МЕТЕОДРОН ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

М.М. Квасній¹, Г.І. Клим²

*¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, 79013, Львів, Україна
michalua1@gamil.com*

*²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, 79005, Львів, Україна
halyna.i.klym@lpnu.ua, halyna.klym@lnu.edu.ua*

Вплив погодних умов та кліматичних змін на людину спонукала її до систематичного вивчення різних елементів погоди. Це передбачає уважне спостереження, точний запис і правильну обробку компонентів клімату таких як опади, температура, вологість, тиск, вітер, хмарність, тощо [1].

Актуальні засоби збору метеорологічних даних зав'язані, в основному, на метеостанціях, метеорологічних супутниках та метеозондах. Всі вони мають як переваги так і недоліки. Для моніторингу мікрокліматичних даних часто використовуються інтелектуальні роботизовані платформи у формі дронів. Такі метеодрони є більш гнучкими та дешевшими у використанні, а їх основною перевагою є можливість збору даних без прив'язки до конкретного місця[1].

Для точніших прогнозів необхідно багато даних з різних ділянок та, бажано, в режимі реального часу. Дрони, на відміну від метеостанцій, можуть це забезпечити, крім того, їх можна використовувати у тих випадках, де важко скористатися послугами метеолітаків.

Враховуючи актуальність, пропонується спроектувати та дослідити систему для збору метеорологічних даних у вигляді квадрокоптера, який передаватиме зібрані дані у режимі реального часу на сервер для їх систематизації та подальшого використання через веб-застосунок.

Основним обчислювальним елементом, на якому базується дрон, плата ESP32, яка має достатньо обчислювальної потужності, портів, підтримує велику кількість протоколів передачі даних, має низьку вартість та широко використовується.

Для збору даних використовуються сенсор BMP680, який є достатньо точними та дешевим. Застосовуючи GPS та інерційні і ультразвукові сенсори, дрон зможе орієнтуватись у просторі та здійснювати маршрути за заданими координатами. Через модуль зв'язку може напряму передавати зібрані дані на сервер.

Для управління дроном передбачено два режими:

- коли дрон підключений до інтернету через Wi-Fi, ним можна керувати, використовуючи веб-застосунок, перебуваючи у будь-якій точці світу;
- коли дрон напряму через Wi-Fi підключений до комп'ютера або телефону, ним можна керувати, а дані на сервер передаються через GSM модуль.

Через веб-застосунок користувач зможе керувати дроном, задавати точки для маршруту та мати доступ до зібраних даних. Зібрана інформація передаватиметься до Realtime Database, де після обробки буде занесена в Firestore Database з можливістю відобразити її на сторінці користувача. Для управління дроном використовуватиметься ігровий контролер, який підключається до комп'ютера або телефону. Структурна схема спроектованої системи зображена на рис. 1.

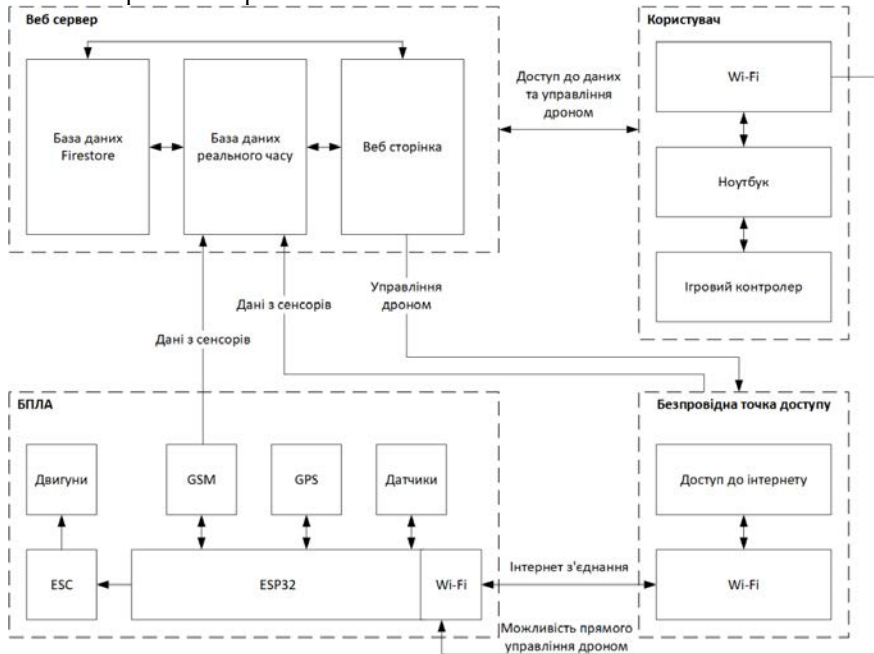


Рисунок 1 - Структурна схема спроектованої системи

Дана система є доволі перспективною, адже вона представить більш точні методані та допоможе скласти точніші прогнози погоди, при цьому роблячи це дешевше та ефективніше за наявні зараз засоби.

Таким чином можна допомогти фермерам зменшити неврожаї, авіакомпаніям уникнути затримок, будівельникам краще скласти графік роботи та багатьом іншим ефективніше працювати будучи впевненими у прогнозі погоди.

Літературні джерела

1 How drones are helping with weather forecasting [Електронний ресурс] // Droneblog. – Режим доступу: <https://www.droneblog.com/how-drones-are-helping-with-weather-forecasting/> (дата звернення: 05.10.2022). – Назва з екрана.

УДК 851.5

СИНТЕЗ МОДАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА БАГАТОВИМІРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

В. С. Борин, к.т.н.; Р.В.Саведчук

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail:borynvs@ukr.net

Багато сучасних складних систем управління і регулювання є багатовимірними, тобто такими, що мають декілька регульованих величин у $i(i=1, n)$. До них відносяться, наприклад, системи управління літальним апаратом, орієнтації і стабілізації космічного апарата, системи стеження різного типу верстатів для обробки деталей, системи управління роботами та ін.

Багатовимірна система передбачає наявність багатовимірного об'єкта регулювання (рис. 1), який характеризується існуванням декількох входів (точок прикладання керуючих і збуджуючих дій) і декількох виходів, що визначаються регульованими величинами.

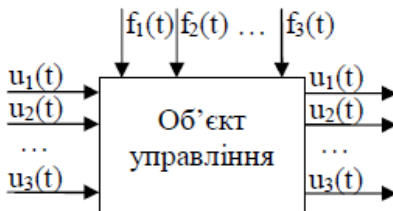


Рисунок 1 – Багатовимірний об'єкт регулювання

Систему управління таким об'єктом можна представити як структурну схему, що показана на рис. 2.

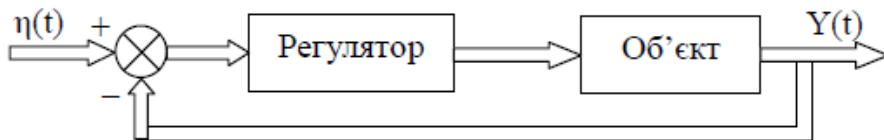


Рисунок 2 – Структурна схема системи управління, де $n(t)$ – задавальна дія; $Y(t)$ – вихідний сигнал

У даній статті описується метод побудови регулятора для системи з незалежними каналами, тобто системи, в якій вихід $y_i(t)$ управляється тільки сигналом $n_i(t)$ і не залежить від решти вхідних сигналів.

Нехай об'єкт регулювання в загальному випадку описується рівнянням:

$$X(t) = AX(t) + BU(t) \quad (1)$$

$$Y(t) = CX(t)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & a_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & b_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Структурна схема моделі, що синтезується, представлена на рис. 3.

Припустимо, що всі змінні стану об'єкта управління підлягають безпосередньому вимірюванню.

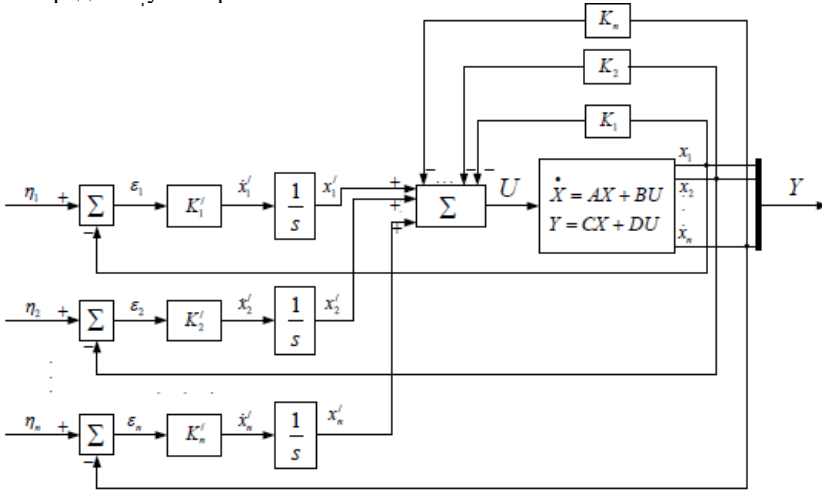


Рисунок 3 – Структурна схема моделі

де $K = \begin{bmatrix} K_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & K_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & K_n \end{bmatrix}$ - матриця коефіцієнтів зворотнього зв'язку за станом;

а $K^1 = \begin{bmatrix} K_1^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & K_2^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & K_n^1 \end{bmatrix}$ - матриця прямого каналу управління.

УДК 681.5.07

ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В НЕК «УКРЕНЕРГО»

М. П. Котовський, Л. І. Фешанич

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-mail: chancel@iung.edu.ua*

Автоматизація комерційного обліку електроенергії та впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), яка складається із засобів вимірювальної техніки надає можливість збору, обробки, збереження та відображення інформації щодо обсягів спожитої електричної енергії, синхронізації засобів зв'язку з часом. АСКОЕ – це комплексна функціонально об'єднана система для забезпечення комерційного обліку електричної енергії.

Сучасне АСКОЕ потрібно розглядати як єдину систему, що включає в себе чотири пов'язаних між собою рівні обладнання а також програмне забезпечення, що працюють одночасно.

Перший рівень – прилади вимірювання (лічильники електричної енергії), які дають можливість безперервного вимірювання.

Другий рівень – прилади збору та підготовки даних (ПЗПД), які цілодобово збирають, накопичують, обробляють отриману інформацію, а також надсилають її на наступний рівень.

Третій рівень – мережевий сервер для збору даних, який постійно збирає, нагромаджує, переробляє і передає інформацію.

Четвертий рівень – комп'ютер з налаштованим та встановленим програмним забезпеченням, який виконує остаточне перетворення отриманої інформації.

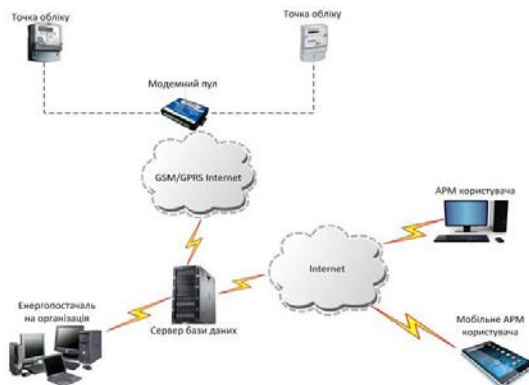


Рисунок 1 – Багатофункціональна блочно-модульна архітектура автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії

Основними задачами АСКОЕ в НЕК «Укренерго» є:

- отримання даних, що реалізується за допомогою лічильників електричної енергії нових зразків;
- збір інформації мережевими вузлами та роутерами, які також виконують функцію передачі показників на сервери для їх обробки;
- формування таблиць споживання та контролю якості електричної енергії.

На підприємстві АСКОЕ працює наступним чином: лічильники електроенергії разом з вимірювальними трансформаторами та колами обліку, які встановлені у відповідних місцях, рахують кількість спожитої електроенергії в реальному часі і передають дані на пристрій збору і обробки даних (контролер). Наступним етапом є формування даних в таблиці споживання та контролю якості електричної енергії та передача каналами зв'язку на верхній четвертий рівень, а саме на АРМ користувача, яка забезпечує надійну передачу даних.

Опис роботи програмного забезпечення (ПЗ) АСКОЕ: диспетчер підстанції відкриває ПЗ АСКОЕ на робочому столі ПК. В полі «база» вводить ім'я сервера, в полі користувач і пароль вводить своє ім'я та пароль. Для авторизації ПК має бути підключений до корпоративної мережі. Якщо все правильно введено, відкриється ПЗ та буде доступ до файлів ПЗ: активної та реактивної енергії, схем розміщень лічильників з постійним оновлення в реальному часі. В ПЗ АСКОЕ автоматично налаштовано розсилка .xlsm макетів на поштову скриньку диспетчерам для надійного обліку електроенергії.

Головними напрямками розвитку сучасної електроенергетики є вдосконалення інфраструктури, накладання на електричну мережу цифрового шару та модернізація бізнес- процесів під час вироблення, передавання, розподілення, постачання та використання електроенергії, як це визначено концепцією Smart Grid.

Інтеграція об'єднаної енергетичної системи України до загальноєвропейської енергосистеми ENTSO-E – одна з ключових стратегічних цілей Укренерго, важлива складова енергетичної безпеки України. Станом на 01.10.2022 рік компанія ПрАТ НЕК «Укренерго» є оператором системи передачі України зі статусом члена спостерігача ENTSO-E.

Синхронна робота енергосистеми України з ENTSO-E підвищить стійкість роботи ОЕС України, розширить можливості обміну електроенергією між суміжними країнами, посилить конкуренцію на внутрішньому ринку та створить можливості для роботи на енергетичному ринку Європи.

Літературні джерела

1 Стаднік М. І., Видмиш А. А., Штуць А. А., Колісник М. А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика навч. посіб. - Вінниця : ТВОРИ, 2020. - 332 с.

2 Канали передачі даних АСКОЕ. - <https://ekontur.by/novosti/kanaly-peredachi-dannykh>.

3 Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О.В. Коцар, 2017. – 44с.

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВОДНО-ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ

Л. М. Маркіна

Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна, l.marckina@lntu.edu.ua

Виробництво спирту на сьогоднішній день є однією з найважливіших напрямків розвитку, як економіки України, Європи та Америки. Даний напрям є вкрай енерго- і матеріаломісткою галуззю промисловості. Аналіз сучасного виробництва етилового спирту в Україні показує, що за останні 20 років у виробництво впроваджено ряд нових наукових розробок, спрямованих на підвищення ресурсозбереження і ефективності використання сировини.

Питанню автоматизації приділяється чимало уваги, бо саме впровадження сучасних технологічних рішень дозволить вирішити ряд проблем, які присутні на кожному етапі, покращить контроль та регулювання важливих для технологічного процесу параметрів, які впливають на якість вихідної продукції. Дослідження науковців показали, що автоматизацію необхідно проводити не локально, а глобально, що дозволить швидше отримати результат.

Технологічний процес виробництва спирту складається з трьох основних стадій. Першою частиною виробничого процесу є підготовка оцукрованого суслу із зернової сировини. Другою, основною стадією виробництва спирту, на якій утворюється цільовий продукт, є бродіння. Третя частина виробничого процесу полягає в виділенні спирту із бражки і його очистці від домішок. Це заключна стадія, яка здійснюється в брагоректифікаційних установках (БРУ).

Провівши ряд досліджень, було виявлено одну із стадій виробництва, яка не є достатньо досліджена та автоматизована. Технологія підготовки зернової сировини є найменш вивченою в процесі виробництва спирту, а з іншої сторони саме від чіткого контролю та регулювання параметрів формування замісу залежить якість та максимальний вихід спирту.

Основною метою підготовки зернової сировини є водно-теплова обробка зерна та полягає в зруйнуванні клітинної структури сировини і переведенні крохмалю в розчинний стан. Для приготування замісу необхідно дотримуватись встановлених технологічним регламентом параметрів: помел зерна змішують з водою у співвідношенні 2,5-3,0 л на 1 кг помелу, кількість води змінюють у залежності від крохмалистості і вологості зерна з урахуванням того, щоб концентрація суслу була 18-20 % , а температуру замісу регулюють у залежності від дисперсності помелу зерна.

Відомі системи автоматизації, які впроваджені на існуючих виробництвах спирту передбачають контроль та регулювання окремих параметрів: регулювання рівня шляхом зміни витрати суміші, регулювання витрат компонентів за допомогою регулятора співвідношення або визначення концентрації суміші за результатами окремо взятого компонента.

Недоліком існуючих вказаних систем автоматичного керування процесом приготування замісу є відсутність контролю за в'язкістю замісу, що не дозволяє

використати підвищені теплові режими обробки замісу, які забезпечили б ефективне проведення наступних операцій та максимального отримання спирту.

Літературні джерела

1 Технологія спирту / Маринченко В.О., Домарецький В.А., Шиян П. Л. та ін.; під ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця : Поділля-2000, 2003. – 496с.
 2 Шиян, П. Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика [Текст]: монографія / П. Л. Шиян, В. В. Сосницький, С. Т. Олійнічук. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.

УДК 851.5

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СТАНУ ДЛЯ ДИСКРЕТНОЇ У ЧАСІ СИСТЕМИ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ

В. С. Борин, к.т.н.; О.Б. Цимбаліста

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail: borynvs@ukr.net

Розглянуто метод синтезу досить простого в реалізації модального регулятора стану в дискретній в часі системі управління електричними навантаженнями електроенергетичних систем, що забезпечує довільний ступінь стійкості системи у просторі змінних стану та їх середніх інтегральних значень. Однак цей метод застосовний тільки для квазідинамічних дискретних систем, що характеризуються одиничною матрицею стану. Нижче викладено розвиток цього методу для дискретної в часі системи модального управління з довільною матрицею стану.

Розглянуто дискретну у часі систему управління, подану такими рівняннями стану:

$$x(k + 1) = Ax(k) + Bu(k) \tag{1}$$

де $x(k)$ - n -вимірний вектор стану в момент часу t_k ; $x(k + 1)$ n -вимірний вектор стану в момент часу t_{k+1} ; $u(k)$ - n -мірний вектор управління в момент часу t_k ; A і B - $n \times n$ -матриця стану та матриця управління відповідно з постійними дійсними елементами. Припустимо, що пара матриць A, B є повністю керованою, а всі власні числа $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ матриці A - різні. Будемо також вважати, що елементи вектора стану x є кусково-постійними величинами на інтервалах часу $\Delta t k - t_k - t_k - 1, k - 1, 2, 3, \dots$ і представлені їх безпосередніми вимірами чи оцінками.

Відомо, що в системі при формуванні керуючих сигналів за допомогою зворотнього зв'язку (33) по стану (регулятора стану)

$$u(k) = Kx(k) \tag{2}$$

де K — матриця коефіцієнтів 33 розмірністю $n \times n$, власні числа матриці $(A + BK)$ замкненої системи можуть бути обрані довільним чином, якщо пара A, B повністю керована. Відповідним вибором своїх чисел замкнутої системи можна забезпечити бажаний характер вільного руху змінних стану. Для зменшення встановленої помилки системи і протидії неконтрольованим збуренням в закони управління вводять інтегральну складову. Однак введення інтегральної складової, реалізація якої в дискретних системах може бути досягнута різними способами, призводить до зниження ступеня стійкості системи та ускладнює пристрій управління.

В даній роботі інтегральна складова формується на основі середніх інтегральних значень змінних стану об'єкта на поточний час k з початку деякого періоду контролю $\Delta T_k \gg \Delta t_k$. Це дозволяє безпосередньо включити в контур модального управління не тільки змінні стану процесу, але і їх середні інтегральні значення на поточний момент часу. В результаті з'являється можливість завдання довільного діапазону замкнутої системи управління.

Під середнім інтегральним значенням i -ї змінної стану на кожному k -му кроці управління розуміємо величину, що визначається наступним рівнянням:

$$d_i(k) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_i(j), \quad i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

де k — кількість інтервалів (кроків) управління $\Delta t_k = tk - tk - 1$, ($k = 1, 2, 3, \dots$) з початку деякого періоду контролю ΔT_k на поточний час t_k . Надалі величину (3) називатимемо середньою інтегральною помилкою управління. Сукупність величин (3) утворює вектор

$$\Omega(k) = [\delta_1(k), \delta_2(k), \delta_3(k), \dots, \delta_n(k)]^T$$

Закон управління з пропорційною та інтегральною складовими в ланцюзі зворотного зв'язку (дискретний регулятор стану з ПІ-законом управління) можна сформулювати у наступному вигляді:

$$u(k) = K_1 x(k) + K_2 \Omega(k) \quad (4)$$

де K_1 і K_2 - $n \times n$ матриці коефіцієнтів посилення пропорційної та інтегральної зворотніх зв'язків відповідно.

Наступним кроком було визначення нашого завдання, як завдання визначення способу обчислення матриць K_1 і K_2 коефіцієнтів посилення зворотніх зв'язків таким чином, щоб власні числа системи (1), замкненим зворотнім зв'язком (4), мали бажані задані значення.

Для дискретної у часі системи управління розроблено метод синтезу модального регулятора стану, що дозволяє забезпечити довільну, зокрема й максимальну ступінь стійкості замкнутої системи у просторі змінних стану та його середніх інтегральних значень. Отриманий закон управління дозволяє забезпечити експоненціальний характер перехідної функції для середніх інтегральних помилок управління системи при найменшому перерегулюванні

змінних стану і мінімально можливому при цьому часі подібості перехідної функції для змінних стану до помилки, що встановилася. Регулятор має досить просту структуру, що спрощує його фізичну реалізацію, а використання середніх інтегральних помилок управління системи в ланцюгу зворотнього зв'язку дозволяє використовувати потенційно корисний вплив випадкових збурень у реальних умовах роботи на процес підтримки їх заданих значень.

УДК 681.519.771.3

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРИЗАТОРА ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

В.М. Мартинів, Л.І. Фешанич

Івано-Франківський національний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-mail: vasya.martiniv@gmail.com

Полівінілхлорид (ПВХ) – як один із найпоширеніших полімерів. Галогеновмісні полімери, такі, як полівінілхлорид і кополімери вінілхлориду, займають провідне місце серед синтетичних високомолекулярних сполук. Їх випуск становить близько 25% загального світового виробництва полімерних матеріалів [1].

ПВХ – це синтетичний полімер, який отримують вільнорадикальною полімеризацією вінілхлориду (ВХ). ПВХ відноситься до числа так званих базових полімерів, і виробляється в промислових масштабах вже більше 70 років. Міжнародне позначення полівінілхлориду – PVC (від англ. Polyvinyl chloride). Полівінілхлорид в різних країнах світу виробляють також під назвами: поліхлорвініл, вініл, вестоліт, хосталіт, віннол, корвік, сікрон, джеон, ніпсеон, суміліт, луковіл, хелвік, норвік і ін.

Цей універсальний полімер в залежності від способу отримання, рецептури і технології переробки дає великий асортимент матеріалів і виробів – більше 3000 видів, які використовуються у виробництві будматеріалів, електротехнічній, легкій, харчовій промисловості, важкому машинобудуванні, кораблебудуванні, сільському господарстві, медицині і ін.

У хімічній промисловості синтез ПВХ найчастіше здійснюється шляхом полімеризації і об'єктом керування слугує реактор-полімеризатор.

Процес полімеризації проходить в циліндричному реакторі, об'ємом 10-20 м³ з сферичним дном і покритий шаром емалі. Також реактор має лопаткову мішалку та сорочку для підігріву та охолодження реакційної суміші водою [2].

Процес полімеризації призначений для перетворення рідкого вінілхлориду в твердий порошок полівінілхлориду.

Показником ефективності процесу полімеризації вінілхлориду є степінь конверсії вінілхлориду в полівінілхлорид. Так як, показник ефективності не піддається безпосередньому регулюванню, то його забезпечують на заданому рівні, стабілізуючи режимні параметри.

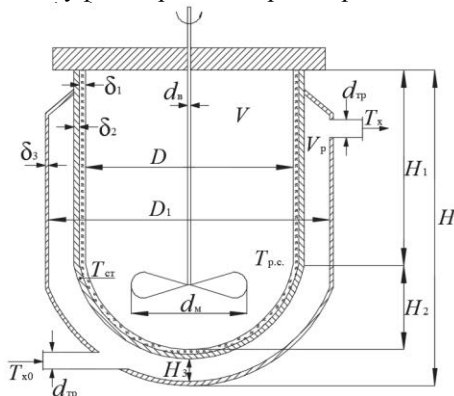
Методика проведення процесу:

- реактор продувається азотом для створення інертної атмосфери, після чого завантажуються чистий метілметакрилат і знесолена вода-3, у співвідношенні 1:4 для зменшення впливу гель-ефекту;

- вводиться стабілізатор (полівініловий спирт 1%) з рахунку 2-5% від об'єму завантаженого мономера;

- вводиться ініціатор (перекид бензоїлу), що розчинений в мономері (0.5% розчин).

На рис.1 наведено схему реактора-полімеризатора.



H - висота корпусу, м; H_1 - висота циліндричної частини реактора, м; H_2 - висота (радіус) сферичної частини реактора, м; H_3 - ширина сорочки, м; δ_1 - товщина шару емалі, м; δ_2 - товщина стінки реактора, м; δ_3 - товщина захисної стінки, м; D - внутрішній діаметр реактора, м; D_1 - зовнішній діаметр реактора, м; d_m - діаметр валу мішалки, м; d_m - діаметр мішалки, м; d_{tr} - діаметр трубоводу для подачі холодоагента, м; V_p , V - об'єм сорочки і реактора, м³; T_{x0} , T_x , $T_{ст}$, $T_{p.c.}$ - початкова і кінцева температура холодоагента, температура стінки корпусу і реакційної суміші відповідно, К.

Рисунок 1 – Схема реактора-полімеризатора

Процес полімеризації проводять, підтримуючи постійне число обертів мішалки $n = 0.33 - 1$ об/сек при температурі 60-80°C, але потрібно враховувати, що з часом температура протікання процесу підвищується на кілька градусів через гель-ефект.

Напрямок подальшої роботи є розроблення системи автоматичного регулювання температурним режимом реактора-полімеризатора. Для цього необхідно знайти математичний опис у вигляді диференціальних рівнянь, а далі визначити передавальні функції по всім каналам управління.

Літературні джерела

1 Роль полівінілхлориду на споживчому ринку полімерів. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/02/1.pdf>.

2 Вент Д.П., Лопатин А.Г., Брыков Б.А. Исследование математической модели промышленного реактора-полимеризатора URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_36815127_50951211.pdf.

УДК 681.514:621.438

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ІНТЕГРАТОРА ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ ПРОЦЕСУ КОМПРИМУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Б.В. Пашиковський, В.Р. Кропивницький

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, bohdan.pashkovskiy@nung.edu.ua

Актуальною науково-технічною задачею є оптимізація витрат паливного газу в умовах невизначеності і з урахуванням технічного стану газоперекачувальних агрегатів (ГПА). У роботі [1] спроектовано та реалізовано інтегратор оптимізаційної задачі у вигляді Restful сервісу за допомогою ASP.NET Web API 2 і об'єктно-орієнтованої мови C#.

Перевагою такої реалізації є те, що сервіс є незалежним і його може використовувати будь-який клієнт за допомогою протоколу HTTP.

Клієнтом може виступати і програма на Windows і Веб-додаток, і будь-який мобільний додаток на мобільних операційних системах IOS і Android.

Сервіс інтегратора, разом із клієнтським веб-додатком забезпечують реалізацію таких функцій:

- збір та обробку даних від давачів технологічних параметрів та від вібродавачів;
- імпорт даних за минулі періоди, для більш точної побудови моделі оптимальної складності;
- відображення значень контрольованих параметрів;
- візуалізація в реальному часі інформації про стан газоперекачувальних агрегатів та їхніх компонентів;
- відображення рекомендованих частот обертання відцентрових нагнітачів кожного з ГПА.

Оскільки кількість імпортованих даних може бути доволі великою, задля зменшення часу виконання програми і економії процесорного часу, проведена оптимізація програми і використано методи пакетної роботи з базою даних "Bulk insert" і "Bulk Update".

Інтегратор дозволяє імпортувати дані з файлів типу *.xls, *.xlsx, *.csv.

Залежно від типу файлу за допомогою шаблону програмування «Фабрика» визначається конкретний клас, який оброблятиме цей файл. Діаграма класів цього шаблону зображена на рисунку 1.

Дані отримані з давачів, та попередньо імпортовані зберігаються у базі даних (БД) типу Microsoft SQL. Доступ до бази даних реалізовано за допомогою ORM від компанії Microsoft – EntityFramework 6.0.

Оскільки кількість імпортованих даних може бути доволі великою, задля зменшення часу виконання програми і економії процесорного часу, проведена оптимізація програми і використано методи пакетної роботи з базою даних "Bulk insert" і "Bulk Update"

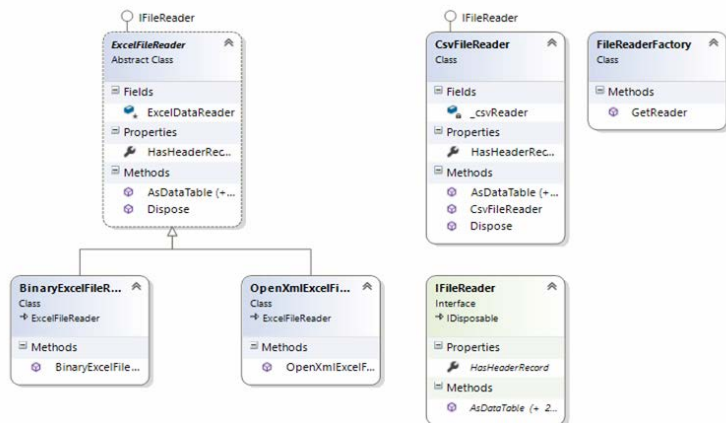


Рисунок 1 - Діаграма класів шаблону «Фабрика» для визначення реалізації обробника файлу імпорту

Аналіз функціоналу програмного забезпечення дозволяє зробити висновок, що програмне забезпечення виконує кілька ізольованих функцій, які незалежні, або мало залежні одна від одної. Таким чином доцільною є зміна архітектури програмного забезпечення та розділення його на мікро сервіси.

Пропонується розробити наступні мікро сервіси:

- мікросервіс опитування та збереження даних від давачів технологічних параметрів;
- мікросервіс опитування та збереження даних від вібродавачів;
- мікросервіс імпорту даних із файлів за минулі періоди;
- мікросервіси підготовки даних для відображення (значень контрольованих параметрів, рекомендованих частот обертання відцентрових нагнітачів кожного з ГПА);
- мікросервіси підготовки даних для відображення інформації про стан газоперекачувальних агрегатів та їхніх компонентів в реальному часі.

Оскільки формат даних для збереження та відображення є різними, доцільним є використання різних типів баз даних: реляційну базу даних для збереження даних та нереляційну – для відображення. Наявність двох баз даних обумовлює використання архітектури CQRS (розділення відповідальності команд та запитів).

Літературні джерела

1. Пашковський Б. В. Оптимальне керування процесом компримування природного газу в умовах невизначеності: дис. канд. техн. наук: 05.13.07. Івано-Франківськ, 2018.

УДК 681.5.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕТАНОЛУ ГІДРАЦІЄЮ ЕТИЛЕНУ

В. В. Мельничук, Л. І. Фешанич

Івано-Франківський національний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-mail: vasyi.melnychuk-akp211k@nung.edu.ua

Пильна увага до альтернативних палив обумовлено швидким зростанням світової автомобілізації і необхідністю його безперебійного забезпечення моторними паливами. Серед альтернативних енергоносіїв, які використовуються на транспорті, одними з найбільш перспективних є спирти і палива, вироблені на їх основі. Серед переваг спиртових палив можна відзначити наявність в їх молекулах атомів кисню, що сприяє зниженню шкідливих викидів у вихлопних газах двигунів внутрішнього згорання.

Етанол — це є органічна сполука, яка є представником ряду одноатомних спиртів складу C_2H_5OH . За звичайних умов є безбарвною, легкозаймистою рідиною.

Етанол відноситься до великотоннажної групи і широко використовується продукт органічного синтезу. Промисловість використовує як паливо антифриз для рідинних ракетних двигунів і багато іншого. Етанол використовується в якості палив в двигунах з примусовим займанням. Слід відзначити, що спалювання спиртових палив, причому з кращою паливною економічністю, можливо і в дизелях. Дизелі з нерозділеним камерами згорання, що працюють на етанолі, мають термічний ККД на 20-35% вище, ніж бензинові двигуни. У той же час, цей спирт має низку недоліків, які перешкоджають його широкому використанню в якості палив для дизелів. При організації процесу згорання найпростіших спиртів в циліндрах дизеля виникає проблема їх займання, оскільки ці спиртові палива мають низькі цетанові числа.

Етанол є хорошим, хоча і вогнебезпечним розчинником, використовується у великих кількостях у харчових продуктах і медицині (антисептик, лікарський розчинник, хімічний розчинник), також відіграє важливу роль як проміжний продукт в органічному синтезі для отримання складних ефірів: хлороформу, діетилового ефіру, ацетальдегіду й оцтової кислоти. В Україні етиловий спирт виробляють двома способами: сірчаноокисотною та прямою гідратацією.

Процес отримання етанолу на всіх етапах - від підготовки сировини до отримання вже готового продукту - супроводжується використанням або утворенням небезпечних для навколишнього середовища речовин.

При виробництві етанолу виділяються шкідливі речовини, які можуть забруднювати атмосферу. Такі як діетилсульфат, етілсульфат, діетиловий ефір, фосфорні ефіри та інші леткі речовини. Тому необхідно очистити гази, що випаровуються. Для захисту повітряного басейну від негативного антропогенного впливу у вигляді забруднення його шкідливими речовинами використовують такі заходи [1]:

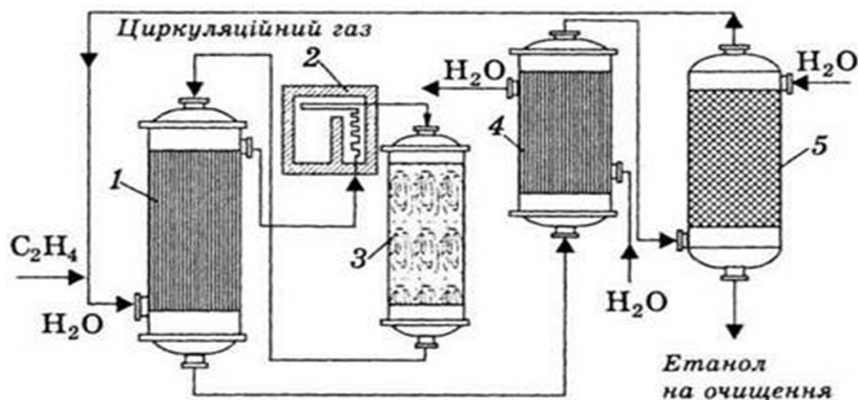
- екологізацію технологічних процесів;

- очищення газових викидів від шкідливих домішок;
- розсіювання газових викидів в атмосфері;

Способи очищення викидів від токсичних газо- і пароподібних домішок поділяють на три групи: 1) поглинання домішок шляхом застосування каталітичного перетворення; 2) промивання викидів розчинниками домішки (абсорбційний метод) і 3) поглинання газоподібних домішок твердими тілами (Адсорбційний метод).

Трудові та сировинні витрати при виробництві етилового спирту харчових продуктів і деревних тирси дуже великі, тому значно вигідніше виходити з дешевої вуглеводневої сировини і отримувати спирт гідратацією.

На рисунку 1 представлено технологічну схему процесу виробництва етанолу гідратацією етилену [2].



1 — теплообмінник; 2 — трубчаста піч; 3 — гідратор; 4 — холодильник; 5 — сепаратор
Рисунок 1 – Схема технологічного процесу виробництва етанолу гідратацією етилену

Продукти реакції охолоджуються в теплообміннику 1, а потім у холодильнике 4. У сепараторі 5 відбувається відділення рідкого етанолу від газової суміші, що не прореагувала; вона змішується з новою порцією етилену і включається у технологічний процес. Одержаний за цією технологічною схемою спирт далі очищується ректифікацією (перегонкою).

Метою подальшого дослідження є автоматизація технологічного процесу виробництва етанолу гідратацією етилену із використання сучасних технічних засобів автоматизації та мікропроцесорної техніки.

Літературні джерела

1 Амеліна А. Г. Загальна технічна технологія [Текст]: навч. посіб. / А.Г.Амеліна, А. І. Малахов, І. Є. Зубова; за ред М.М.Терпеловського.– М.: Хімія, 1977. –400с.

2 Хімія, універсальний довідник. Виробництво етанолу гідратацією етилену. URL:<https://subject.com.ua/chemistry/universal/175.html>.

УДК 681.53

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОЛІЗУ ЦЕЛЮЛОЗНОГО СУБСТРАТУ

М.В. Павлюк, О.В. Кучмистенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, akrit@nung.edu.ua.

Продуктування водню шляхом ферментації целюлозовмісної сировини може здійснюватися за прямого процесу - в цьому випадку целюлоза одночасно гідролізується і перетворюється в H_2 в одному реакторі; або в двох стадійному процесі - гідроліз целюлози відбувається в одному реакторі, а виробництво водню в іншому.

Більшість досліджень, що присвячені прямому процесу целюлозного бродіння використовують окремі штами мікроорганізмів, такі як: *Clostridium thermocellum*, *Ruminococcus albus* та інші [1]. Адже таким чином можна створити оптимальні параметри і керувати процесом. Недоліком цього є необхідність підтримувати суворий режим стерильності, щоб уникнути контамінації сторонніми мікроорганізмами, що значно здорожує процес, і неможливість використання відходів змінного складу як субстрату. За використання асоціації мікроорганізмів за прямого процесу недоліком є те, цукри, що утворюються при гідролізі целюлози, можуть споживатися мікроорганізмами, які не є продуцентами водню і присутні в асоціації, тим самим помітно знижуючи вихід H_2 . Також проблемою є досягнення взаємно оптимальних умов для співіснуючих культур і можливе пригнічення водень продукуючих бактерій іншими мікроорганізмами в процесі конкуренції.

Використання двох стадійного процесу дозволяє зменшити час ферментації сировини та дає можливість створити оптимальні умови для кращого проходження різних стадій процесу, дозволяє використовувати більш широкий спектр відходів, в якості субстрату і отримати вищий вміст водню в біогазі з меншою кількістю домішок.

Спосіб одержання водню за двох стадійного процесу ферментації відбувається в двох реакторах: в перший подається целюлозовмісна сировина, попередньо оброблена 20 % розчином лугу та інокулят. Для проведення анаеробної ферментації - залишають невелику кількість повітря для знешкодження метаногенних мікроорганізмів. Перед другою стадією процесу проводять нейтралізацію середовища та підвищення значення рН після першого реактора за використання розчину соди, що одержана в процесі очищення водню від CO_2 .

Для удосконалення обрано процес гідролізу целюлозного субстрату. Підготовлена сировина з ДР 3.3.1 подається за допомогою шнека разом з інокулятом з ДР 4.2 насосом (Н-15) у реактор (Р-18) для I стадії процесу. Завантаження реактору виконується відповідно до обраної дози, 7-10 кг органічної сухої речовини на 1 м^3 об'єму реактора та тривалості зброджування 5 діб. У процесі зброджування субстрату контролюється рівень заповнення (LI-18) за фіксованої температури процесу $35\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ (TI-18), перемішування

проводиться погрузною мішалкою 60-70 об/хв. Для проведення процесу ферментації - залишають невелику кількість повітря для знешкодження метаногенних мікроорганізмів. Підтримка температури процесу в реакторі виконується за допомогою змійовика, розташованого вертикально уздовж стінок реактора. Підтримка заданого температурного режиму виконується автоматично подачею або припиненням подачі гарячої води від ТП 7 в теплообмінник за допомогою керованих кранів, управління якими здійснюється з центрального пульта управління (рисунок 1).

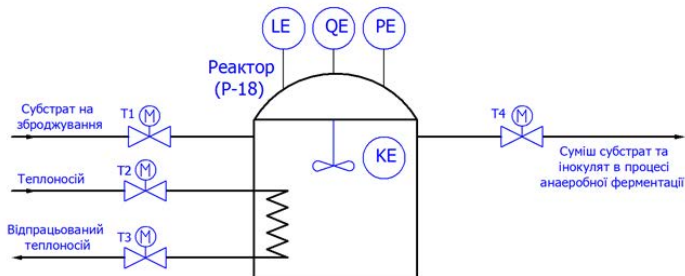


Рисунок 1 – Схема процесу гідролізу целюлозного субстрату

У першому реакторі (P-18) відбувається процес розкладу високополімерних сполук на низькополімерні та утворення з них низькомолекулярних речовин. За рахунок утворення органічних кислот рН середовища знижується, що приводить до інгібування продукування водню і загибелі метаноутворюючих мікроорганізмів, але при цьому збільшується швидкість руйнування целюлозної структури. рН впливає на тип органічних кислот, що продукуються. Більше масляної кислоти продукується при рН 4,0-6,0. Концентрація ацетату і бутирату майже рівна при рН 6,5-7,0. При значеннях рН нижче за 4,5 ферментація переходить на синтез спиртів (наприклад, етанол). Максимальна швидкість руйнування целюлозовмісних відходів відбувається при значенні рН в межах 5. Контроль рН середовища проводиться вмонтованим рН-метром QI-18. Тиск водяної пари в рубашці реактора контролюється манометром PI-18. Тривалість процесу становить 5 діб. Для прискорення процесу деструкції целюлози до середовища можна додавати комплекс целюлазних ферментів з розрахунку 1 кг на тону, але це значно збільшує вартість процесу.

Літературні джерела

1 Голуб, Н. Б., Жураховська, Д. І., Нікуліна, К. В., Нікуліна, Н. В. Одержання біоводню в анаеробних процесах. Відновлювальна енергетика 2009, 2, с 65-73.

УДК 681.511.2

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

І. І. Чигур, М. В. Кузьмін

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, ihor.chyghur@nung.edu.ua

Автоматизація як сфера сучасного ринку вже давно є окремою сферою, яка є надзвичайно важливою з точки зору підвищення продуктивності, комфорту та безпеки. Найбільш яскраво механічні системи автоматизації розвивалися в епоху першої індустріалізації. Як тільки автоматизація перестала бути просто різновидом електромеханіки, з'явилася тема передачі даних для реалізації алгоритму управління процесом. Електронні пристрої керування зазнали радикальної еволюції за останні 70 років, і щоразу застосовувані протоколи передачі даних змінювалися.

Першим поколінням електронних систем управління були централізовані системи. Один вузол управління обробляє сигнали від усіх датчиків і видає керуючі дії на всі задіяні виконавчі механізми. Друге покоління - ієрархічні системи. Із зростанням кількості завдань керування в складних системах значно зростає обсяг інформації, що обробляється, і підвищується складність алгоритмів керування. Внаслідок цього централізовано здійснювати управління неможливо, оскільки виникає невідповідність між складністю керованого об'єкта і можливостями будь-якого органу управління отримувати та обробляти інформацію.

Крім того, в таких системах можна виділити такі групи завдань, кожна з яких характеризується відповідними вимогами до часу реагування на події, що відбуваються в керованому процесі:

- завдання збору даних від об'єкта керування та прямого цифрового керування (час реакції, секунди, частки секунди);
- екстремальні задачі керування, пов'язані з розрахунками бажаних параметрів керованого процесу та необхідних значень налаштувань регулятора, з логічними завданнями пуску та зупинки агрегатів тощо (час реакції – секунди, хвилини);
- задачі оптимізації та адаптивного керування процесом, техніко-економічні задачі (час реакції – кілька секунд);

Очевидно, що ієрархія завдань управління призводить до необхідності створення ієрархічної системи засобів управління. Крім того, багато виробничих систем мають свою ієрархію, яка виникає під впливом об'єктивних тенденцій науково-технічного прогресу, концентрації та спеціалізації виробництва, що сприяють підвищенню ефективності виробництва [1].

Часто ієрархічна структура об'єкта управління не збігається з ієрархією системи управління. Таким чином, із зростанням складності систем будується ієрархічна піраміда управління. Керовані процеси в складному об'єкті управління вимагають своєчасного формування правильних рішень, які б вели

до поставлених цілей, приймалися б своєчасно, були б взаємоузгодженими. Кожне таке рішення вимагає відповідного управлінського завдання. Їх поєднання утворює ієрархію завдань управління, яка в ряді випадків значно складніша за ієрархію об'єкта управління.

Третє покоління електронних систем управління - розподілені однорівневі системи. Згідно з цією ідеологією, кожен датчик і привід оснащений мікроконтролером, здатним обробляти сигнал, реалізовувати алгоритм керування та спілкуватися через мережу даних не лише з робочою станцією, але й один з одним для реалізації розподілу алгоритму керування. Іншими словами, це покоління систем автоматизації повністю відповідає девізу Sun Microsystems «Мережа — це комп'ютер», який виник в епоху Інтернету. Саме особливості функціонування розподілених систем автоматизації формують перелік вимог до протоколів передачі даних для сучасних мереж керування.

У 1990 році відбулася перша офіційна публікація відкритого протоколу LonWorks. Тоді ж в Європі опублікували опис протоколу EIB. Багато в чому протоколи схожі і вирішують перераховані вимоги приблизно однаково. Вони відрізняються кількісними характеристиками та пріоритетними вимогами. Наприклад, LonWorks при максимальній універсальності має дуже відносну надійність, а EIB — абсолютну надійність і завадостійкість, але область його застосування не така широка.

Стандарт KNX отримав широку популярність у будівництві інженерних систем будинків і невеликих приміщень зокрема. Його перевага у взаємодії пристроїв, які працюють за цим стандартом і містяться в одній мережі.

Абоненти (пристрої), підключені до шини (мережі), можуть обмінюватися інформацією через загальний канал передачі, шину. У цьому випадку інформація, що передається, упаковується в телеграму і передається по кабелю від датчика (сенсора - відправника команд) до одного або кількох виконавчих механізмів. Після успішної передачі та прийому кожен приймальний пристрій підтверджує отримання телеграми. За відсутності підтвердження переказ повторюється двічі. Якщо підтвердження немає, передача завершується.

Передача здійснюється шляхом модуляції напруги в мережі, а логічний нуль надсилається у вигляді імпульсу з амплітудою приблизно ± 6 В. Відсутність імпульсу інтерпретується як логічна одиниця. Телеграми надсилаються пакетами, що містять 8 інформаційних байтів. Пересилання синхронізовано стартовим і стоповим бітами, є біт контролю парності.

Таким чином, стандарт KNX може бути використаний не тільки для обміну даними між технічними засобами автоматизації (ТЗА) побутової техніки, а й для невеликих промислових об'єктів, розташованих локально на невеликій території і живляться через єдину електричну мережу.

Літературні джерела

1 Чигур І.І. Метод виявлення часткових відмов інформаційно-вимірювальних каналів в системі автоматизованого контролю технічного стану породоруйнівного інструменту/Чигур І.І.// Нафтогазова енергетика. 2011. - №3(16). – С. 5-11.

УДК-004.94

РОЗРОБКА НЕЙРОМЕРЕЖІ НАГНІТАЧА ГПА У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB*М. Ю. Чернишов**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, Україна, mykola.chernyshov@nung.edu.ua*

Газоперекачувальний агрегат призначений для транспортування природного газу по магістральним газопроводам, для установки на дожимних компресорних станціях і підземних станціях зберігання газу.

В моєму дослідженні розглянуто і розраховано параметри для побудови математичних моделей нагнітачів за допомогою нейромереж агрегату ГПА Ц-6,3 з двигуном АИ-336-2.[1]

При реалізації моделювання у середовищі MatLab було вибрано конкретний набір взаємозв'язання параметрів. Одним з таких параметрів є температура навколишнього середовища. Температуру 0оС береться як точка відліку. Наступним важливим параметром є значення тиску на вході в нагнітач, яке залежить від температури навколишнього середовища. З зміною температури на 5оС відомою є зміна тиску на вході в нагнітач, яка пропорційно змінюється на 0,2МПа. Параметр, що розраховується – зміна тиску, а точніше зміщення тиску на вході в нагнітач з зміною температури навколишнього середовища відносно тиску при попередній температурі.

Таким чином зміна температури задається в проміжку від 0°С до 40°С, а тиск на вході в нагнітач від 2,8 МПа до 4,4 МПа.

Для навчання нейромережі створюємо вибірку вхідних даних і створюємо для них обчислені значення для відповідних даних.

Для цього в Mathlab створюється текстовий файл (gra.m) в якому описує функція, яка буде видавати навчену нейромережу:

```
function [net] = gra.
```

Для функції описується:

- вхідні дані для навчання нейромережі – температура навколишнього середовища в градусах цельсія. INP = [0 5 10 15 20 25 30 35 40];

- вихідні дані для навчання нейромережі – зміщення відносно попереднього значення тиску на вході в нагнітач по відношенню до зростання температури навколишнього середовища в МПа. OUP = [2.8 3.0 3.2 3.4 3.6 3.8 4.0 4.2 4.4];

Нейромережа, яка буде правильно навчати мою нейромережу для рішення даної задачі в системі MatLab описується наступним чином:

```
net = newff(minmax(INP),[20,1],{'tansig','purelin'},'trainlm');
```

де : newff – створює мережу зворотнього розповсюдження;

minmax – задає діапазон значень для вхідних даних;

[20,1] – розмір для кожного слою;

tansig – функція гіперболічного тангенсу;

purelin – транспортна лінійна функція;

trainlm – функція, тренування мережі, яка обновляє значення по методу оптимізації Лавенберга.

Параметри навчання нейромережі:

```
net = train(net, INP, OUTF);
```

Функції навчання нейромережі:

```
net.trainParam.epochs = 50;
```

```
net.trainParam.show = 1;
```

В процесі навчання нейромережа повинна зрозуміти, що їй треба зробити з вхідними значеннями, для того щоб отримати вихідні.

Описану функцію можна використовувати в середовищі Matlab.

Після навчання я просто використовую свою нейромережу для отримання нових значень, яких не було в навчальній збірці, заодно перевіряючи наскільки вірно навчилася нейромережа.

Для цього створюю M-file – my_neurowork.m:

```
n=gra
```

```
a=sim(n, [3, 7, 19, 28, 34, 38])
```

Після навчання нейромережі я отримую графік: час, помилки рис.1

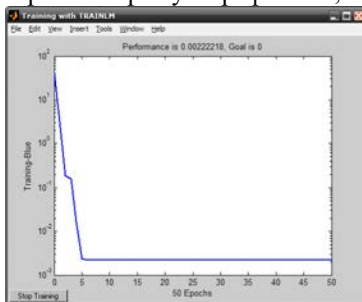


Рисунок 1 – Графік навчання нейромережі

В відповіді я отримав: a = 3.4184 2.4457 3.6112 3.9741 4.0524 4.1656

Нейромережа пройшла всі 50 епох поступово навчаючись і зменшуючи свої помилки дійшла до 10 в мінус 3 степені.[2]

Аналізуючи результати моделювання можна зробити висновок про адекватність запропонованої моделі. Слід зауважити, що для одержання нейромережі, яку можна використовувати для задач аналізу роботи натуральної системи для її навчання слід використовувати великі вибірки даних безпосередньо у об'єкт управління.

Літературні джерела

1 Система автоматичного керування газоперекачувальним агрегатом ГПА Ц-6,3. Комплекс технічних засобів САТ-07. Настанова з експлуатації. / Л.: НВП „Нова техніка”, –2006.

2 Заміховський Л.М., Іванишин В.П. Розробка системи автоматичного діагностування ГПА. / Снятин, “Прут-Принт”, –1999. –271с.

УДК 681.511.2

НЕЙРОМЕРЕЖІ В ЗАВДАННЯХ РОСПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН

І. І. Чигур, І. В. Коломієць

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, ihor.chyghur@nuing.edu.ua

Складність та інформаційна невизначеність процесу буріння свердловин на нафту і газ вимагають створення надійних систем прогнозування на ідентифікації технологічних ситуацій, що виникають в процесі будівництва свердловин (передаварійні ситуації та ускладнення викликані геолого-технологічними причинами, зношення елементів конструкції породоруйнівного інструменту та інші).

Нейронні мережі, призначені для розпізнавання образів, можуть стати ефективним інструментом для створення систем контролю і ідентифікації технологічних ситуацій в процесі буріння свердловин.

Особливістю розпізнавання образів у буріння є те, що кількість інформації, яка може бути використана для навчання нейромережі є обмеженою, це обумовлено особливостями технологічного процесу буріння свердловин (складність і великий проміжок часу здійснення технологічного циклу, нестаціонарність і невідтворюваність процесу, великий рівень шумів як на вході так і на виході каналу передачі інформації, що підлягає вимірюванню і контролю та інші).

Ці особливості не дозволяють ефективно використовувати класичні нейронні мережі (які використовують принципи навчання з “вчителем” і без “вчителя”) для розпізнавання (ідентифікації) образів у процесі буріння свердловин.

Для вирішення задачі розпізнавання ситуації і прийняття первинних рішень пропонується використати нечітку нейромережу. Нечітка нейронна мережа була обрана у відповідності до формалізованого опису моделі вирішуваної задачі.

Архітектура нейромережі зображена на рис. 1. Вона складається з трьох шарів нейронів.

Шар 1. Виходи нейронів даного шару визначають ступінь належності вхідних змінних $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ до відповідних множин за трапецеїдальною функцією належності.

Шар 2. Виходами цих нейронів є ступені істинності для кожного з правил формалізованого опису моделі. Усі нейрони шару реалізують операцію “АБО”.

Шар 3. Нейрони цього шару є звичайними нейронами, які виконують зважене додавання.

Вектор вхідних даних x містить 7 елементів. Тобто, нейромережа має 7 вхідів: x_1 – осьове навантаження на долото, x_2 – крутний момент на долоті, x_3 –

механічна швидкість буріння, x_4 – біжуча глибина, на якій працює долото, x_5 – витрата бурового розчину, x_6 – тиск бурового розчину, x_7 – тип долота.

Вектор вихідних сигналів y – складається з кількості елементів, які відповідають кількості можливих станів роботи долота а також можливих ускладнень $Y = [y_1, y_2]$.

Нечітка модель підсистеми прийняття первинних рішень була побудована за допомогою прикладного пакету Fuzzy Logic Toolbox програми Matlab.

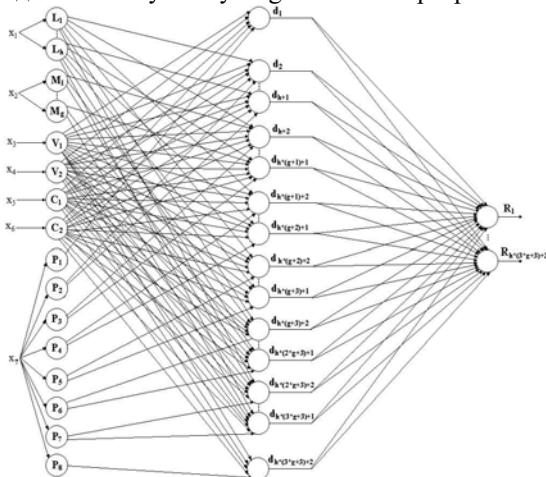


Рисунок 1 - Архітектура неймережі для вирішення задачі розпізнавання зношення бурового долота

В якості навчальної вибірки використовувалась вибірка розмірністю 2000 елементів. З результатів навчання та тестування слідує, що навчання неймережі за алгоритмом оберненого поширення помилки 'trainrp' дозволяє досягнути однієї з кращих точностей за найменший час. Тому, для вирішення задачі прогнозування розвитку ситуації та визначення наслідків первинних рішень було використано неповнозв'язну прямонапрямлєну ШНМ, навчену саме за таким алгоритмом.

Застосування фаззи-неймережевих технологій для створення систем автоматизованого контролю і ідентифікації технологічних ситуації, що виникають в процесі буріння і мають негативний вплив на перебіг технологічного процесу дозволить значно підвищити вірогідність контролю, а отже забезпечити ефективність і безаварійність виробничого циклу.

Літературні джерела

1 Чигур І.І. Аналіз задачі алгоритмізації контролю технічного стану породоруйнівного інструменту / Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. - 2001. - Вип. 37 (7). - С. 114-119.

УДК-004.43

SPRING BOOT ОДИН З КРАЩИХ JAVA FRAMEWORKS ДЛЯ МІКРОСЕРВІСІВ В 2022 РОЦІ

М. Ю. Чернишов, О. І. Кульбаба

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ,
Україна, mykola.chernyshov@gmail.com*

Мікросервіси широко використовуються для створення складних додатків з розвинуеною багатофункціональністю шляхом об'єднання всіх частин та їх поширеного компонування в єдине ціле. Мало кому відомо, що мікросервіси — це підхід до створення єдиної програми у вигляді набору невеликих сервісів, де кожен сервіс працює сам по собі (автономний процес), але які комунікують між собою як єдине ціле через API.

Інакше кажучи, мікросервіси - це скоріше сервіс-орієнтована архітектура, яка дозволяє поступово збирати будь-яку програму невеликими частинами-модулями, а не створювати відразу єдине ціле. Сьогодні багато організацій та розробників люблять працювати за мікросервісною схемою, оскільки вона дозволяє їм працювати незалежно.

Основна причина цього — «залежність від однієї мови програмування при такому підході буквально закінчується»! Це явно заощаджує кошти на управлінні витратами, а також підвищує ефективність впровадження та супроводу.

До основних переваг мікросервісів можна віднести:

1. Впровадження нових технологій та процесів;
2. Незалежне масштабування програм;
3. Готовність до хмарних обчислень;
4. Бездоганна інтеграція;
5. Ефективне використання апаратного забезпечення;
6. Безпека лише на рівні послуг;
7. Функції на базі API ефективного повторного використання;
8. Незалежна розробка та розгортання додатків.

Хотілось б навести деякі критичні аспекти, які необхідно враховувати при виборі відповідного фреймворку:

1. Популярність;
2. Зрілість спільноти;
3. Простота розробки;
4. Крива навчання;
5. Підтримка архітектури;
6. Підтримка автоматизації;
7. Незалежне розгортання;
8. Безперервна інтеграція.

Для розробки мікросервісів доступні різні фреймворки відповідно до вимог проєкту. Java, Python, C++, Node JS і .Net — кілька мов для розробки мікросервісів.[2]

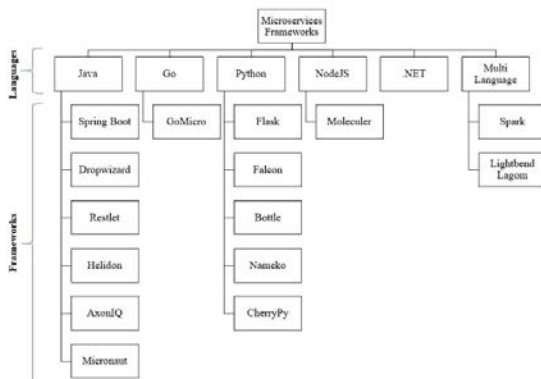


Рисунок 1 – популярні у 2022 році фреймворки, пов'язані з кожною мовою.

Я хотів виділити Spring Boot – як один із найкращих і найпростіших у використанні фреймворків на Java для розробки мікросервісів. Він з відкритим вихідним кодом, оснащений величезною кількістю функцій та можливостей. Крім того, його можна легко розгорнути на багатьох платформах (наприклад, Docker). Він пропонує сильну підтримку мережі спільноти розробників, ви можете отримати рішення кожного запиту, і це, безперечно, величезний плюс.

Spring Boot також дозволяє забезпечити деякі цікаві вбудовані функції, такі як безпека, автоконфігурація, стартова залежність (що сприяє швидкій розробці додатків) та низку інших сервісів. Можна навести деякі ключові особливості використання цього фреймворку:

Spring Boot допомагає контролювати декілька компонентів одночасно.

Він забезпечує максимальну пропускну здатність та ефективність за рахунок використання методу балансування навантаження, коли трафік розподіляється невеликими частинами.

Він також пропонує розподілену систему обміну повідомленнями, яка слідує за моделлю Pub-Sub (publish-subscribe).

Spring має різні модулі для легкої інтеграції з популярними базами даних: Spring JDBC, Spring JPA, Spring MongoDB, Spring Apache Cassandra - ось лише кілька розширень для прикладу.

Spring має можливості для створення реактивних програм. За допомогою Spring MVC дуже легко створювати Rest API. Spring легко інтегрується із MQ для створення асинхронних сервісів. Spring також має модуль для створення програм на основі SOAP.[1]

Літературні джерела

1 Spring Boot Tutorial [Електронний ресурс] / Javatpoint.com. – Режим доступу:<https://javatpoint.com/spring-boot-tutorial>.

2 TOP 12 MICROSERVICES FRAMEWORKS [Електронний ресурс] / Tatvasoft.com. – Режим доступу:<https://www.tatvasoft.com/blog/top-12-microservices-frameworks/>.

УДК 681.5.015:622.24

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ТА ТИСКУ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ ПРИ ГВД-БУРІННІ

Д. Р. Кропивницький

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: vitalia.krop@gmail.com

Сучасні технології буріння свердловин дозволяють вести розробку родовищ нафти та газу на глибині понад 12 000 метрів.

Важливість видобутку вуглеводнів у світі складно переоцінити. Як показує досвід роботи бурових підприємств, нині пріоритетним є буріння похило-спрямованих та горизонтальних свердловин. При будівництві таких свердловин застосовують обертальний спосіб буріння, використовуючи як привод долота гвинтові забійні двигуни (ГВД від 85 до 90%), що пояснюється цілим рядом технологічних і експлуатаційних переваг таких машин. Серед них – високий обертовий момент, широкий діапазон частот обертання валу шпинделя в діапазоні 100 – 200 об/хв., що дає змогу ефективно відпрацювати більшість типів сучасних шарошкових і безопрірних доліт [1].

Гвинтові вибійні двигуни (ГВД) дозволяють вести буріння при частоті обертання приблизно від 10 с⁻¹ до 25 с⁻¹.

При ГВД-бурінні повинна забезпечуватись постійна потужність бурового насосу N_p , якої можна досягти шляхом оснащення бурового насосу регульованим частотним електроприводом [2].

Якщо регульований електропривод є асинхронний двигун, то механічна потужність, яка передається на вал двигуна, буде такою:

$$N_{mp} = M_{am} \Omega, \quad (1)$$

де M_{am} – момент на валу двигуна; Ω – кутова швидкість ротора двигуна.

Потужність N_{mp} передається буровому насосу, на виході якого подача Q під тиском P поступає до ГВД. Внаслідок втрат енергії при передачі її від електричного двигуна до бурового насосу буде мати місце таке співвідношення:

$$\eta_{dp} = \frac{N}{N_{mp}}. \quad (2)$$

Момент на валу електроприводу визначають за такою формулою [3]:

$$M_{am} = \frac{(1-s)m_1 U^2 r_2/s}{\Omega(r_1 + c_1 r_2/s)^2 + (x_{s1} + c_1 x_{s2})^2}, \quad (3)$$

де s – ковзання; U – напруга живлення двигуна; m_1 – число фаз обмоток статора; r_1 , r_2 – активні опори статора і ротора; x_{s1} , x_{s2} – індуктивні опори розсіювання статора і ротора; c_1 – коефіцієнт приведення.

Механічна характеристика асинхронного електричного двигуна $M_{am} = f_{am}(\Omega)$ є нелінійною функцією і її можна апроксимувати прямою лінією

$$M_{am} = a_1 + a_2 \Omega, \quad (4)$$

де $a_1 = \frac{\Omega_1 M_{max}}{\Omega_1 - \Omega_m}$; $a_2 = -\frac{M_{max}}{\Omega_1 - \Omega_m}$, Ω_1 – кутова частота холостого ходу; M_{max} – максимальне значення крутного моменту; Ω_m – кутова частота, при якій момент досягає свого максимального значення.

Момент, який виникає на валу ГВД обчислимо за такою формулою [4]:

$$M = Pz_2 e^2 T \left(z_2 - 1 + \frac{4}{\pi} c_e \right),$$

де z_2 – число зубців ротора ГВД; e – ексцентриситет (міжцентрова віддаль статора і ротора); T – крок гвинтової поверхні статора; c_e – безрозмірний коефіцієнт зачеплення.

Величини, які входять в останню формулу, окрім тиску P , визначаються конструкцією ГВД і тому будемо вважати їх постійними величинами. Після деяких математичних перетворень [5] формула (4) набуде такого вигляду:

$$a_2 \Omega^2 + a_1 \Omega - \frac{\varphi(P)}{\eta_s} = 0,$$

де $\eta_s = \eta_{dp} \eta$; $\varphi(P) = k_z P (\omega_{id} - A_\omega P^\alpha)$.

Розв'язок останнього рівняння буде таким:

$$\Omega = \frac{-a_1 + \sqrt{a_1^2 + 4\varphi(P)a_2/\eta_s}}{2a_2}. \quad (5)$$

Як видно з рівняння (5) тиск промивної рідини P і кутова швидкість вала бурового насосу Ω функціонально зв'язані. Встановлена залежність дала змогу зробити висновок, що для оптимального управління процесом поглиблення свердловин як керуючі дії слід вибрати осьове навантаження на долото і тиск промивальної рідини.

Літературні джерела

- 1 Балденко Д. Ф., Балденко Ф. Д., Гноевых А. Н. Винтовые забойные двигатели: т. 1. М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2005. 488 с.
- 2 Проблеми і шляхи енергоефективної модернізації процесу промивання скерованих свердловин / І. І. Чудик, М. І. Ковбасюк, Д. І. Король та ін. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2012. №2 (43).
- 3 Усольцев А. А. Электрические машины: учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013. 416 с.
- 4 Балденко Д. Ф., Балденко Ф. Д., Гноевых А. Н. Винтовые забойные двигатели: Справочное пособ. М.: ОАО "Издательство "Недра", 1999. 375 с.
- 5 Горбійчук М. І., Кропивницький Д. Р. Математична модель процесу поглиблення свердловин під час буріння гвинтовими вибійними двигунами // Зб. наук. пр. НУК. Миколаїв : НУК, 2021. № 1 (484). С. 68–74.

УДК 681.5:621.31

ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ ПРОТОКОЛІВ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ

В. О. Косенчук, Л. Ю. Федік

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна, lntu.edu.ua

HTTP — це протокол для отримання ресурсів, наприклад документів HTML. Він є основою будь-якого обміну даними в Інтернеті та є протоколом клієнт-сервер, що означає, що запити ініціюються одержувачем, зазвичай веб-браузером. Повний документ реконструюється з різних отриманих піддокументів, наприклад, тексту, опису макета, зображень, відео, сценаріїв тощо, рис. 1.

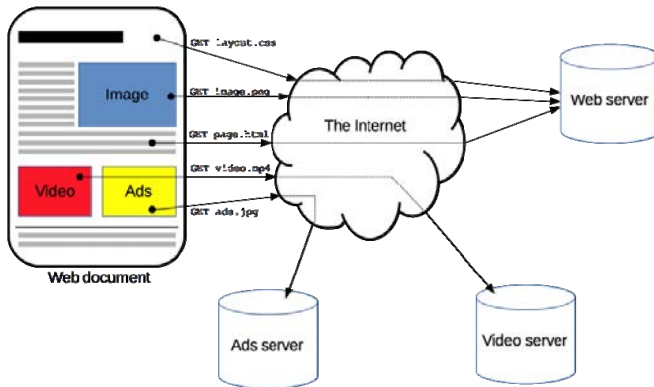


Рисунок 1 - Схема піддокументів

Клієнти та сервери спілкуються шляхом обміну окремими повідомленнями (на відміну від потоку даних). Повідомлення, які надсилає клієнт, як правило, веб-браузер, називаються запитами, а повідомлення, які надсилає сервер як відповідь, називаються відповідями.

Між веб-браузером і сервером багато комп'ютерів і машин передають HTTP-повідомлення, рис. 2. Завдяки багаторівневій структурі веб-стеку більшість із них працюють на транспортному, мережевому або фізичному рівнях, стаючи прозорими на рівні HTTP та потенційно маючи значний вплив на продуктивність. Ті, що працюють на прикладних рівнях, зазвичай називаються проксі. Вони можуть бути прозорими, пересилаючи отримані запити, не змінюючи їх жодним чином, або непрозорими, у цьому випадку вони певним чином змінюють запит перед тим, як передати його на сервер.

Ця розширювана природа HTTP з часом дозволила розширити контроль і функціональність Інтернету. Методи кешу та автентифікації були функціями, які оброблялися на початку історії HTTP. Здатність послабити обмеження походження, навпаки, була додана лише в 2010-х роках.

Повідомлення HTTP, як визначено в HTTP/1.1 і раніше, читаються людиною. У HTTP/2 ці повідомлення вбудовуються в двійкову структуру, фрейм, що дозволяє оптимізувати, як-от стиснення заголовків і мультиплексування. Навіть якщо лише частина оригінального HTTP-повідомлення надсилається в цій версії HTTP, семантика кожного повідомлення не змінюється, і клієнт відновлює (практично) оригінальний HTTP/1.1 запит, рис. 3. Тому корисно розуміти повідомлення HTTP/2 у форматі HTTP/1.1.

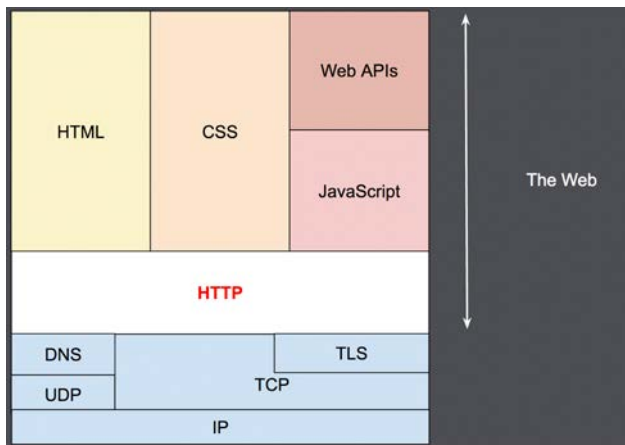


Рисунок 2 - Передача HTTP-повідомлень

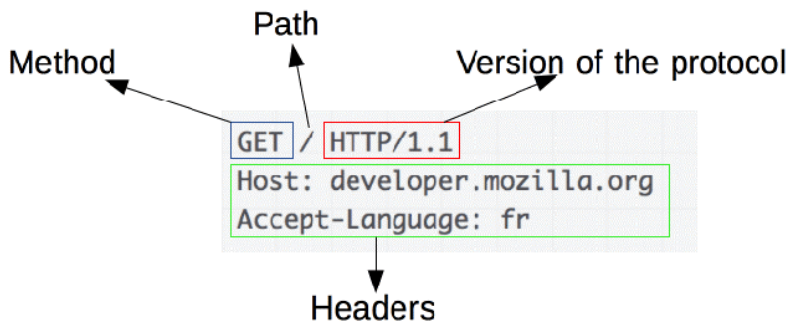


Рисунок 3 - Повідомлення HTTP

Протокол WebSocket є стандартом для двостороннього зв'язку між клієнтом і сервером, призначений для веб-додатків. Протокол був стандартизований у 2011 році Інженерною робочою групою Інтернету (IETF) як RFC 6455. Протокол складається з рукописання а потім повідомлення. Мотивом було вміти отримати двосторонній зв'язок між веб-браузером і веб-сервер без необхідності відкривати декілька паралельних HTTP-з'єднань. Оскільки WebSocket сидить поверх TCP, раніше потрібне підключення TCP можна

встановити підключення WebSocket. TCP підключення виконується за класичним тристороннім рукоштовуванням з трьома повідомленнями: SYN, SYN-ACK і ACK.

Потім клієнт надсилає запит на оновлення через Запит HTTP GET. Якщо/коли сервер відповідає Upgrade Response клієнт успішно встановив з'єднання WebSocket із сервером. Тепер можливий двосторонній зв'язок між клієнтом і сервером у вигляді повідомлень, доки будь-яка сторона не припинить активне з'єднання.

Існують такі типи веб сокетів:

1. Plain WebSockets доступний майже у всіх популярних браузерях. Він не має вбудованих функцій порівняно з Socket.IO або SockJS, і програміст несе повну відповідальність за створення потрібної функціональності. Наприклад, щоб відстежувати активні підключення або що робити, якщо протокол не підтримується;

2. Socket.IO — це структура, яка намагається використовувати протокол WebSocket під капотом. Це спочатку використовує підключення опитування XHR, а потім намагається переключитися на протокол WebSocket замість цього. Він має реалізований механізм пінг-понгу для виявлення відключення та підтримує автоматичне перепідключення. Він підтримує мультиплексування для створення розділення в програмах (наприклад, на модуль або дозволи) за допомогою просторів імен. У кожному просторі імен а можна визначити кімнату, до якої клієнти можуть приєднуватися та виходити за бажанням/необхідністю. Socket.IO є сумісний лише з іншими примірниками Socket.IO;

3. SockJS — поточна структура, яка використовується в Blixtvakt. Спочатку він намагається використовувати протокол WebSocket. Але якщо це не вдається, він може використати інші протоколи та представити їх у вигляді абстракції, подібної до WebSocket. Підтримувані протоколи включають, зокрема, WebSocket, XHR-streaming, XHR-опитування та EventSource. SockJS сумісний з будь-яким клієнтом, який спілкується за протоколом WebSocket.

Літературні джерела

- 1 <https://uk.wikipedia.org/wiki/HTTP>.
- 2 <https://code.tutsplus.com/uk/tutorials/http-the-protocol-every-web-developer-must-know-part-1--net-31177>.
- 3 <https://highload.today/protokol-http/>.
- 4 <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/http-protocol-what-and-where-to-test/>.
- 5 <https://codeguida.com/post/550>.
- 6 <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/application-gateway/application-gateway-websocket>.
- 7 https://wikiukuk.top/wiki/Web_Application_Messaging_Protocol.

УДК 681.518:622.248

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ОЗНАКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДОЛОТА В ПРОЦЕСІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Л. М. Заміховський, С. Б. Стецюк

*76018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, оф. 1305 тел +380 (342) 72-71-70,
e-mail: itts@nung.edu.ua.*

Підвищення ефективності процесу буріння та забезпечення надійності бурильної колони вимагає розробки методів і засобів її діагностування в процесі експлуатації. Роботу бурильної колони супроводжують віброакустичні коливання різних частот (поздовжні, крутильні і поперечні), які призводять до надмірного спрацювання і відмови вибійних двигунів та доліт. Для виявлення діагностичних ознак їх стану використовують Віброакустичні коливання, які генеруються долотом в процесі руйнування породи і передаються по бурильній колоні, як механічному каналу зв'язку, несуть інформацію на основі якої можна виділити діагностичні ознаки технічного стану долота в процесі буріння. Для цього перетворення віброакустичних сигналів з метою їх подальшої обробки проводиться з використанням швидкого перетворення Фур'є, автокореляційної функції, різних вейвлет-перетворень і ін., а обробка отриманих даних проводиться з використанням методів кореляційного, дискримінантного аналізу, штучних нейронних мереж, генетичних алгоритмів та ін. методів.

В роботі розглядаються питання отримання інформації про вібраційний стан бурильної колони з використанням вібраційного модуля SM1281 з комплектом акселерометрів та PLC SimaticS7-1200. Для аналізу вібраційних процесів бурильної колони використовується програмне забезпечення SIPLUS Condition Monitoring System (CMS) X-Tools, яке дозволяє відображати вібраційні спектри, отримані з акселерометрів, а також проводити їх подальший аналіз.

Обґрунтовується використання вейвлет-перетворення для визначення діагностичної ознаки технічного стану долота в процесі буріння. Особливість користання вейвлет-перетворення обумовлено тим, що основна область його застосування - аналіз і обробка сигналів та функцій, нестационарних в часі або неоднорідних в просторі. Метод аналізу не змінюється залежно від характеристики сигналу, навпаки, вейвлет-перетворення дозволяє визначити структуру сигналу, виконати його поділ на квазістационарні ділянки [1]. При цьому результати аналізу містять не тільки загальну частотну характеристику сигналу (розподіл енергії сигналу по частотним складовим), але і відомості про певні локальні координатах, на яких виявляють себе ті чи інші групи частотних складових, або на яких відбуваються швидкі зміни частотних складових сигналу [2].

Першим етапом опрацювання була побудова спектрограм вібрації бурильної колони. При цьому послідовність операцій опрацювання сигналів була наступна:

- завантаження даних в середовище Matlab;
- вибір масиву даних довжиною в 532 символи;

- побудова спектрограм з використанням симлет-вейвлета вибраного порядку;
- вивід спектрограми для кожного з наборів даних.

З метою вибору діагностичної ознаки технічного стану долота розглядаються результати дослідження спектрограм вибірки записів вібраційних сигналів знятих з вертлюга бурильної колони при бурінні новим долотом на початку довшання, для долота відпрацьованого на 40% та долота відпрацьованого на 80%.

Було встановлено, що хоча отримані спектрограми мають дуже багато подібностей, але при їх більш детальному дослідженні на малих та великих масштабах, помітні різниці в виникненні або зникненні різних частотних складових в залежності від технічного стану долота.

Для отримання кількісних показників діагностичної ознаки стану долота, було проведено дискретне вейвлет-перетворення, що дозволило виділити характерні тренди в зміні значень вібрації на різних масштабах за рахунок операції розкладу на компоненти вейвлет-перетворення (рис. 1).

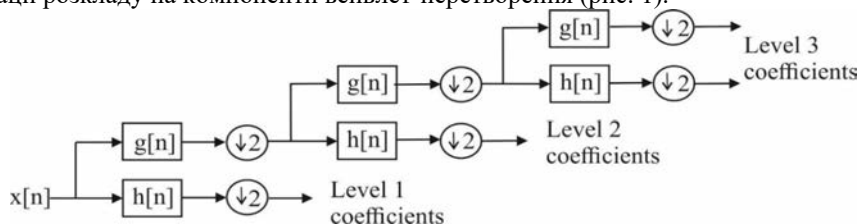


Рисунок 1 – Дерево (банк) вейвлет-розкладу

Було встановлено, що значення діагностичної ознаки зростає з збільшенням величини зношування долота у зв'язку з чим вона може бути покладена в основу методу діагностування технічного стану долота в процесі буріння свердловин.

Літературні джерела

1 Грызлова Т.П. Методическое и программное обеспечение обработки нестационарных процессов на основании wavelet-анализа [Текст]/ Т.П. Грызлова, Г.Ш. Пиралишвили, В.Т. Шепель.- Вестник двигателестроения, 2006. - № 3. – с. 138-143.

2 Теорія і практика обробки сигналів у малошвидковій (wavelet) області [Текст] / А.Й. Наконечний, І.І. Лагун., З.Є. Верес [та ін.] під редакцією А.Й. Наконечного: Монографія. – Львів: Растр-7, 2020 – 470 с.

**ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

УДК 004.94

БУФЕР ЗМІННОГО РОЗМІРУ МОДИФІКОВАНОГО UDP-ПРОТОКОЛУ*А. В. Кульчак, Я. І. Заячук**ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua*

Інтернет – це з комп'ютерів і серверів, деякі з них обробляють величезну кількість інформації. Іноді запитів від користувачів до конкретного сервера настільки багато, що він не встигає реагувати. Якщо той чи інший популярний сайт «зберігається» на проблемному сервері, то всі користувачі будуть мати труднощі з його завантаженням.

Якщо ви проживаєте в Україні, але захочете подивитися улюблений серіал в FullHD якості, наприклад, з Канади. То навіть при ідеальному Wi-Fi 400 Мбіт/с ви будете мати RTT приблизно в 250 мс [1]. Як ви вважаєте, чи зможете подивитися відео? Відповідь залежить від налаштувань send/recv buffer на серверах.

Оскільки для передачі відео використовується протокол TCP з acknowledgement, то всі дані, які не отримали підтвердження про доставку, зберігаються в буфері. Якщо send buffer обмежений 128 Кб, то ці 128 Кб менше, ніж за час RTT, ми відправити не можемо. Таким чином, від нашої мережі в 400 Мбіт/с залишилося 4 Мбіт/с ($128 \times 8 / 0,25$). Цього недостатньо, щоб онлайн дивитися відео в FullHD. Тоді змінивши розмір буфера можна побачити, як дійсно змінюється швидкість віддачі одного сегмента відео в залежності від зміни розміру буфера. Recv buffer підлаштовувався автоматично, тобто те, що відправляв сервер, клієнт завжди міг прийняти.

За результатами досліджень протоколу TCP, очевидно, що якщо передаєте дані на великі відстані по високошвидкісній мережі, потрібно збільшити буфер відправки.

Якщо кількість пакетів on-the-fly дорівнює розміру буфера, то він недостатнього розміру. У цьому випадку мережа використовується не повністю – рівень утилізації нижчий від 80%. Можлива зворотна ситуація - занадто великий розмір буфера. З точки зору мультиплексування даних і якщо відправити кілька запитів одночасно, наприклад, картинку в це ж з'єднання та API, то коли вся величезна мегабайтна картинка помістилась в буфер, а ми намагаємося передати ще й високопріоритетний API, то буфер переповнюється. Простим рішенням є автоматичне налаштування розміру буфера.

Якщо зараз може бути відправлено багато пакетів, буфер збільшується, передача даних прискорюється, розмір буфера зростає. При такому підході існує проблема: якщо буфер збільшився, його не можна так просто зменшити. Це більш складна задача. Якщо швидкість просідає, то відбувається те саме розбухання буфера. Буфер досить великий і весь заповнений, нам потрібно чекати, поки всі дані відправляться на клієнт. При реалізації модифікованого UDP-протоколу, це все дуже просто - у нас є доступ до буферу, відповідно

можливо його змінювати. Залишається питання в оптимальному налаштуванні параметрів розміру буфера.

Якщо TCP в таких ситуаціях просто додає дані в кінець, і нічого з цим не можна зробити, то в модифікованому UDP-протоколі можна поміщати дані, наприклад, вперед, відразу ж за On-the-fly packets (рис. 1).



Рисунок 1 - Буфер UDP та TCP

А якщо прийде cancel, і клієнт скаже, що ця картинка більше не потрібна, йому потрібні API дані, він перегорнув контент далі, можна все це викинути з буфера і відправити потрібне.

Відомо, що для того, щоб відновлювати пакети, управляти доставкою, отримувати acknowledgements, потрібен якийсь sequence_id пакетів. Sequence_id виписується тільки для on-the-fly packets, тобто видаємо його тільки тоді, коли відправляємо пакети. Все інше в буфері можна пересувати як хочемо до тих пір, поки пакети не відправились [1].

TCP буфер потрібно правильно налаштувати, знайти баланс, щоб не обмежитися пропускнуною здатністю мережі і не зробити буфер занадто великим. Для модифікованого UDP-протоколу все простіше – можна використовувати автоматичне налаштування буфера.

Літературні джерела

1 Педько А. Д. Метод зменшення часу доставки повідомлень в IP мережі за рахунок модифікації протоколу UDP : Магістерська дисертація зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ, 2020. 104 с.

ВІРТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЛАДІВ*В. Б. Біліщук, М. О. Федюшкін**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ, Карпатська, 15, 76019, chancel@iung.edu.ua*

Розробка нових виробів, є важливим інструментом зростання компаній. Інженерне проектування є наукоємною діяльністю. Застосування віртуального моделювання за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення значно полегшує інженерне проектування і стало необхідністю в теперішній час. Віртуальне моделювання економить час на розробку нових виробів, зменшує кількість фізичних прототипів та експериментів, знижує собівартість, а також підвищує якість кінцевої продукції, полегшує розуміння конструкції нового виробу, покращує процеси управління та автоматизації.

Метою дослідження є аналіз можливостей і шляхів використання комп'ютерного моделювання в процесі розробки електронних вимірювальних приладів на прикладі програмних середовищ Proteus Design і SolidWorks.

Спеціалізовані інструментальні середовища – програмні засоби, призначені для моделювання, включаючи навчальне конструювання з готових базових моделей. Сюди можна віднести пакети програм для автоматизованого проектування електронних схем Proteus, NI Multisim, Micro-Cap і т. п. Ці програмні засоби дозволяють створювати електричні схеми за допомогою графічних редакторів, редагувати параметри компонентів і приєднувати з метою формування сигналів та індикації впливу «віртуальні» прилади (генератори, різні вимірювачі тощо). У цих середовищах можна моделювати аналогові, цифрові та аналогово-цифрові пристрої. У цих програмних продуктах комп'ютерного моделювання використовують «віртуальні» прилади, під якими ми розуміємо математичну модель, що імітує структурні і функціональні принципи роботи приладу.

Пакет Proteus Design являє собою систему схемотехнічного моделювання, що базується на основі моделей електронних компонентів, прийнятих в PSpice. Відмінною рисою пакету Proteus Design є можливість моделювання роботи програмованих пристроїв: мікроконтролерів, мікропроцесорних систем, DSP і ін. Пакет Proteus Design складається з двох модулів: ISIS - графічний редактор електронних схем з функцією моделювання створених схем і ARES - графічний редактор друкованих плат з автотрасувальником, що робить Proteus Design системою автоматизованого проектування.

В ISIS можна моделювати роботу електричних схем двома способами: в режимі реального часу і з побудовою графіків. Можливість здійснення моделювання в режимі реального часу сильно залежить від складності схеми і обчислювальних можливостей комп'ютера. Моделюванням з побудовою графіків можна виконати детальніший аналіз схем, який неможливо здійснити в режимі реального часу (побудова передавальних, амплітудно-частотних, вольт-амперних характеристик).

При виконанні інтерактивного моделювання схем існує можливість взаємодії з віртуальною схемою як з реально існуючим приладом. При цьому використовують віртуальні інструменти, прилади, компоненти і індикатори. До віртуальних приладів належать: вольтметр, амперметр, осцилограф, лічильник/частотомір, генератор сигналів, логічний аналізатор та ін. Для впливу на схему використовують віртуальні компоненти: перемикачі, потенціометри, термо- і фоторезистори, теормопари та ін. Взаємодія з такими компонентами можлива шляхом натискань мишею на зображення самого компонента. Як в реальному приладі так і у віртуальному також є різноманітні моделі індикаторів і табло: світлодіоди, семисегментні і рідкокристалічні символні табло.

Особливістю модуля ISIS є моделювання в інтерактивному режимі схем приладів з мікропроцесорами. Для моделювання роботи мікропроцесора в модель мікропроцесора завантажують двійковий файл програми. Надалі можна покрокового відлагоджувати програму мікропроцесора. В режимі покрокового виконання програми можна викликати різноманітні вікна з інформацією про поточний стан як моделі мікропроцесора.

На основі складеної електричної схеми приладу можна спроектувати електронний блок з друкованою платою. Проектування відбувається засобами моделювання модуля ARES у двовимірному просторі з подальшим генеруванням тривимірної моделі. Особливостями середовищ проектування друкованих плат і блоків є використання спеціалізованих шарів для розміщення 2-D графічних елементів, що відображають елементи електронного блоку – радіоелементи, друковані провідники, контактні площадки та ін.

Моделювання друкованої плати має два основні етапи: розміщення радіоелементів і трасування друкованих провідників. Процедура розміщення елементів на друкованій платі в модулі ARES полягає у вказуванні їх розташування вказівником миші. Після розміщення елементів трасують друковані провідники. В модулі ARES трасувати друковані провідники можна вручну або за допомогою автороутера – спеціальної програми. Найбільш зручним є початкове трасування автороутером з подальшим коригуванням конфігурації друкованих провідників вручну.

Тривимірну модель друкованого блоку можна використати для тривимірного моделювання приладу в середовищі SolidWorks, що передбачає моделювання корпусу, розміщення в ньому деталей приладу і власне друкованого блоку. Тривимірне моделювання приладу полягає у компонованні моделей деталей у збірці – їх розміщення і створення геометричних взаємозв'язків між ними.

Проведений аналіз дає можливість зробити висновки, що віртуальне моделювання має перспективи для підвищення ефективності процесів розробки нових продуктів, зокрема вимірювальних приладів. Застосування середовищ Proteus Design і SolidWorks в розробці приладів є перспективним як для проектування приладів так і вивчення здобувачами освіти предметів, пов'язаних з вивченням принципів конструювання приладів.

УДК 004.415

ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕВИМ ТРАФІКОМ**В. І. Стапай, Я. І. Заячук***ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua*

Будь-яка складна обчислювальна мережа вимагає додаткових спеціальних засобів управління крім тих, які є в стандартних мережевих операційних системах. Це обумовлено великою кількістю різноманітного комунікаційного устаткування, від надійності роботи якого залежить робота всієї мережі. Розподілений характер великої корпоративної мережі унеможливорює підтримання її роботи без централізованої системи управління, яка в автоматичному режимі збирає інформацію про стан кожного комутатора, мультиплектора і маршрутизатора і надає цю інформацію адміністратору [1].

У зв'язку з тим, що самі системи управління являють собою складні програмно-апаратні комплекси, існує межа доцільності застосування системи управління, яка визначається складністю мережі, різноманітністю застосовуваного комунікаційного обладнання і ступенем його розподілу по території. Однак при розширенні мережі може виникнути необхідність об'єднання розрізаних програм управління пристроями в єдину систему управління, в зв'язку з чим, можливо, доведеться відмовитися від цих програм і замінити їх інтегрованою системою управління. Для пошуку оптимальної системи управління проведемо порівняння систем моніторингу за такими параметрами [1]:

1. формування звітів *SLA (Service Level Agreement)*. Контроль гарантованих параметрів якості обслуговування *SLA*, що визначають міжмережеві взаємодії;
2. формування трендів. Виявлення основних тенденцій динаміки показників якості роботи мережі;
3. прогнозування трендів. Прогнозування зміни динаміки показників якості роботи мережі;
4. аналіз топології мережі. Збір інформації про елементи мережі;
5. використання агентної моделі моніторингу. Наявність пристроїв, які здійснюють збір і передачу інформації про роботу мережі;
6. підтримка *SNMP (Simple Network Management Protocol)*. Використання протоколу *SMNP* для обміну інформацією про стан об'єктів спостереження в режимі реального часу;
7. протоколювання подій. Формування докладних записів про стан елементів мережі;
8. датчики позаштатних ситуацій. Наявність пристроїв для оповіщення про виникнення критичних ситуацій, негативної тенденції до зміни показників якості роботи телекомунікаційної мережі;
9. розподілений моніторинг. Моніторинг сигнального обміну на предмет відповідності роботи обладнання певним специфікаціям протоколів.

На сьогоднішній момент існує безліч систем моніторингу та управління. Для подальшого аналізу використано системи, представлений в табл. 1. Ці системи є найбільш зручними для створення на їх основі власного рішення, оскільки вони:

- дають змогу створювати власні перевірки;
- дають змогу створювати власні компоненти;
- дають змогу легко інтегрувати інші системи;
- є основою багатьох існуючих систем моніторингу;
- дають змогу створити власний метод конфігурування [1].

Таблиця 1 - Порівняння систем моніторингу

Система	Icinga	GroundWork	Nagios	Zenoss	Zabbix
Діаграми	ні	так	так	так	так
Прогнозування подій	ні	ні	ні	так	так
Автоматичне виявлення	плагін	плагін	плагін	так	так
Агент	так	так	так	ні	так
SNMP	плагін	плагін	плагін	так	так
Syslog	ні	плагін	плагін	так	так
Групування подій	так	так	так	так	так
Зовнішні скрипти	так	так	так	так	так
Плагіни	так	так	так	так	так
Складність створення плагінів	середньо	середньо	легко	середньо	легко
Метод збереження даних	SQL	SQL	SQL	MySQL, Zope	SQLite, MySQL, PostgreSQL, Oracle
Управління доступом	так	так	так	так	так
Тригери	так	так	так	так	так
Доступ через Веб	перегляд, звіти, управління	перегляд, звіти, управління	перегляд, звіти, управління	повний доступ	повний доступ
Розподілений моніторинг	так	так	так	так	так

Розглянуті системи в основному засновані на використанні агентного підходу. Агенти збирають статистичну інформацію про роботу елементів мережі і передають її в центральну базу даних, потім зібрана інформація обробляється керуючими модулями.

Літературні джерела

1 Котов Я. В. Система моніторингу та управління мережевим трафіком користувачів : Дипломна робота зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Київ, 2020. 90 с.

УДК 681.5

КОМП'ЮТЕРНИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ КЕРУВАННЯ УСТАНОВКАМИ РОЗДІЛЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

М.В. Шавранський, М.Р. Тимофійв

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул.Карпатська, 15; m.shavranskyu@gmail.com*

Технологічні установки поділу вуглеводнів складають значну частину технологічного обладнання нафтохімії, нафтопереробки, харчової та інших галузей промисловості.

Система керування (СК), що застосовується в промисловості, такими установками призначена, в основному, для стабілізації технологічних параметрів за допомогою локальних систем з П, ПІ, ПІД законами регулювання температури, тиску, рівня та витрати, налаштування яких визначають на основі перехідних функцій, отриманих в результаті експерименту або обробки статистичних даних з діючих апаратів у вузькому діапазоні зміни параметрів, не завжди обґрунтованим каналам регулювання та збурень, що надходять. Залишається маловивченою проблема автоматизації процесу пуску та зупинки технологічних установок поділу вуглеводнів. Час запуску технологічних установок після проведення ремонтника робіт досягає кількох діб. Матеріальні та енергетичні витрати у процесах пуску/зупинки становлять невіробиичу частину витрат, що підвищують собівартість продукції.

Пуск технологічних установок зазвичай проводиться в режимі ручного керування за допомогою регуляторів, а також шляхом увімкнення/відключення потоків апаратниками.

Залежно від професійних якостей виробничого персоналу визначаються час пуску, можливі порушення технологічного режиму та створення аварійних ситуацій, збитків, які складають сотні мільйонів грн. За оцінками експертів через помилки операторів виникає близько 22% аварій. В зв'язку з цим актуальним є завдання підвищення якості керування шляхом автоматизації динамічних режимів роботи технологічних установок та навчання виробничого персоналу на тренажерних комплексах, що дозволяє знизити аварійність та скоротити час пуску на 15-35%. Незважаючи на інтенсивний розвиток тренажеробудування та наявність великої кількості пропозицій не існує типових рішень з автоматизації динамічних режимів роботи технологічних установок ректифікації через відсутність в даний час достовірних математичних моделей технологічних процесів, методів та алгоритмів управління.

Для відпрацювання технічних рішень при розробці СК та підвищення професійного рівня (навчання) фахівців операторів актуальною стала задача розробка тренажерів різного призначення. В області комп'ютерного тренажеробудування в останні роки досягнуто значних результатів компаніями Honeywell, Yokogawa, Invensys та ін.[1]. Однак, динамічне моделювання, принципи побудови моделей та алгоритмів управління у розробках більшості

компаній залишаються закритими. На підставі проведеного аналізу можна вважати, що основними проблемами розробки СК є проблеми моделювання та синтезу керуючих пристроїв.

Нами запропоновано метод розробки комп'ютерних тренажерів для управління технологічним процесом під час навчання промислового персоналу нафтохімічних виробництв.

На структурній схемі тренажерного комплексу представлені основні компоненти системи та їх зв'язок між собою (рис. 1). Комплекс складається з трьох підсистем/рівнів, на яких здійснюється розробка: рівень візуалізації технологічних схем, рівень розробки математичних моделей та комплексу рівень розробки сценаріїв.



Рисунок 1 – Структурна схема комп'ютерного тренажерного комплексу

На рівні візуалізації відбувається створення графічної оболонки, яка в SCADA-системах називається мнемосхемою. Мнемосхема створюється на підставі технологічної схеми вузла з наявного набору візуальних елементів, а також вікон контролю та управління. Є можливість відтворити графічний інтерфейс будь-якої системи управління на навчання персоналу за умов, ідентичних реальним.

На рівні математичних моделей відбувається розробка математичної моделі установки. Рівні візуалізації та математичних моделей мають двосторонній зв'язок. З рівня математичних моделей на рівень візуалізації виводяться технологічні параметри, що моделюються. З рівня візуалізації на рівень математичних моделей надходять керуючі дії від оператора (відкриття/закриття арматур, зміна ступеня відкриття регулюючого органа, зміна стану регулятора, включення/вимикання насоса і т.д.). Таким чином, оператор впливає на математичну модель, змінюючи режим її роботи, щодо зміни технологічних параметрів визначає реакцію системи на свої дії.

Рівень розробки сценаріїв. Концепція тренажерного комплексу така, що користувачеві під час навчання необхідно освоїти перелік дій, визначених технологічним регламентом, який за своєю суттю є сценарієм, програмою навчання. Для кожного блоку/вузла розробляється набір сценаріїв/тестів: підготовка до пуску, пуск, зупинка, нормальне ведення процесу.

Літературні джерела

1 Blevins, Terrence. Advanced Control Foundation: Tools, Techniques and Applications / T. Blevins, W.K. Wojsznis, M. Nixon. - ISA, 2012. - 556 p.

ПРОТОКОЛ МАРШРУТИЗАЦІЇ LEACH ДЛЯ БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

А. І. Бойчук, Я. І. Заячук

*ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua*

На сьогоднішній день все більшого поширення набувають мережі зв'язку з гетерогенною топологічною структурою – наявність в системі передачі інформації дротової та бездротової складової. Використання бездротових технологій призводить до ускладнення топології таких мереж і, як наслідок, до збільшення факторів, що впливають на ефективність визначення і підтримки актуальності оптимальних, за заданим критеріям, маршрутів передавання даних. Досягнення в галузі бездротових мереж (БМ) привели до створення нових протоколів маршрутизації.

Маршрутизація в безпроводних мережах – це напрямок, який активно розвивається. Крім вдосконалення джерел енергоживлення та скорочення енергоспоживання апаратури дослідження в цій галузі передбачають збирання енергії з навколишнього середовища, розроблення ефективніших алгоритмів керування енергоспоживанням і методів оптимізації використання батарей. Особливо важливі дослідження методів визначення ступеня зарядженості батарей або залишку енергії у них. Для продовження часу життя мережі можна застосовувати протоколи, що дають змогу використовувати енергію, яка залишилася у вузлах, для обчислення оптимальних маршрутів.

Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) протокол працює таким чином. Вузли самоорганізуються у кластери і серед них вибирається cluster head. Вузли, які не є cluster head, передають інформацію до cluster head. Cluster head приймає дані, проводить їх обробку і передає на базову станцію. Періодично відбувається випадкова зміна cluster head і побудова нових кластерів.

LEACH складається з двох фаз:

- організація кластерів;
- передача даних з cluster head (CH) на базову станцію.

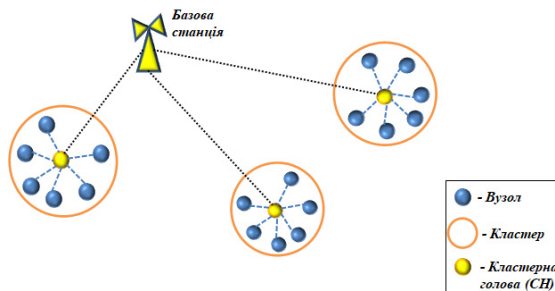


Рисунок 1 – Кластери LEACH

Вибір СН складається із кількох етапів. На першому етапі кожен вузол пропонує себе для обрання СН з відповідною ймовірністю. Вузли, які не стали cluster-head, можуть стати ними пізніше. Рішення приймається на основі певної щільності cluster-head в мережі. Для розподілу енергетичного навантаження мережею cluster-head періодично змінюються. Щойно створений вузол cluster-head розсилає свій статус іншим вузлам мережі. Кожен вузол вибирає, до якого кластера він хоче приєднатися за результатами аналізу енергетичної ефективності. Коли всі вузли організувалися в кластери, cluster-head створює розклад кожному вузлу. При самоорганізації формуються кластери. Кожен cluster head посилає ADV-повідомлення по протоколу CSMA/CA. У повідомленні міститься ID вузла і заголовок, який вказує, що це ADV-повідомлення. На основі рівня сигналу від cluster-head кожен вузол вибирає, до якого кластера приєднатися. Кожен вузол посилає засобами CSMA/CA join-reqes-повідомлення своєму cluster-head. Повідомлення містить ID cluster-head і вузла.

Кожен cluster-head створює TDMA розклад. Це дає змогу уникнути колізій при передачі повідомлень та економить енергії.

Після цього відбувається фаза передачі, яка теж складається із кількох етапів. Вузли передають дані згідно розкладу у відведений час. Після отримання повідомлень від усіх вузлів cluster-head формує свої повідомлення. Потім cluster-head передає усі повідомлення на базову станцію. Для зменшення колізій cluster-head використовують CDMA коди. Перед початком передачі cluster-head прослуховує канал. Якщо канал вільний, він передає інформацію на базову станцію.

До переваг протоколу LEACH можна віднести:

- використання адаптивного протоколу самоорганізації дає змогу розподілити енергетичне навантаження по всій мережі;
- cluster-head можуть проводити певну обробку даних, що може зменшити кількість даних, які потрібно передавати мережею;
- оптимальна кількість кластерів може бути визначена заздалегідь для відповідної від топології мережі та відношення затрат на обробку/передачу інформації;
- перше відключення вузла відбувається у вісім разів пізніше, ніж при використанні прямої передачі і статичних кластерних протоколів.

Літературні джерела

1 Кучеренко А. А. Аналіз методів енергозбереження в безпроводових сенсорних мережах : Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ, 2020. 75с.

УДК 004.31

**АНАЛІЗ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ЗБОРУ
ОБРОБКИ І ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ***А. М. Топалов**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, 54029, Проспект Центральний, 3. topalov_ua@ukr.net*

Перспективи розвитку цифрової техніки визначаються значним прогресом у сфері розробки мікроелектронних пристроїв збору обробки і передачі даних в робототехнічних системах (РС). Це відкриває нові можливості покращення технічних, експлуатаційних та технологічних характеристик цифрових засобів керування, дає широке поле для розробки та впровадження сучасних цифрових технологій у РС різного призначення.

В залежності від задач керування РС виділяють декілька типів мікроелектронних цифрових пристроїв: на основі програмованої логіки, мікропроцесорів і мікроконтролерів [1]. Кожний напрямок має свої переваги та недоліки і вирішує власний круг задач, який залежить від процесу збору обробки і передачі даних. В свою чергу процес збору обробки і передачі даних в робототехнічних системах можна розділити на три етапи. До I етапу відносять задачі з виявленням, перетворенням і збором сигналів вхідних даних. До II етапу - задачі, що пов'язані з обробкою даних та обчисленням керуючих дій робота. До III етапу - задачі передачі керуючих даних на робочі органи робота.

Як правило, реалізація цифрових методів на етапі первинної обробки потребує найбільшої обчислювальної потужності, на решті етапів ці вимоги можуть бути дещо знижені. У той же час первинна та вторинна обробка для робототехнічних систем різного типу багато в чому складається з уніфікованих завдань, таких як: фільтрація сигналів - узгоджені, адаптивні фільтри (БІХ-, КІХ-фільтри); інтегральні перетворення - перетворення Фур'є, обчислення імовірнісних оцінок; кодування інформації - завадостійке, ошадливе; алгоритми керування пристроями, підсистемами, процесами. Особливістю третинної обробки інформації є необхідність у зміні алгоритмів обробки залежно від призначення РС, а також від необхідності відображення інформації. Основним стримуючим чинником реалізації цифрових алгоритмів обробки донедавна було обмеження по обчислювальній потужності цифрових пристроїв. Нині це обмеження практично подолано, що призвело до застосування цифрових методів на всіх етапах збору, обробки і передачі даних в РС [2].

Основні мікроелектронні цифрові пристрої збору обробки і передачі даних в РС представлені в таблиці 1. Крім представлених в таблиці мікроелектронних пристроїв слід зазначити також інші нейрочіпи, секціоновані та гібридні процесори, які використовуються: для реалізації унікальних експериментальних або специфічних РС систем. Серед особливостей можна виділити: побудова одного процесора на кількох мікросхемах; комбінація кількох видів процесорів в одному виробі, специфічна архітектура.

Таблиця 1 – Аналіз мікроелектронних цифрових пристроїв збору обробки і передачі даних в робототехнічних системах

Мікропроцесори	Мікроконтролери	Сигнальні процесори	Програмовані логічні інтегральні схеми
Використовуються: для побудови контролерів та електронно-розрахункових машин.	Використовуються: для реалізації нескладних функцій автоматизації.	Використовуються: для реалізації складних алгоритмів потокової обробки даних.	Використовуються: для багаторівневої обробки даних.
Особливості: висока обчислювальна продуктивність; висока розрядність; універсальна архітектура.	Особливості: вбудована пам'ять програм та пам'ять даних, бітовий процесор, таймери, лічильники, порти та інтерфейси.	Особливості: реалізація алгоритмів обробки сигналів, вбудовані АЦП, ЦАП або медіа-інтерфейси.	Особливості: створення індивідуальної архітектури; можливість паралельної роботи по декільком задачам.
			

Вибір цифрових пристроїв для реалізації того чи іншого алгоритму обробки інформації в РС є багатопараметричним завданням. Її рішення здійснюється в кожному конкретному випадку виходячи з багатьох факторів, головні з яких це – продуктивність, MIPS (MIPS - мільйон інструкцій на секунду); тактова частота, МГц; енергоспоживання, мВт/МГц; кількість ліній введення/виводу; наявність необхідних периферійних блоків. Як правило, в РС, що вимагають великої обчислювальної потужності, використовують цифрові сигнальні процесори або програмовані логічні інтегральні схеми, а в менш вимогливих РС - мікропроцесори і мікроконтролери.

Літературні джерела

- 1 Барешев І.В., Мазуренко А.В., О.А. Горбуненко. Прикладні питання цифрової обробки інформації. Ч. 1. Навчальний посібник. – Харків.: ХАІ ім. Жуковського, 2006. – 112 с. (російською)
- 2 Кондратенко Ю.П., Сидоренко С.А., Підпригора Д.М. Поведінковий синтез цифрових пристроїв в середовищі ACTIVE-HDL. Навчальний посібник. Під ред. Ю.П.Кондратенка. – Миколаїв, МФ НаУКМА, 2001. – 136 с.

УДК 004.31

**БУДОВАНІ РОЗУМНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ КОРИСТУВАЧІВ НА
ОСНОВІ СЕНСОРІВ***Р.І. Петришин, В.І. Шекета, Р.О. Махамбетов, О.І. Попович, В.Я. Піх, М.М. Піх**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна, vasyi.sheketa@nimg.edu.ua*

Контекстно-залежні програми та автоматизовані системи повинні вибірково розкривати деякі деталі стосовно їхнього внутрішнього стану виконання завдання, включаючи поточний контекст інформації та логічного висновку, який використовується для досягнення будь-якого адаптивного рішення в кожній конкретній ситуації. Розкриваючи таку інформацію – користувачі отримують можливість для розуміння та виправлення помилкових дій, покращення вибору та більш швидкого прийняття рішення.

Як правило, дослідження у цій сфері спрямовані на створення нової програмної моделі та набору автоматизованих інструментів для розробки інтелектуальних контекстно-залежних систем, які на основі різноманітних сенсорів під час вводу даних збирають та структурують цю інформацію для її подальшого використання під час пошуку адаптивних рішень для користувача. Їхня основна ціль полягає в заміні існуючих (класичних) моделей прийняття рішення, які зазвичай призводять до зменшення гнучкості процесів та ефекту “чорної скриньки”, коли система перебуває в залежності від знань конкретних фахівців а для всіх інших відомо лише те, що певному вводу даних відповідає певний вивід.

Враховуючи те, що сфери застосування контекстно-залежних систем і додатків є доволі обширними – існує великий простір для дизайну рішень забезпечення зрозумілості в сфері автоматизації комп’ютерно-інтегрованих технологій. Саме в нафто-газовій галузі України розвиток даних технологій може стати основним драйвером розвитку та модернізації процесів. Цей розвиток може включати в себе:

- автоматичну синхронізацію даних між різними системами галузі в режимі реального часу.
- синтаксичні пояснення під час роботи з автоматизованими системи розробки корисних копалин.
- покращення так званого досвіду користувача (user experience) з метою полегшення роботи на різних системах
- надання інформації для користувача на основі даних зібраних сенсорами.

Прикладом застосування даної технології в нафто-газовій сфері може слугувати проста система побудована на основі сенсора, яка надає інформації про температуру свердла під час буріння свердловини на твердій поверхні.

На даній схемі показане виконання завдань на основі даних сенсора LedsP який надає інформацію з приводу температури, після чого з паузою (timer event) обробляється інформація на основі внесених в систему даних (sensor data ready

event) щодо допустимих значень. Після даної обробки ці дані надсилають на устаткування яке виводить дану інформацію (LED3, LED2, LED1=OFF,ON,ON).

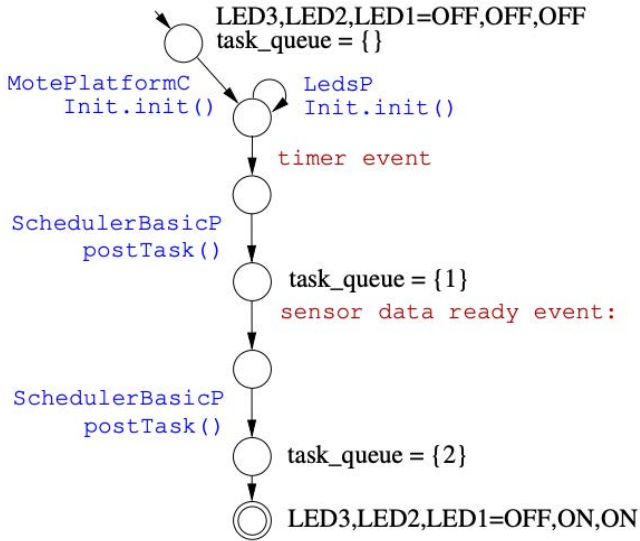


Рисунок 1 – «Схема роботи сенсора температури»

Розглянувши дане технологічне рішення варто зазначити що створення таких інтегрованих систем потребує великої кількості ресурсів та часу та зазвичай впроваджується в великих системах (Google, Amazon Web Services), саме тому вибір даного рішення диктується не лише його перевагами – але й доцільністю впровадження, зокрема в технологіях цифрових родовищ.

Літературні джерела

- 1 V. Bellotti and K. Edwards. Intelligibility and accountability: human considerations in context-aware systems. Hum.-Comput. Interact., 16(2):193–212, Dec. 2001.
- 2 D. Bucur. Intelligible TinyOS sensor systems: Explanations for embedded software. In Proceedings of the International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT), volume LNAI 6967, pages 54–66. Springer-Verlag, 2011.
- 3 J. Hill, R. Szewczyk, A. Woo, S. Hollar, D. Culler, and K. Pister. System architecture directions for networked sensors. SIGPLAN Not., 35(11):93–104, 2000.

UDC 537.241

SYSTEM DESIGN FOR MANUFACTURING FLEXIBLE PRINTED BOARDS*J.O. Mahovych, O. S. Krynytskyi**Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 15 Karpatska St., Ukraine, e-mail:oleksandr.krynytskyi@gmail.com*

In general, a printed circuit board is a dielectric base with certain printed conductors that conduct electric current [1]. At the same time, materials with different properties are used as a dielectric base (getinax, glass-textolite, polyamide, fluoroplastic). Flexible printed circuit boards made based on polyamide and fluoroplastic, which have high dielectric and mechanical characteristics compared to ordinary printed circuit boards, are of greatest interest today.

We can talk about the relevance of the problem of developing technology for the production of flexible printed circuit boards since there is a wide scope of their application, in particular, household appliances, medicine, weapons, and the automotive industry. Due to their high parameters (dynamic flexibility, weight reduction, improved reliability, etc.), such boards are in great demand.

The main ways to form electrically conductive metal coatings on the surface of polymers are:

- chemical metallization;
- galvanic metallization;
- metallization by spraying in the atmosphere;
- vacuum metallization.

Vacuum metallization consists of the formation of coatings by evaporation or sputtering of metals in a vacuum and their condensation on the surface of polymers. It is also worth noting that this method is developing the most, this is due to the cleanliness and environmental friendliness of the technological processes, good reproducibility of the coating composition, the possibility of applying thin (less than 1 μm) layers, and good uniformity of the resulting films ($\pm 5\%$). The main difficulty, in this case, is the application of thick (more than 5 μm) layers. In this case, vacuum metallization is used together with electroplating. Using the method of vacuum metallization, a starting metal layer (1-2 μm) is applied to the polymer film, and then galvanic growth of the layer of the required size is carried out.

The most important element during the production of flexible printed circuit boards is the film stretching mechanism. The development which is presented consists of winding and winding rollers, two guide rollers, and a drum that cools or heats the film. The winding and winding rollers are connected to stepper motors with electronic control, which sets the speed of rewinding the film, and therefore its cooling or heating. The tension of the film is ensured by the difference in the speed of rotation of the winding and winding rollers.

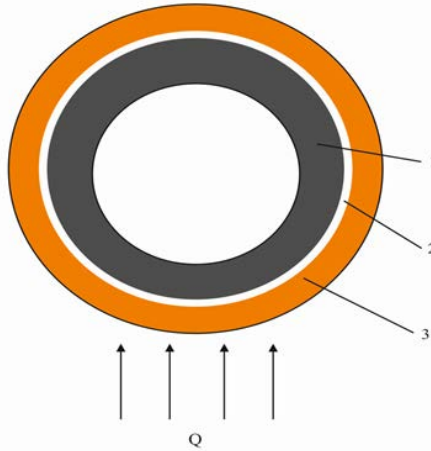
Since the polymer film has a low melting point, when developing a rewinding system, an important task is to assess the temperature regime of the film during the sputtering process. For the calculation, assume that the film is stationary and use the diagram shown in Fig. 1. film 3 is heated by the heat flux Q . Since the metallization

process is accompanied by the active release of gas from both sides of the polymer film, a gas gap 2 appears between the drum 1 and the film.

The dependence of the temperature difference of the film and support on the heating time can be determined from the heat balance equation (1):

$$q = q_m + q_n, \tag{1}$$

where: q is the heat flow supplied to the film; q_m - heat flow that heats the film; q_n - thermal losses of the film.



1 - drum, 2 - gas gap, 3 - polymer film.

Figure 1 – Calculation scheme

After carrying out all calculations and taking into account all influencing factors, the generalized equation of the temperature regime of the drum can be written in the form:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = \frac{q}{\alpha l} \left\{ 1 - \exp \left[\frac{\alpha l}{v} \frac{d \rho C}{\rho C} \right] \right\}, \tag{2}$$

where: T_1, T_2 - temperatures at the entrance and exit from the spray zone, q - energy output per unit surface in the spray zone, α - heat transfer coefficient between the film and the cooled drum, l - length of the film in the spray zone, v - speed of the film movement, d – film thickness, ρ – film density, C – film heat capacity.

The evaluation of the temperature regime of the film made it possible to conclude the need to cool it during spraying and to develop a special design for it, which allows it to be filled with a coolant of water or other refrigerants.

References

1. Fjelstad J. Flexible Circuit Technology. Third Edition. Publishing Inc. USA. 2006

УДК 658.562

РОЗРОБЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТУРБІННОГО ЛІЧИЛЬНИКА ВОДИ*І. В. Фабуляк, Н. М. Піндус**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: natalyapindus@gmail.com*

Здійснюючи розроблення лабораторного стенду для метрологічного дослідження турбінного лічильника води проведено порівняльний аналіз методів та засобів для вимірювання витрати рідини, який демонструє наступне. Методи вимірювання витрати газу і рідини – методи, які основані на використанні гідрогазодинамічних, електромагнітних, теплових, ультразвукових і оптичних явищ[1].

Лічильники для вимірювання витрати води є поширеними в побуті і промисловості. Однак, їх застосування має ряд вимог, оскільки при обліку електроенергії практично відсутня залежність результату вимірювання від якості вимірного середовища, а стосовно обліку води і газу характеристики вимірного середовища мають визначальне значення. Саме ця особливість приладного забезпечення зазначених вимірних процесів створила необхідність використання широкого спектру конструктивних рішень приладів.

Турбінні витратоміри і лічильники це прилади, що широко використовуються в технологічних процесах і виробництвах, та служать для надійного, безперервного і точного вимірювання кількості речовини, що протікає в трубопроводі, який знаходиться під тиском. Турбінні лічильники відносяться до класу тахометричних, загальною ознакою яких є обертання чутливого елемента під дією рушійного моменту, який створює потік.

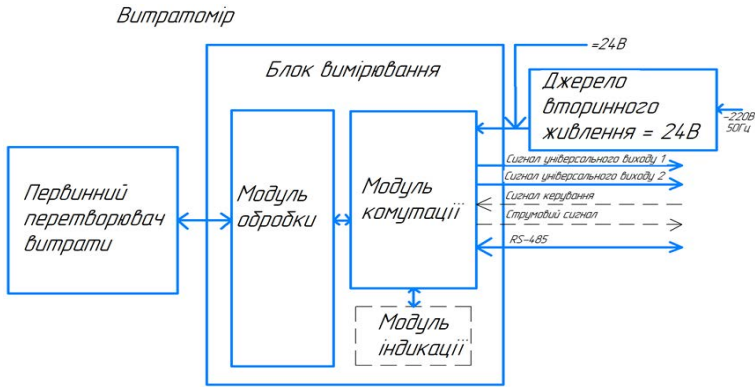
Турбінні витратоміри служать для вимірювання потоку рідини і газу в широких межах зміни в'язкості (з відповідним калібруванням приладів відповідно до зміни в'язкості).

Тахометричні (турбінні) витратоміри відносяться до найбільш точних приладів для вимірювання витрати рідини[2]. Похибка цих приладів складає 0,5 і 1,0%.

Розглянемо метрологічне забезпечення лабораторного стенду. (рис.1). Структурна схема складається з наступних блоків.

Блок вимірювання (БІ) містить модуль обробки, модуль комутації і модуль індикації (при наявності індикатора).

Для проведення метрологічного дослідження турбінного витратоміра використано давач витрати рідини. Рідина потрапляє на ребра ротора і обертає його. Вал ротора з'єднаний з датчиком, робота якого базується на ефекті Холла.



Рисуюнок 1 - Структурна схема лабораторного стенду

Проведено опрацювання результатів вимірювання витрати води, зокрема розраховано розширену невизначеність показів витратоміра, яка становить 0,74 при рівні довіри 0,95, та сформовано бюджет невизначеності[3].

Літературні джерела

- 1 Чеховський С.А., Середюк О.Є., Петришин І.С., Піндус Н.М., Вашишак С.П., Витвицька Л.А., Кононенко М.А., Романів В.М. Метрологія і технологічні вимірювання в нафтогазовій промисловості. Навч. посібник Факел, 2010, с. 500.
- 2 Метрологія та вимірювальна техніка : Підручник / Є.С. Поліщук , М.М. Дорожовець, В.О.Яцук,В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. Е.С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003.-544 с.
- 3 Вимірювання витрати та кількості газу: Довідник / Андріішин М.П.,Каневський С.О., Марчук Є.Ф., Карпаш О.М., Петришин І.С., Середюк О.Є., Чеховський С.А. – Івано-Франківськ,:ПП “Сімик”, 2004.-160 с.

УДК 621.9.08-52

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАЛАГОДЖЕННЯ ТА КАЛІБРУВАННЯ ПРИБАДІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

В. Ю. Денисюк

Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна, v.denysiuk@lntu.edu.ua

Визначення метрологічних характеристик (похибок) приладів активного контролю є найбільш відповідальною частиною випробувань, що включає перевірку і калібрування приладу. Калібрування цих приладів за допомогою кінцевих мір довжини вимагає великого досвіду і досить трудомістке. Поява мікропроцесорних та комп'ютерних блоків керування розширила можливості приладів активного контролю. Підвищилася точність і надійність приладів. В даний час випускають оптоелектронні прилади з дискретністю цифрового

відліку 0,1 і 0,01 мкм і діапазоном вимірювання до 100 мм, наприклад, прилади типу METRO (Heidenhain, Швейцарія) за допомогою яких дуже зручно калібрувати індуктивні прилади активного контролю, вимірювальні скоби, головки і індуктивні перетворювачі.

Оптоелектронні прилади і цифрові індикатори, завдяки великому діапазону вимірювання, високій точності (похибка 0,2 – 0,3 мкм), установці нуля (скидання на нуль) в будь-якій точці діапазону вимірювань і цифровому відліку надзвичайно зручні для настройки, перевірки і випробування вимірювальних приладів. Однією з умов калібрування за допомогою оптоелектронного зразкового приладу є забезпечення плавних однакових долемікронних одночасних переміщень, що задаються вимірювальним наконечником зразкового приладу і приладу, який калібрується. Це дозволяє порівняти їх покази і визначити похибку в будь-якій точці діапазону вимірювань. Цифрова індикація цих приладів ідеально підходить для повірки і калібрування, так як відлік за нею зручний і не має похибки [1, 2].

Визначення похибки показів та інших характеристик точності приладів для шліфувальних верстатів, проводять за допомогою жорсткої стійки або пристосування, забезпеченого опорним столиком і кронштейном для кріплення вимірювального засобу, який перевіряється та зразкового цифрового індикатора (ємнісного, індуктивного, оптоелектронного), за яким відзначають переміщення столика. Столик має можливість плавних долемікронних зворотно-поступальних безлюфтових переміщень за допомогою вузла мікрометричною подачі.

Сучасні цифрові блоки управління мають цифровий канал зв'язку (кодовий вихід, як правило, RS232). Для повноцінної перевірки цифрового каналу зв'язку необхідна спеціальна програма і комп'ютер, які дозволять послати в блок команду зі списку дозволених і отримати та візуалізувати відповідь із блоку.

В сучасних приладах активного контролю для шліфувальних верстатів застосовують мікропроцесорні або комп'ютерні цифрові блоки управління та індуктивні перетворювачі. При випуску і налагодженні приладу і при заміні перетворювача після ремонту необхідно провести його лінеаризацію (калібрування), встановивши задану дискретність цифрової індикації, діапазон вимірювання і, головне, задану лінійність характеристики у всьому діапазоні вимірювання. Мікропроцесорні електронні блоки забезпечені програмою, що дозволяє провести лінеаризацію характеристики перетворювача.

У вимірювальному оснащенні приладів активного контролю застосовують диференціальні і рідше недиференціальні індуктивні перетворювачі. Їх вбудовують безпосередньо у вимірювальну оснащення приладів (скоби, головки), і лінеаризацію перетворювачів проводять в зборі разом з оснащенням, що має каретки, важелі, державки та наконечники. І, головне, вимірювальне оснащення (важелі) не завжди має передавальне відношення 1:1.

Калібрувальні переміщення надають наконечнику вимірювального оснащення, встановленого в робочому положенні. Таким чином, при калібруванні враховують дійсні передавальні відношення кінематичних ланок

(важелів, кареток) вимірювального оснащення. Процедура калібрування і лінеаризації полягає в тому, що в мікропроцесорний блок вводять задані точки, які визначають «ідеальну» характеристику приладу (в даному випадку лінійну), її діапазон і чутливість відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1 – Калібрувальні точки

Номер калібр. точки	11	22	33	34	55	66	77	78	79	10	11
Розмір, мкм	-100	-50	-10	0	10	50	100	200	300	400	500

Потім переміщують шток індуктивного перетворювача або наконечник вимірювального оснащення на визначені інтервали і, встановлюючи його в задані точки «ідеальної» характеристики, запам'ятовують в блоці вихідні сигнали перетворювача в кожній точці. Таким чином, вихідна характеристика приладу наближається до заданої (лінійної) характеристики.

Після проходження всіх заданих точок робочої характеристики приладу і запам'ятовування в блоці вихідних сигналів перетворювача, що відповідають цим точкам, прилад має лінійну характеристику із заданою чутливістю в заданому діапазоні вимірювання.

Після проведення калібрування пам'ять блоку автоматично блокується. Калібрування запам'ятовується навіть при виключенні живлення блоку і не може бути змінено без введення пароля. Точність калібрування (лінеаризації) залежить від точності переміщення вимірювального наконечника засобу, який калібрується на задані інтервали за допомогою столика стійки за показами цифрового індикатора.

Літературні джерела

1. Денисюк В. Ю., Симонюк В. П., Лапченко Ю. С., Новосад Б. І. Метрологічне забезпечення точності приладів активного контролю в процесі обробки. *«Перспективні технології та прилади»*: зб. статей. 2020. Вип. 16. С. 38-47.

Денисюк В.Ю., Симонюк В.П., Лапченко Ю.С. Технологічне забезпечення точності деталей підшипників засобами активного контролю. *«Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів»*: зб. наук. праць VI Міжнар. наук.-техн. конф. м. Луцьк, 2-4 черв. 2020 р. Луцьк, 2020. С. 148-149.

УДК 681

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ БЛОКУВАННЯ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ПІДВИЩЕНОМУ ВМІСТІ АЛКОГОЛЮ У ОРГАНІЗМІ ВОДІЯ

В. В. Ільницький, Л. А. Витвицька

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна,
l.vytvytska@gmail.com*

Постійне зростання дорожньо-транспортних аварій, які відбуваються з вини водіїв, що перебувають у нетверезому стані приводить до необхідності розробляти системи, які б не дозволяли водію у стані алкогольного сп'яніння запустити автомобіль і виїхати на дороги загального користування.

Алкозамок – прилад, який не допускає пуск двигуна автомобіля без попереднього проходження перевірки стану водія через [алкотестер](#). У разі якщо концентрація парів [етилового спирту](#) в повітрі, що видихається, виявиться вище норми, двигун не заведеться. Також алкозамок через нерівні проміжки часу вимагає повторної перевірки у водія під час руху.

По суті алкозамок це є алкотестер, вбудований в приладову панель автомобіля і з'єднаний з його електронною системою. Використовується в деяких країнах як альтернатива позбавлення права керувати транспортними засобами для водіїв, які були спіймані за водінням в стані алкогольного сп'яніння.

Під вмістом алкоголю у крові розуміється концентрація етанолу, що виражена в проміле.

Проміле - тисячна частка обсягу, так, вираз «концентрація алкоголю в крові 0,2 ‰ (проміле) слід розуміти як те, що в одному літрі крові (або в 1000 мілілітрах) знаходиться 0,2 мілілітри чистого етанолу.

Знаючи концентрацію етанолу у крові в певний момент часу, можна розрахувати концентрацію алкоголю в будь-який момент часу і кількість певного алкогольного напою, необхідного для досягнення даної концентрації. Крім того, можна розрахувати необхідний час до повного виведення алкоголю з організму, тобто часовий інтервал до моменту настання «тверезості», що важливо, наприклад, при керуванні транспортними засобами.

Концентрація алкоголю у крові в проміле визначається за виміряною масою чистого алкоголю у грамах, віднесеною до маси тіла у кілограмах і до коефіцієнту розподілу Відмарка, який рівний 0,70 для чоловіків і 0,60 для жінок. Ця залежність носить назву формули Відмарка.

Саме за показами алкотестера блокується двигун автомобіля, для цього розробляється система блокування. За допомогою свічки, котушки запалювання або складається з декількох основних частин. Розроблено удосконалену конструкцію алкотестера на базі мікроконтролера Arduino uno R3. Основними структурними блоками є блок живлення 8-3В, давач алкоголю, модуль пам'яті, динамік, дисплей, блок блокування двигуна та блок керування. Блок живлення подає напругу до МК Arduino uno R3 [1], який в свою чергу, розподіляє її для роботи всієї схеми і для зняття показів форсунки та стартера.

В алкозамку алкоголю використано давач етанолу (MQ-3 Alcohol Ethanol Sensor Module) [2]. Давач є дуже чутливим, він відразу реагує на пари алкоголю, а також реагує на випари бензолу. Щоб давач почав свою нормальну роботу, його потрібно прогріти. Цей процес займає 30-60 секунд. Після прогрівання давача MQ-3 з плати подається сигнал до динаміка, через який подається звуковий сигнал про готовність алкозамка до проходження тесту.

Плата Arduino обробляє отримані дані з модуля MQ-3 та подає сигнал до блоку блокування двигуна (реле), який дозволяє/блокує роботу двигуна внутрішнього згоряння. Результати відображаються на дисплеї [3].

Для запису даних проходження тесту можна використати модуль пам'яті.

Блок керування складається з двох кнопок: Power, Restart. Які використовуються для включення/виключення та перезапуску алкозамка.

Перед запуском двигуна водієві необхідно пройти стандартний тест на алкоголь: видихнути повітря зі своїх легень в алкотестер. Якщо значення алкоголю не виявлено або його менше допустимої норми, двигун можна завести. Очевидно, що деякі нетверезі водії можуть попросити кого-небудь тверезого пройти за нього тест на алкоголь, а потім їхати, тому алкозамок протягом поїздки через випадкові непрогнозовані проміжки часу просить водія повторити тест. У разі якщо водій відмовляється від тесту, або алкоголь виявлений під час руху, алкозамок починає привертати увагу до автомобіля: «моргає» зовнішнім освітленням, подає звукові сигнали. В цьому випадку алкозамок не глушить двигун, так як це небезпечно для дорожнього руху.

При виникненні спірних питань щодо вмісту етанолу у повітрі, яке видихає водій, пропонується удосконалити алкотестер, ввівши додатковий блок для забору крові з пальця водія. Для цього до складу алкотестера входить спеціальний знімний шприц та спиртовий розчин для дезінфекції місця проколу. Відібрана крапля крові подається у пробірку, де при підвищеному вмісті алкоголю візуально виявляються зростання загустівання крові

Літературні джерела

1 Arduino Uno [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno.

2 Основні положення щодо вимірювання кількості алкоголю в організмі людини [Електронний ресурс]. URL: <http://www.saturn-data.com/ukr/solutions/3/>.

3 Нарожний В.В., Назаров О.С. Мікропроцесорні пристрої – Харків: ХНАДУ, 2015. – 82 с.

УДК 681.2; 544.6; 621.35; 614.71

АНЕМОМЕТР ДОПЛЕРІВСЬКИЙ ЛАЗЕРНИЙ

М.Ф. Богомолов¹, А.А. Троць², В.П. Симолюк³¹Національний технічний університет України «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, Україна, м. Київ, проспект Перемоги, 37, 03056, nbogom@yahoo.com²Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, 03041, adamtroc@ukr.net³Луцький національний технічний університет, Україна, м. Луцьк, вул. Львівська, 75, 43018, volodimir_simonyuk@ukr.net

У двофазних течіях, що включають світлорозсіювальні частки, ефективно використовується анемометрія доплерівська лазерна - безконтактний оптичний метод вимірювання швидкості руху. Цей метод можна використовувати для прямого виміру коефіцієнту ковзання рідких частинок, їх розмірів, ступеня турбулентності несучої фази.

Діагностика двофазних середовищ оптична останнім часом виділяється бурхливим розвитком та використовує лазерні доплерівські анемометри з диференціальної схемою (ЛДА) і лазерні решітчасті анемометри (ЛРА). Відмінність між ними полягає в тому, що просторова решітка - модулятор в першому приладі формується за рахунок інтерференції двох когерентних пучків лазера в потоці, а в другому - або проектується в потік оптичною системою, або створюється на фотоприймачі розсіяного світла. Звідси випливає, що ЛРА не вимагає когерентного джерела світла і тому відповідний прилад більш простий по оптичній схемі. ЛДА по диференціальній схемі має переважаче поширення і використовує пряме розсіювання світла (рис.1.).

Промінь лазера 1 розщеплюється в вузлі 2 на два пучка однакової інтенсивності, що сходяться під кутом θ в точці А каналу, де уздовж осі x рухаються світлорозсіювальні частки зі швидкістю c_k . Світлорозсіяні частки уздовж осі y збираються об'єктивом 3 на поверхні катода фотоприймача 5. Діафрагма 4 служить для зменшення шумів. У точці перетину когерентних пучків А виникає просторова синусоїдальна інтерференційна решітка.

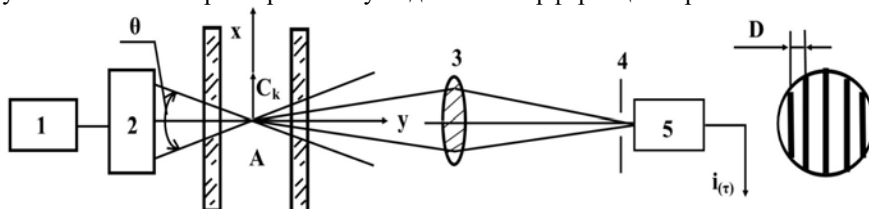


Рисунок 1 – Схема лазерного доплерівського анемометра

Для одно- і двофазних середовищ при вимірюванні швидкості несучої фази необхідно вводити потік світлорозсіювальних часток. З цією метою створюються спеціальні генератори [1]. Розроблена система для визначення сторонніх включень у крові людини представлена 3Dмоделлю розробки, за основу було взято існуючу систему BV520 для подальшого покращення

приладу. Ця система виявляє кровообіг з середньою швидкістю і визначає стан артеріального / венозного кровотоку на частоті 7,5 МГц. Вона також виявляє швидкість крові під час відновлення та кровотоку периферичних судин. Робоча температура 10 - 40 °С. Екран дисплея має світлодіод з роздільною здатністю 20bit. Допшлерівська частота від 100 до 7000 Гц. Вихідна характеристика 9 В 1000 мА. Акумулятор продукту – 7,4 В / 900 мАч (літєвий акумулятор). За допомогою системи можна визначити середню швидкість крові, виявити стан пальців та частини операції анатомії вени тіла; Його можна використовувати для прослуховування скронево-нижньощелепних суглобів (вони стають шумними, коли починають гальмувати через проблеми з укусами), допомагають лікарю перевірити стан суглобів та прогнозувати результат лікування.

Для оптимізації конструкції запропоновано додання нової насадки на які через одну розташовані акустичні та оптичні давачі, які закріплені на конусоподібній манжеті, і працюють послідовно по-черзі, що дозволяє отримувати інформацію з різних точок однієї кінцівки та завдяки багатоканальності отримувати вибірку декількох давачів, що також дозволяє найбільш точно визначати об'ємну швидкість кровотоку, також завдяки використанню лазерних давачів отримувати більш повне представлення про розмір стороннього включення

Лазерні системи з волоконними світловодами успішно вирішують задачу вимірювання швидкостей в оптичних непрозорих середовищах типу крові. Ефект вимірювання швидкості в оптично непрозорому потоці досягається шляхом приміщення світловода (або пучка світловодів) в задану малу локальну область потоку. При чому інформація про швидкість руху частинок береться з простору в безпосередній близькості від торця світловода. З огляду на досить високу ступінь когерентності лазерного пучка, що пройшов волоконний світловод, можна припустити що можливо, що всі основні схеми ЛДВШ можуть бути реалізовані з волоконними світловодами.

Літературні джерела

1 Застосування лазерної анеметри у діагностиці двофазних течій [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://mash-xxl.info/page/109189152248092185116080020093035094190172028077/>.

2 Спектрофотометричні прилади для оцінки характеристик кровотоку [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://ilab.xmedtest.net/?q=node/6106>.

3 Флуориметр із багатоканальною системою збудження на світлодіодах [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://edrid.ru/rid/218.016.4d4b.html>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЧУТЛИВІСТЬ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

В. В. Ткачук, О. Є. Середюк

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: mivt@gmail.com

Зважаючи на стрімке зростання тенденції щодо заощадження енергоносіїв, кількісний та якісний їх облік виходить на перше місце. Важливу роль в питаннях обліку з врахуванням вищевказаних характеристик енергоносія відіграють термоанемометричні перетворювачі, які наділені високою точністю та можливістю кількісно та якісно оцінити досліджуване середовище.

Так як основним явищем, що покладено в основі функціонування термоанемометричного перетворювача є процес переносу тепла, який напряму залежить від якісних характеристик середовища, в якому він функціонує, встановлено за мету дослідити вплив таких теплофізичних характеристик як теплопровідність та теплоємність на його чутливість.

Вхідною формулою для дослідження опору платинової дротини в режимі постійного струму електричного кола є [1]:

$$R_d = \frac{R_C \pi l_d \lambda (k(T_C - T_G)(0,42 Pr^{0,2} + 0,57 Pr^{0,33} (Re)^{0,5})}{I^2 k R_C - \pi l_d \lambda (0,42 Pr^{0,2} + 0,57 Pr^{0,33} (Re)^{0,5})} \quad (1)$$

де R_C – опір дротини; l_d – довжина дротини; λ – коефіцієнт теплопровідності природного газу; k – температурний коефіцієнт опору; T_C – температура дротини; T_G – температура газу; Pr – число Прандтля; Re – число Рейнольдса.

Внаслідок зміни компонентного складу газу та нестійності зміни швидкості потоку робочого середовища – кількість тепла, що віддає дротина робочому середовищу, буде змінною. Температура дротини буде змінюватися та її електричний опір, який виступає в ролі інформативного параметра.

Моделювання проводилося за відсутності потоку, при температурі робочого середовища 20 °С та абсолютному тиску 0,1 МПа. Компонентний склад природного газу при дослідженнях наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Об'ємний компонентний склад природного газу

Компонент	Метан	Етан	Пропан	Бутан	Пентан	Гексан	Кисень	Азот	Вуг. газ
Об.вміст,%	96	1.873	0.634	0.258	0.111	0.094	0.087	0.758	0.185

При моделюванні впливу теплопровідності на чутливість давача теплоємність середовища фіксувалася на відповідному значенні, відповідно при моделюванні впливу теплоємності – фіксувалася теплопровідність.

Зважаючи на те, що геометричні параметри термоанемометричного перетворювача були незмінними, можна зробити висновок, що найбільшого впливу на зміну чутливості давача дають такі параметри газового середовища: температура, густина, в'язкість, теплопровідність та теплоємність, які при використанні критерія подібності входять до складу чисел Прандтля та Рейнольдса у відповідних формулах [1].

Відповідно до вхідних параметрів отримано градувальні характеристики опору дротини відповідно до теплопровідності та теплоємності газу та повітря.

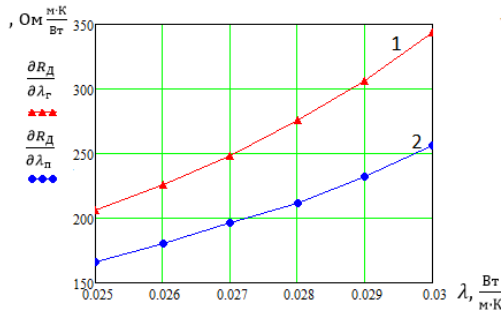


Рисунок 1 – Залежність чутливості термоанемометричного давача від теплопровідності природного газу(1) та повітря(2)

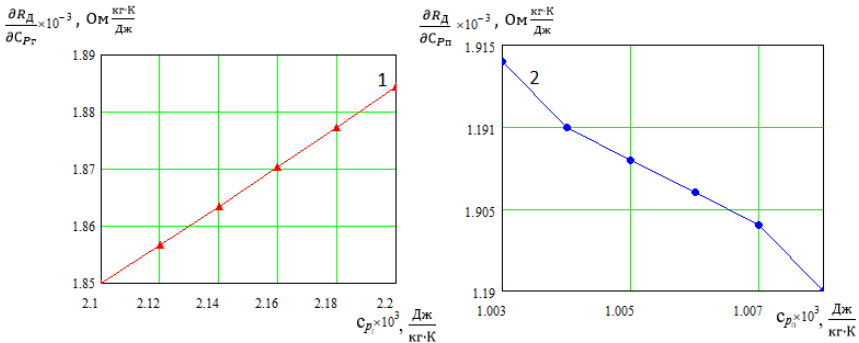


Рисунок 2 – Залежність чутливості термоанемометричного давача від теплоємності природного газу(1) та повітря(2)

Результати моделювання показують, що взаємодія нагрітого тіла буде більше виражена із газовим середовищем яке містить більше легких вуглеводнів. При зростанні теплопровідності та теплоємності природного газу опір дротини зростає, а у випадку з повітрям – при зростанні теплопровідності опір зростає, а при зростанні теплоємності навпаки спадає. Це зумовлено, на наш погляд, малим інтервалом зміни значення теплоємності повітря та більшим значенням динамічної в'язкості повітря у порівнянні з природним газом.

Висновки. Результати виконаних досліджень обґрунтовують необхідність розроблення вдосконалених технічних рішень, які забезпечили би одночасно визначення якісних та кількісних характеристик досліджуваного газу з врахуванням вологості та вмісту водню у суміші.

Літературні джерела

1 Малісевич В. В. Контроль енергетичної цінності природного газу із застосуванням термоанемометричних перетворювачів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к.т.н. : 05.11.13. Івано-Франківськ, 2015. 20 с.

УДК 621.354.342

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ LI-ION АКУМУЛЯТОРІВ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА PIC16F873A-I/P*Р. В. Шмагайло, М. А. Кононенко**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, kononenko19602406@gmail.com*

Акумуляторні батареї (АКБ) набули дуже широкого використання у різних сферах нашого життя. АКБ забезпечує електричним струмом всіх споживачів, поки двигун не працює або працює на дуже малих обертах, також є резервним джерелом живлення в разі виходу з ладу генератора. Одним із основних функціональних призначень АКБ є запуск двигуна за допомогою стартера.

На автомобіль треба встановлювати АКБ такої ємності, яка вказана заводом-виробником транспортного засобу. Якщо не виконати цю вимогу, перший час буде радувати жвавий пуск двигуна, але можливості генератора не безмежні, а умови експлуатації автомобіля можуть бути украй суворі. Як наслідок, батарея більшої ємності буде постійно не заряджатися на 100%, що незабаром призведе до виходу її з ладу.

Потреба в зарядці акумуляторів та вимірюванні їхньої ємності має важливе значення для правильної роботи акумуляторів. Саме вирішуванню цієї задачі була присвячена виконана робота, результати якої тут представлено.

На першому етапі роботи було проаналізовано існуючі методи та засоби вимірювання ємності акумулятора, які, в більшості, не є оперативними.

З метою здійснення оперативного контролю ємності АКБ було розроблено пристрій, який дозволяє проводити зарядку Li-Ion акумуляторів з номінальною напругою 3,7 В. При цьому вимірюються їх ємність і внутрішній опір. Алгоритм роботи пристрою наступний: повна зарядка, розрядка (при цьому вимірюються внутрішній опір і ємність акумулятора) і наступна зарядка.

В процесі розрядження проходить вимірювання внутрішнього опору і ємності. Завершується процес роботи повним повторним зарядженням акумулятора. Про закінчення циклу роботи пристрою повідомляє звуковий сигнал.

Схема розробленого пристрою складається з стабілізатора напруги живлення, мікроконтролера, схеми налаштування, індикатора, кола розрядження акумулятора та кола зарядження акумулятора.

Стабілізатор напруги живлення використано в схемі розробленого пристрою для формування постійної стабілізованої напруги 5 В, яка необхідна для забезпечення живлення елементів схеми, а саме мікроконтролера та індикатора.

У розробленому пристрої використано мікроконтролер PIC16F873A-I/P.

Мікроконтролер здійснює керування роботою усього пристрою за допомогою програми його роботи. Він забезпечує перевірку наявності пристрою за залишковою напругою яка поступає на його вивід і вмикає цикл зарядження і вимірювання. В процесі зарядження мікроконтролер забезпечує формування на вході досліджуваного акумулятора імпульсів з малою

шпаруватістю. Мікроконтролер формує на своїх виходах сигнали з широтно-імпульсною модуляцією, завдяки чому вибирається найбільш оптимальний режим заряджання акумулятора, що продовжує час його роботи. У паузах між імпульсами мікроконтролер вимірює напругу на акумуляторі та зупиняє процес при досягненні заданого значення. Надалі він ініціює процес розряджання акумулятора, під час якого вимірюється напруга та час, і за цими параметрами розраховується його внутрішній опір та ємність. Також мікроконтролер формує інформацію для виводу її на індикатор, і видає звуковий сигнал, який повідомляє користувача про завершення процесу вимірювання.

Індикатор забезпечує виведення інформаційних повідомлень та результатів вимірювання у зручній для користувача формі.

Мікроконтролер PIC16F873 має пристрій що підвищує надійність системи і можливість захисту коду програми. При подачі на пристрій напруги живлення на індикаторі виводиться повідомлення "BATTERY TESTER. При підключенні акумулятора пристрій визначає його наявність по остаточній напрузі і включає цикл заряджання і вимірювання.

Далі відбувається зарядка акумулятора струмом близько 300 мА. У паузах між імпульсами мікроконтролер вимірює напругу на акумуляторі. Як тільки напруга на акумуляторі досягне 4,2 В, пристрій перейде в режим розрядки струмом близько 200 мА. Як тільки напруга на акумуляторі зменшиться до 3,7 В, мікроконтролер здійснює розрахунок внутрішнього опору, а як тільки напруга на акумуляторі зменшиться до 3,2 В, мікроконтролер здійснює розрахунок ємності та внутрішнього опору акумулятора.

Потім пристрій почне заряджання акумулятора. Після його закінчення пристрій припинить подачу струму на акумулятор і видасть уривчастий звуковий сигнал на акустичний пристрій. На індикаторі відобразатимуться значення ємності та внутрішнього опору акумулятора.

Розроблена схема пристрою була досліджена в програмі симулятора EWB 5.12 Для дослідження роботи розробленого пристрою було проведено моделювання роботи його функціональних вузлів. Аналіз результатів дослідження розробленого пристрою дозволяє зробити висновок про правильність розрахунків параметрів елементів схеми та роботи пристрою.

Літературні джерела

- 1 Борисенко О.А. Цифрова схемотехніка Підручник: Суми: СумДУ, 2016. 200 с.
- 2 Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулій В.Д. Цифрова схемотехніка: Навч. Посібник. Львів: "Новий Світ-2000", 2016. 317с.

ОДНОФАКТОРНА АВТОРИЗАЦІЯ НА ОСНОВІ ОДНОРАЗОВОГО АУДИОПАРОЛЯ З ОБМЕЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ДІЇ

Б. М. Бойчук, В. Б. Боднарук, С. І. Мельничук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, bozhena.boichuk-ki191@nung.edu.ua*

Більшість сучасних систем обмеження доступу користувачів до ресурсів інформаційних систем передбачають процедури авторизації. Спільною особливістю в таких системах є використання деякого паролю – деякої послідовності символів, що відповідає хоча б мінімальним вимогам криптостійкості. Важливість створення надійних паролів залишається актуальним завданням практично на постійній основі. Більшість веб-сайтів, які мають форми реєстрації, додають сервіс попередньої перевірки криптостійкості введеного користувачем паролю а також в електронних листах, які отримують користувачі кожні кілька місяців від сервісів інформаційних систем, з нагадуванням про оновлення паролів.

Сфера інформаційних технологій постійно розвивається і безперервно змінюється. На зміну тим технологіям та підходам до розроблення, що були актуальні вчора приходять нові засоби та рові ідеї. Однією з популярних технологій, які створені для того щоб забезпечити користувачам додатковий рівень безпеки, є одноразові паролі з обмеженим терміном дії. Варіантом розширення функціоналу цього підходу може бути використання голосових каналів операторів мобільних мереж для передачі одноразового паролю з обмеженим терміном придатності користувачеві. Діаграма послідовності взаємодії з користувачем при реєстрації подана на рис. 1.

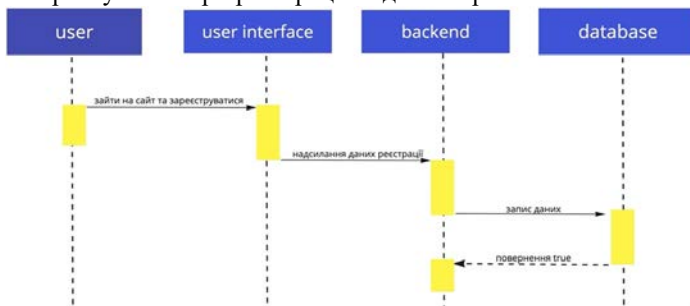


Рисунок 1 - Діаграма послідовностей реєстрації користувача

На рис.1 подано об'єкти, зокрема: user, user interface, backend, database розташовані у верхній частині своєї лінії функціонування, які безпосередньо беруть участь у взаємодії. Діаграма показує послідовність дій користувача при взаємодії з інтерфейсом адміністратора системи реєстрації: користувач заходить на сайт та вводить номер телефону, після цього user interface надсилає номер до backend, а backend в свою чергу надсилає запит на додавання даного номера в базу даних, яка при успішному додаванні номера повертає true.

Діаграма послідовності взаємодії з користувачем при авторизації на інформаційному ресурсі подана на рис.2.



Рисунок 2 - Діаграма послідовностей авторизації користувача

В ході авторизації користувач вводить логін (номер телефону), після цього user interface надсилає номер телефону до backend, а backend в свою чергу надсилає запит до бази даних для пошуку цього номера, база даних повертає true, якщо такий номер користувача виявлено. Backend генерує пароль, послідовність випадкових символів, задає термін дії і надсилає запит до бази даних для збереження. База даних повертає true при успішному збереженні запису. Після чого backend ініціює з'єднання з користувачем через пристрій оператора мобільної мережі і озвучує пароль. Користувач вводить даний пароль, user interface надсилає його на backend, який свою чергу надсилає бази даних на перевірку коректності та терміну дії, якщо перевірка успішна то база даних надсилає на backend true, а backend надає доступ користувачеві.

Літературні джерела

1 Voice Authentication: How It Works & Is It Secure? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.1kosmos.com/biometric-uthentication/voice-authentication/>

2 Застосування UML [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ua/news-1-0-8002-zastosuvannya-uml-chastina-3diagrama-klasiv----class-diagram>.

УДК 621.311.25

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МОДЕЛЬ АВТОНОМНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З СИСТЕМОЮ СТЕЖЕННЯ ЗА СОНЦЕМ*А. І. Дармиць, В. Б. Кропивницька**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ*

Використання сонячної енергії знаходить дедалі більше поширення в сучасному світі через свою загальнодоступність та невичерпність енергії Сонця, а також у зв'язку з екологічністю цього виду енергії. Однак є низка причин, з яких геліоенергетика на даному етапі розвитку науки та техніки не може перевершити традиційні способи одержання електричної енергії. Такими перешкодами є висока вартість та низький ККД сонячних панелей.

У наш час йде активний пошук нових способів та пристроїв, а також шляхів підвищення продуктивності існуючих технологій, що дозволяють максимально ефективно перетворити енергію Сонця на електрику. Ведеться робота з удосконалення використовуваних та одержання нових матеріалів, оскільки найчастіше висока вартість сонячних батарей визначається високою ціною фотоелементів, від яких великою мірою залежить ККД системи.

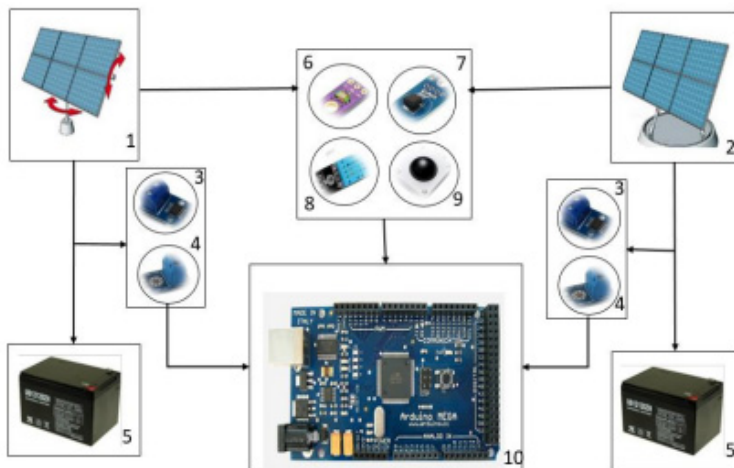
Технологія стеження за Сонцем дозволяє збільшити ефективність енергоустановок, виконаних на базі сонячних елементів. Дана технологія дозволяє збільшити кількість одержуваної енергії шляхом орієнтація сонячних панелей протягом цілого дня, оскільки в ранковий та вечірній час напрямок падіння сонячних променів практично є паралельним до площини фіксованої панелі [1].

У зв'язку з вищесказаним у цій роботі предствалена експериментальна модель (рис. 1), розроблена з метою вивчення електричних характеристик систем стеження за сонцем та стаціонарних систем з фотоелектричними модулями у тих самих кліматичних умовах.

Система управління здійснює стеження за Сонцем, як за найяскравішим джерелом світла. Вона може бути виконана як на базі мікроконтролера, так і на базі операційних підсилювачів і транзисторів. Для визначення положення Сонця застосовують фоторезистори, які в схемі є сенсорами сонячного світла.

Обертальний механізм може бути реалізований на базі сервоприводів із вентильними двигунами. Живлення двигунів та схеми управління здійснюється за рахунок енергії, отриманої від сонячної батареї.

У схемах на основі мікроконтролера, можна реалізувати досить складні алгоритми управління. Найбільш ефективними на даний момент є контролери з функцією стеження за точкою максимальної потужності - МРРТ (Maximum Power Point Tracking), наприклад, Steca Solarix МРРТ 2010 (Німеччина) або OutBack FlexMAX та Morning Star Sun Savtr МРРТ (США). Відстеження МРРТ може здійснюватися різними способами, причому у різних контролерах воно провадиться по-своєму.



1 - сонячні трекери; 2- фіксовані панелі; 3, 4, 7, 6, 8, 9 -датчики ; 5 - акумулятор;
6 - світлові датчики; 10 - мікропроцесор

Рисунок 1 - Спрощена схема експериментальної моделі

Найбільш простий принцип відбору МРРТ полягає у множенні струму та напруги на батареї контролером та відстеженням максимального значення потужності. Також у деяких типах таких контролерів її можна поставити вручну.

Незважаючи на те, що перераховані вище системи є досить новими розробками, детальні принципи побудови, схематичні рішення та ступінь підвищення енергетичної ефективності не показують [2].

В результаті виконаної роботи були розроблені структурні та схематичні діаграми блоку контролера для системи стеження, її друкованої плати, програмного алгоритму, а також була створена експериментальна модель розробленої системи для демонстрації працездатності системи.

Літературні джерела

1 Solar tracking performance and economics in Australia // [Електронний ресурс] URL: <http://www.solarchoice.net.au/blog/solar-trackers/> (дата обращения 03/07/2016).

2 Шиняков Ю. А., Шурыгин Ю. А., Аркатова О. Е. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. 2010. № 2. С. 102-107.

УДК 681.2.083+519.2+53.088.2

ПРО ВИБІР МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ПОХИБКИ ЗВТ*О.Л. Кайдик, Т.В. Терлецький, В.О. Каліщук, І.В. Шишолік, М.О. Садовий**Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна*o.kaidyk@lnu.edu.ua

Для прогнозування зміни похибки ЗВТ зазвичай користуються статистичними методами прогнозування, які базуються на використанні часових рядів [1]. У свою чергу часовий ряд являє собою послідовність числових даних, які змінюються у часі (отримують під час спостереження) та упорядковуються в хронологічному порядку. Окремо взяті із часового ряду спостереження прийнято називати рівнями ряду. Інформація про об'єкт прогнозування являє собою ретроспективу – вона описує його зміни у минулі моменти часу [2].

Процес прогнозування часового ряду складається із двох етапів:

- індуктивний – полягає у визначенні моделі залежності зміни характеристики у часі;
- дедуктивний – полягає у прогнозуванні.

Прогнозування часового ряду за статистичними методами базується на визначенні залежностей, які описують зміни процесу у минулому та використовуються для опису їх процесів у майбутньому [3].

Таблиця 1 – Аналіз статистичних методів прогнозування

Метод прогнозування	Вид прогнозу	Область застосування, характеристика вихідної інформації	Глибина прогнозу	Труднощі методу
Метод найменших квадратів	Прогнозування лінії тренду	Ряди із стійкою динамікою, детермінована функція	Короткостроковий, середньостроковий	Вибір моделі
Зважений метод найменших квадратів			Короткостроковий	Вибір вагів, вибір моделі
Метод середніх ковзних			Короткостроковий, середньостроковий	Вибір числа точок усереднення
Метод експоненційного згладжування			Короткостроковий	Вибір параметрів згладжування
Метод авторегресії	Прогнозування випадкової компоненти	Стаціонарний випадковий процес	Короткостроковий	Вибір порядку моделі

Для вибору методу прогнозування зміни похибки застосовують наступні статистичні методи:

- метод найменших квадратів;
- зважений метод найменших квадратів;

- метод середніх ковзних;
- метод експоненційного згладжування;
- метод авторегресії.

Аналіз методів прогнозування (див. таблиця 1), окрім визначення переваг та недоліків, дозволяє встановити той метод, який найкраще підходить для прогнозування похибок.

У моделях часового ряду зазвичай виділяють дві складові: детерміновану і випадкову. Основну похибку ЗВТ, яка являє собою суму систематичної та випадкової похибок, прийнято використовувати у якості метрологічної характеристики.

Враховуючи величину складової випадкової похибки роблять висновок про доцільність проведення заходів, які дозволять знизити її.

Аналіз вище згаданих методів вказує на те, що метод авторегресії є одним із перспективних методів прогнозування зміни похибки, та на відміну від інших дозволяє враховувати як систематичну, так і випадкову складові похибки.

Варто врахувати, що прогнозування метрологічних характеристик ЗВТ за статистичними методами дозволяє також виокремлювати систематичну складову результатів вимірювань. Оскільки об'єм вибірки таких засобів є не великим, то застосування статистичних методів, перевагою яких є облік результатів вимірювання близьких до моменту прогнозування, не надає істотної переваги, у порівнянні із методом найменших квадратів.

Вибір функції залежності результатів вимірювання базується на фізичних передумовах або графіку залежності експериментальних даних. Значення систематичної складової похибки визначають за методом найменших квадратів, підставляючи у рівняння моделі зміну похибки. При цьому випадкова складова похибки буде являти собою різницю між експериментальними значеннями похибки та значенням систематичної складової похибки.

Застосування методу авторегресії вимагає виконання ряду умов, у тому числі і розподіл випадкової складової похибки за нормальним законом із нульовим математичним очікуванням, що не завжди досягається практично. В даному випадку, для прогнозування зміни похибки, перевагу надають методу найменших квадратів, а екстраполяція дозволить отримати точкове значення прогнозу.

Літературні джерела

1 Володарський Є.Т. Статистична обробка даних : навч. посібник / Є.Т. Володарський, Л.О. Кошева. – Київ : НАУ, 2008. – 308 с.

2 Метрологія та вимірювальна техніка [Текст]: підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук та ін.; під ред. Є.С. Поліщука. – Львів : Вид-во Бескід Біт, 2003. – 544 с.

3 Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю / Є.Т. Володарський, В.В. Кухарчук, В.О. Поджаренко, Г.Б. Сердюк. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 219 с.

4 Ганчук А. А., Соловійов В. М., Чабаненко Д. М. Методи прогнозування. Навч. посібник. – Черкаси: БрамаУкраїна, 2012. – 140 с.

УДК 006.91:681.121

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЕНТІВ ПО КІЛЬКОСТІ ЛІЧІЛЬНИКІВ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗМІНИ ПОХИБКИ ПОБУТОВИХ ЛІЧІЛЬНИКІВ ГАЗУ ВІД ВИМІРЯНИХ ОБ'ЄМІВ ГАЗУ

В. Б. Катамай, О. Є. Середюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна, e-mail: mivt@nung.edu.ua*

Побутові лічильники газу (ПЛГ) призначені для вимірювання кількості використаного газу побутовими споживачами. З цією метою використовують переважно лічильники мембранного типу з діапазоном робочих витрат (0,016...10) м³/год, які функціонують при максимальному надлишковому тиску до 10 кПа.

При обліку природного газу актуальним є визначення середнього значення похибок ПЛГ, бо це може бути використано як інформативний параметр для визначення втрат природного газу. Так як лічильників є багато і різних типорозмірів і моделей, то необхідно здійснити конкретизацію їх вибірок для побудови статистичних моделей.

Однак неоднозначною є методика розрахунку середньої похибки ПЛГ, бо при цьому можуть бути враховані або не враховані вагові коефіцієнти, тобто доля ПЛГ, які серед вибірок мають однакову похибку.

Метою роботи є дослідження впливу вагових коефіцієнтів при визначенні середніх значень похибки лічильників за різних алгоритмів її обчислення.

Для проведення досліджень взято лічильники типорозміру G4 з їхніми конкретними значеннями похибки за різних робочих витрат. Дані значення похибок отримані при періодичній повірці ПЛГ після восьмирічного терміну експлуатації.

Здійснено формування вибірок лічильників за об'ємом V виміряного природного газу за міжпіврічний період, який був вибраний з інтервалом 10 тис. м³ до максимального значенням виміряного об'єму 60 тис. м³. Далі в межах кожної вибірки було сформовано групи лічильників з такими діапазонами похибок за мінімальної робочої витрати: 0...+3; 0...-3; -3...-6; -6...-9; -9...-15, -15...-30 % [1]. Наприклад, для ПЛГ моделі SAMGAS кількість лічильників з виміряним об'ємом до 10 тис м³ згідно вказаних вище шести діапазонів похибок становила 339; 277; 316; 6; 52; 62 відповідно. Також для кожної групи лічильників розраховувалося середнє арифметичне $\bar{\delta}_c$ і середнє зважене значення похибки (СЗП) $\bar{\delta}_{cs}$ за витрат Q_{min} , $0,2Q_{max}$, Q_{max} , а також середнє значення виміряного об'єму газу \bar{V}_i за восьмирічний період експлуатації ПЛГ.

Середня зважена похибка (СЗП) $\bar{\delta}_{cs}$ за мінімальних робочих витрат Q_{min} ПЛГ для i -го діапазону виміряного об'єму газу розраховувалося згідно алгоритму:

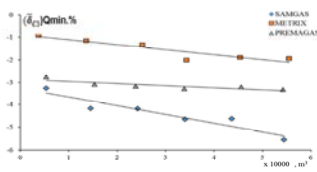
$$(\bar{\delta}_{c3})_{Qmin} = \sum_{j=1}^l \bar{\delta}_{Qminij} \left(\frac{n_{ij}}{N_i} \right), \tag{1}$$

$$N_i = \sum_{j=1}^l n_{ij}, \tag{2}$$

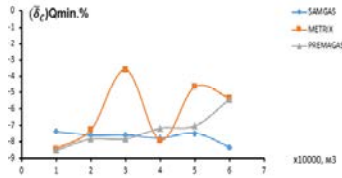
$$\bar{V}_i = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l \bar{V}_{ij}, \tag{3}$$

де $\bar{\delta}_{Qminij}$ – середнє значення похибки ПЛГ за мінімальної витрати для і-го діапазону об'єму j-го діапазону похибок, N_i – кількість лічильників для і-го діапазону вимірюного об'єму, \bar{V}_i – середнє значення вимірюного об'єму для і-го діапазону, j – номер вибраного діапазону похибок ПЛГ із загальної кількості, l – кількість діапазонів похибок, за яких розраховувались середні значення.

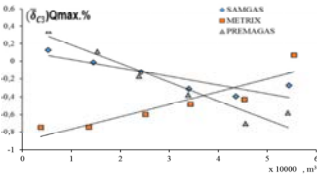
Алгоритм(1) враховує розрахунок СЗП з ваговими коефіцієнтами, що показано на рис.1 а,в,д, а графіки, які зображені на рис.1 б,г,е, отримані за алгоритмом(4) без вагових коефіцієнтів.



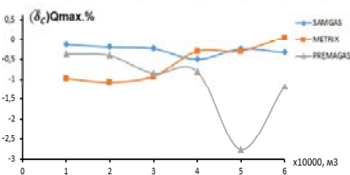
а)



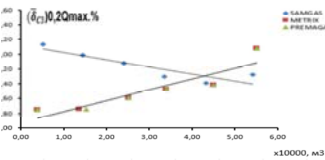
б)



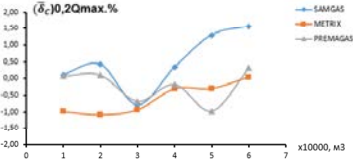
в)



г)



д)



е)

а, б – при мінімальних витратах; в, г – при максимальних витратах д, е – при витратах $0,2Q_{max}$; а, в, д – при врахуванні вагових коефіцієнтів б, г, е – без врахування вагових коефіцієнтів

Рисунок 1 - Залежність зміни середнього значення похибки від вимірюного об'єму газу за різних робочих витрат

Для розрахунку середньої похибки без вагових коефіцієнтів використовувався алгоритм:

$$(\bar{\delta}_c)_{Q_{min}} = \frac{\sum_{j=1}^l \bar{\delta}_{Q_{minj}}}{l}. \quad (4)$$

Встановлені закономірності показали, що середня похибка у всіх досліджених моделей ПЛГ за мінімальної витрати зростає із збільшенням об'єму виміряного газу. При цьому у всіх моделей ПЛГ похибка є від'ємною і знаходиться в межах від (-1 до -6)%, тобто не перевищує мінус 6%. Найменшим кількісним зростанням СЗП (близько 0,11%) на 10 тис. м³ характеризуються ПЛГ PREMAGAS, тобто в них найкраща стабільність похибки при збільшенні виміряного об'єму. Зростання від'ємної похибки для SAMGAS і METRIX є більшим і становить близько 0,45%, 0,21% відповідно.

Дослідження ЗСП за максимальної робочої витрати для всіх вказаних моделей ПЛГ показало, що вона знаходиться в межах від (-0,8 до +0,3)%, однак закономірностей її зміни при зростанні виміряного об'єму не виявлено (рис.1).

З графіків видно, що врахування вагових коефіцієнтів дозволяє встановити закономірності зміни похибки на кожній витраті для різних типів лічильників.

Так видно, що на мінімальній витраті для лічильників типу METRIX і SAMGAS похибка спадає із збільшенням виміряного об'єму газу в межах від 10 тис. до 60 тис. м³. В той час для лічильників для PREMAGAS ця закономірність є менше вираженою, бо похибка майже не змінюється.

Якщо не враховувати вагові коефіцієнти при визначенні середньої похибки ПЛГ на мінімальній витраті, то значення похибки для всіх трьох типів лічильників є суттєво більшою, і має від'ємне значення. При цьому похибка перевищує від'ємні значення мінус (8–9)%. При цьому в лічильників моделі METRIX закономірностей зміни похибки практично не виявили. При максимальній витраті закономірності зміни похибки спостерігаються при врахуванні вагових коефіцієнтів у всіх трьох моделях досліджуваних ПЛГ, а без врахування вагових коефіцієнтів спостерігаються закономірності зменшення від'ємної похибки у SAMGAS і METRIX і зовсім відсутні закономірності зміни похибки у ПЛГ моделі PREMAGAS. На витраті $0,2Q_{max}$ не виявлено закономірності зміни похибки, хоча за своїм числовим значенням вона є близькою до похибки яка розрахована з ваговими коефіцієнтами.

Висновок. Наведені результати статистичної оцінки середніх значень похибки є досить не однозначні і потребують подальшого обґрунтування і розширення проведення аналогічних метрологічних досліджень, що буде сприяти більш поглибленому вивченню експлуатаційних метрологічних характеристик ПЛГ різних типорозмірів і моделей.

Літературні джерела

1 Середюк О.Є., Лютенко Т.В., Винничук А.Г. Дослідження можливості оцінювання об'єму газу побутовими лічильниками у всьому діапазоні витрат з використанням статистичних методів. Український метрологічний журнал. 2018. №2. С. 34-45.

УДК 004.5

ОДНОФАКТОРНА БЕЗПАРОЛЬНА АВТОРИЗАЦІЯ КОРИСТУВАЧА НА БАЗІ КОМУНІКАЦІЙНИХ КАНАЛІВ МОБІЛЬНОГО ВЗ'ЯЗКУ

А. Д. Койляк, С. В. Яковин, С. І. Мельничук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, koyliak.anzhela.dmitrovna@gmail.com*

Вдосконалення та розвиток функціоналу методів аутентифікації, зокрема безпарольних є актуальним завданням, зокрема для систем, що не потребують організації складних механізмів обмеження доступу. Навіть нескладні обмеження доступу дозволяють захистити користувачів від фішингу та втрати даних тощо. Багато користувачів не звертають увагу на небезпеку при створенні паролів, які легко запам'ятати але і не складно підібрати. Веб-сервіси та програми можуть і повинні залучати технології, для того щоб дати користувачам можливість швидко, безпечно і порівняно легко отримувати доступ до інформаційної системи, зокрема за допомогою біометричних даних, мобільних пристроїв та / або ключів безпеки FIDO, що дозволяють забезпечити вищий рівень безпеки.

Одним з варіантів розширення функціоналу згаданих систем обмеження доступу може бути використання комунікаційних засобів операторів мобільного зв'язку, зокрема індивідуального номеру абонента (телефонного номера) комунікаційної системи.

Діаграма послідовності взаємодії з користувачем при реєстрації подана на рис.1.

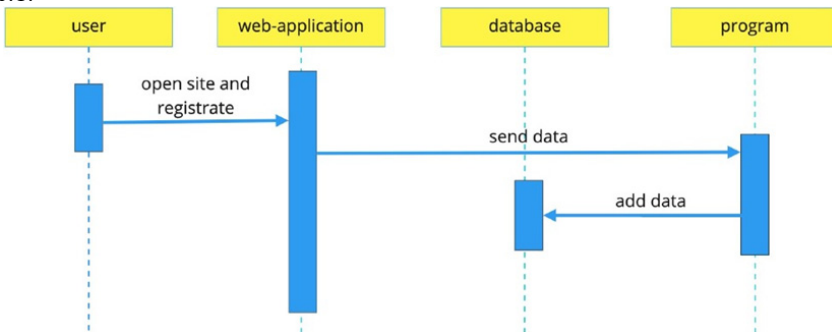


Рисунок 1 - Схема реєстрації користувача

Подана на рис.1, діаграма послідовностей відображає лінії функціонування для таких п'ятьох об'єктів – User (користувач, який не любить паролі), web-application (сайт на який хоче зайти user), database (база даних), connection (номери для перевірки та підтвердження користувача), та program (програма).

Діаграма послідовності взаємодії з користувачем при авторизації на інформаційному ресурсі, зокрема на веб-сайті, подано на рис.2. При необхідності отримання доступу користувач на сторінці авторизації вводить логін і натискає кнопку далі. Далі формується запит з web і перевіряє у бази

даних чи такий користувач існує, якщо так то випадковим чином система обирає один з доступних телефонних номерів для комунікації і надсилає на сторінку для користувача з проханням зателефонувати на вказаний номер. Користувач телефонує, програма отримує телефонний номер абонента, що ініціює з'єднання через сервіси оператора мобільного зв'язку, після чого завершує сеанс з'єднання а номер абонента перевіряється у базі чи справді це той користувач існує, якщо так, авторизація є успішною.

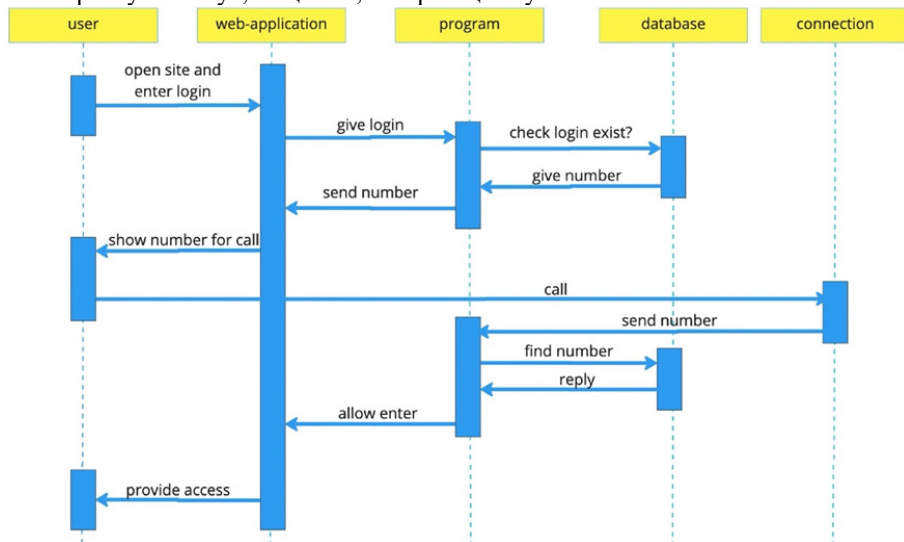


Рисунок 2 - Схема моделювання безпарольного методу аутентифікації

При використанні, паролі створюють ряд важливих проблем. По-перше, це повторне використання однакових паролів на декількох різних веб-сайтах. Інша проблема - це фішинг. Зловмисники змушують користувачів вводити дані своїх облікових записів на підроблених веб-сайтах. Історично ці питання були актуальними для розробників, користувачів та хакерів, тому що велику роль тут грає людський фактор. Якщо певний користувач має акаунт на 40 різних веб-сайтах, паролі на 25% сайтів будуть співпадати. Це значить, що якщо зловмисник знайде пароль для якогось сайту, він отримає доступ ще до кількох інших. Згідно з іншим дослідженням, протягом періоду лише одного року, викрадаються всього майже кілька мільярди логінів та паролів користувачів. Аутентифікація без паролів забезпечує зручність та додаткову безпеку.

Літературні джерела

1 Безпарольна автентифікація [Електронний ресурс]: - Режим доступу до ресурсу: <https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/solutions/passwordless-authentication>. 2. A passwordless world? How new authentication standards work [Стаття]: - Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifsecglobal.com/security/passwordless-world-new-authentication-standards-work/>.

УДК 004.415.53

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ТЕСТУВАННЯ СКЛАДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

О. В. Мойсєнко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, olena.moiseenko@nung.edu.ua

Тестування системи передбачає розробку тестового сценарію та його документацію, розробку тестового сценарію та виконання тесту. Коли тестована система (SUT) є складною та розгалуженою за своєю природою, ці дії стають надзвичайно складними та трудомісткими. Оскільки ручне виконання цих дій стає складним і може призвести до помилок [1], необхідна автоматизація цього процесу. Тестування на основі UML – це практичний підхід до автоматизації тестової діяльності. Сам процес тестування може бути розроблений за допомогою діаграм UML, таких як діаграма послідовності [2], діаграма активності (AD) [3] і діаграма стану [4]. Проектування тестувального процесу за AD [3, 5, 6] є більш вигідною, оскільки описує поведінку системи як з послідовним, так і з одночасним потоком дій [7].

У випадку послідовного потоку керування тестові випадки генеруються шляхом трасування базових шляхів. Однак у випадку одночасного потоку відбувається вибір шляху через незалежний порядок виконання потоків [8]. Існуючі методи, описані в літературі [5, 8, 9], зменшують кількість одночасних тестів, використовуючи пошук спочатку в ширину (BFS), пошук в глибину (DFS) і методи покриття шляху. Ці методи не враховують випадкову взаємодію одночасних переходів. Щоб досягти «перехідного» покриття за допомогою мінімального набору інтерактивних тестів, ми пропонуємо метод, який використовує попарне тестування та генетичний алгоритм (GA). Попарне тестування [10-13] зменшує кількість тестів за допомогою статистичних методів. У запропонованому підході взаємодія одночасних дій розглядається для створення тестових випадків. На основі одночасних дій створюється набір парних тестів. GA використовується для подальшого зменшення кількості тестів у наборі парних тестів. GA є стохастичним пошуком і технікою оптимізації, яка використовується для проблем, пов'язаних із великим простором пошуку та складністю [4, 14].

У запропонованому методі пропонується рішення, що використовує AD як вхідні дані, а вихідними даними є згенеровані тестові випадки паралелізму. Одночасна система представлена такими компонентами AD, як вузли розгалуження, вузли приєднання та одночасні дії. Завдання полягає в тому, щоб створити тестові випадки, щоб перевірити природу паралелізму SUT.

Метою запропонованого методу є знаходження найкращого набору тестів із попарного набору тестів і досягти покриття всіх одночасних переходів. Тестові випадки є успішними, якщо набір тестів охоплює випадковість дій, що відбуваються, взаємодію одночасних переходів і всі одночасні дії та їхні переходи.

Нами сформовано наступні задачі дослідження:

1. Дослідити запропонований підхід із зростаючою одночасною складністю. Визначити скільки часу потрібно для отримання рішення, коли цикломатична складність зростає.

2. Визначити розмір набору тестів, якщо не враховувати проблему вибору шляху. Визначити розмір оптимізованого набору тестів за допомогою GA і порівняти з розміром набору попарних тестів.

3. Описати переваги даного методу у порівнянні з іншими методами щодо охоплення паралелізму, наприклад одночасний перехід, охоплення вузла та взаємодії.

Щоб відповісти на ці запитання дослідження, проводяться детальні експерименти. Експерименти проводяться на багатьох AD суб'єктів реального життя, знайдених у літературі. Оптимізовані тестові випадки генеруються GA за допомогою інструмента «Усі пари».

Окрім пропозиції методу для зменшення кількості тестових випадків за допомогою парного тестування та методів GA, нами запропоновано і визначено параметр для вимірювання складності паралельного блоку, яка називається показником складності паралельного виконання (CCM).

Основними результатами нашої ідеї є:

1. Цей метод дозволить зменшити кількість тестів, коли одночасні дії призводять до вибору шляху.

2. Цей підхід визначає новий параметр, який названо показником одночасної складності (CCM) для вимірювання складності паралельності в AD.

3. Цей підхід забезпечує емпіричну модель прогнозування для CCM.

4. Результат роботи пропонує хромосомне представлення попарної комбінації, генне представлення переходу та розумну мутацію для прискорення поколінь у GA.

5. Цей метод емпірично оцінює вплив цикломатичної складності на час, потрібний GA для пошуку рішення.

Нами розроблено інструмент для дослідження корисності запропонованого методу при тестуванні вбудованих систем. Інструмент використовується для створення тестових випадків з AD.

Результати наших експериментів показують, що час, необхідний для отримання рішення, прямо пропорційний кількості одночасних блоків в AD. Він включає час, витрачений на GA, і час попарного обчислення. Ми помітили, що цей підхід займає 3–4 с у випадку одного одночасного блоку на AD. Він збільшується до 14 с, коли в AD присутні чотири одночасних блоки. В подальшому планується дослідити методи створення виконуваних тестових випадків з AD для функціональної перевірки. Цей метод дозволить генерувати тестові сценарії з AD, які можуть безпосередньо виконуватися на цільовому пристрої. Тестові входні дані та тестові оракули будуть створені за допомогою еволюційного алгоритму, такого як GA, оптимізація штучної колонії бджіл і колонії мурах, щоб отримати повноту тестових випадків.

Літературні джерела

- 1 Felderer, M., Manual test case derivation from UML activity diagrams and state machines: a controlled experiment/ Felderer, M., Herrmann, A.// *Inf. Softw. Technol.*, 2015, 61, pp. 1– 15.
- 2 Anbunathan, R. Automatic test generation from UML sequence diagrams for android mobiles/ Anbunathan, R., Basu//, *Int. J. Appl. Eng. Res.*, 2016, 11, (7), pp. 4961– 4979.
- 3 Kim, H. Test cases generation from UML activity diagrams. IEEE Eighth ACIS Int. Conf. Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing, Qingdao/ Kim, H., Kang, S., Baik, J.// China, 2007, pp. 556– 561.
- 4 Shirole, M. Generation of improved test cases from UML state diagram using genetic algorithm./ Shirole, M., Suthar, A., Kumar, R.// *Proc. Fourth India Software Engineering Conf.*, Thiruvananthapuram, India, 2011, pp. 125– 134.
- 5 Kundu, D. A novel approach to generate test cases from UML activity diagrams/ Kundu, D., Samanta, D.// *J. Object Technol.*, 2009, 8, (3), pp. 65– 83.
- 6 Linzhang Generating test cases from UML activity diagram based on gray-box method/ Linzhang, W., Jiesong, Y., Xiaofeng, Y.// *IEEE Proc. 11th Asia-Pacific Software Engineering Conf. (APSEC)*, Busan, Korea, 2004, pp. 1– 8.
- 7 OMG.: UML2.5 superstructure specification'accessed May 2016.
- 8 Mingsong, C. Automatic test case generation for UML activity diagrams Mingsong, C., Xiaokang, Q., Xuandong, L.//. 2006 *Int. Workshop on Automation of Software Test*, Shanghai, China, 2006, pp. 2– 8.
- 9 Shirole, M. Transition sequence exploration of UML activity diagram using evolutionary algorithm/ Shirole, M., Kommuri, M., Kumar, R.//. *Proc. ISEC '12*, Kanpur, India, 2012, pp. 22– 25.
- 10 Flores, P. PWISEGen: generating test cases for pairwise testing using genetic algorithms/ Flores, P., Cheon, Y.//, *Departmental Technical Reports (CS) Paper 595*, 2011.
- 11 Nguyen, C.D. Combining model-based and combinatorial testing for effective test case generation/ Nguyen, C.D., Marchetto, A., Tonella, P.//. *Proc. 2012 Int. Symp. Software Testing and Analysis (ISSTA)*, Minneapolis, MN, USA, 2012
- 12 Basu, A: 'Software quality assurance, testing and metrics' (PHI Learning, India, 2015).
- 13 Phadke, M: 'Quality engineering using robust design' (Pearson Education India, India, 2008.
- 14 David, E.G.: 'Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning' (Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 1989).

УДК 004.93

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ГОЛОСОВОГО АСИСТЕНТУ*Д. Л. Федорович¹, Г. І. Клим²**¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Стенана Бандери, 12, 79013, Львів, Україна, d.fedorovych@gmail.com**²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, 79005, Львів, Україна, halyna.i.klym@lpti.ua, halyna.klym@lnu.edu.ua*

Вплив технічного прогресу в наш час спонукає людей до отримання нового досвіду з користування технікою та спрощення цієї дії. Голосовий асистент – віртуальний помічник, який працює на основі штучного інтелекту. Він розпізнає мову користувача, може аналізувати його відповіді та виконує команди людини. Все це можливе тільки з функцією розпізнавання голосу. Функція розпізнавання голосу бере аналоговий сигнал із голосу користувача та перетворює його на цифровий. Після цього комп'ютер приймає цифровий сигнал і намагається зіставити його зі словами та фразами, щоб розпізнати намір користувача. Для цього комп'ютеру потрібна база даних уже існуючих слів і складів у даній мові, щоб можна було точно зіставити цифровий сигнал. Перевірка вхідного сигналу за допомогою цієї бази даних називається розпізнаванням образів і є основною силою розпізнавання голосу [1].

Актуальність даної системи зумовлена збільшенням ритму та динаміки життя людей. Відсутність у людей часу на прочитання статті чи перегляд відеоролика призводить до використання голосових помічників. І справді, майже в кожного є навушники з мікрофоном, і йдучи пішки нам набагато зручніше звернутися до телефону з тим чи іншим проханням, не дістаючи його з кишені. Це не тільки економить час, а й має інші корисні функції. Наприклад, набагато безпечніше не відволікатися на телефон, переходячи дорогу, а просто спілкуватися з ним через розпізнавання голосу. Ще одна велика перевага це мінімізація фізичного контакту користувача й пристрою, враховуючи теперішню ситуацію у світі з смертельними вірусами, частинки яких знаходяться на поверхні різних предметів.

Також, аналізуючи вже створені системи голосового керування можна підтвердити їх актуальність доступністю, що була гарячою темою у світі технологій протягом багатьох років, і тенденція робити цифрові продукти доступними для всіх типів користувачів буде продовжуватися. Інтегруючи голосову допомогу у будь-які продукти, вони стають доступними для людей із вадами зору чи рухів, що дає більш конкурентну позицію на ринку, адже охоплює більший спектр користувачів. А це є дуже важливою частиною будь-якого бізнесу.

Голосові асистенти дають можливість мінімізувати, а іноді й зовсім усунути необхідність використовувати руки та очі для перегляду контенту в інтернеті. Але крім побуту, голосові асистенти можуть стати в пригоді в бізнесі та навіть в HR-сфері.

У той час як для традиційних програм потрібні вхідні дані та правила для розробки виходу, інструменти голосового асистента отримують вхідні та вихідні дані, які використовують для створення самої програми, що значно збільшує арсенал виконання тих чи інших завдань. Існує два підходи до машинного навчання: контрольоване навчання та неконтрольоване навчання. У контрольованому навчанні моделі надаються дані, які вже частково позначені, це означає, що деякі надані дані вже будуть позначені правильною відповіддю. Це допомагає моделі класифікувати решту даних і розробити правильний алгоритм. У неконтрольованому навчанні жодні дані не позначаються, тому модель повинна знайти правильний шаблон. Однією з причин, чому це дуже корисно, є те, що це дозволяє моделі знаходити шаблони, які творці, можливо, ніколи не знайшли самостійно, але дані набагато більш непередбачувані [2].

Всі зустрічалися з бізнес моделлю, коли дзвонили до мобільного оператора і чули робота: «Натисніть 1, щоб потрапити в головне меню. Натисніть 2, щоб дізнатися детальніше про тариф» - це і є IVR система. IVR можна назвати першим поколінням голосових додатків. Хоча вони вже частина історії, але дечого можуть нас навчити. Ця система є не гнучкою, тобто не може передбачувати твоїх дій. Вона базується на наборі команд, відхилитися від яких вона не може і тому вона є не зовсім зручна у використанні в умовах нашого часу [1].

Інтерактивне меню стає першим контактом клієнта і компанії, а отже, слід прагнути, щоб взаємодія була комфортною. Клієнти будуть відчувати себе краще, якщо їм доступна швидка відповідь. Короткі, але інформативні голосові повідомлення показують, що ви цінуєте час клієнта.

Як основа даної розробки використано IVR. Його можна запрограмувати так, щоб повідомлення були персоналізовані під конкретного клієнта. Коли його номер розпізнається базою, система може звертатися до абонента на ім'я, надавати інформацію, що стосується конкретно цього клієнта. Якщо компанія має безліч філій по всьому світу, тоді варто налаштувати мовні опції, адаптуючи їх під побажання клієнта, щоб він відчував себе комфортніше.

Враховуючи актуальність, пропонується спроектувати та дослідити віртуального голосового асистента з достатнім набором команд та швидкою відповіддю щоб взаємодія користувача та пристрою була максимальною комфортною.

Для керування додатком передбачений тільки один режим: коли пристрій підключений до інтернет мережі, ним можна керувати голосом, використовуючи функцію розпізнавання голосу.

Даний застосунок є перспективний та зручний, адже він не є обмеженим у функціоналі, так як його можна постійно оновлювати, враховуючи побажання користувача.

Літературні джерела

1 <https://hurma.work/blog/voice-assistants-shho-cze-i-navishho-voni-hr-ok-google-alex-siri-cortana/>.

2 <https://uk.strephonsays.com/supervised-and-vs-unsupervised-learning-12687>.

УДК 681.5:681.2.083

**НЕЧІТКА ЛОГІКА В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТАНУ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ***О. С. Назарова, Б. В. Васильєв**Національний університет «Запорізька політехніка», 69063, м. Запоріжжя,
вул. Жуковського, 64, Україна, nazarova16@gmail.com*

Світ зараз знаходиться на перехідному етапі від індустріального до інформаційного суспільства, тому важливість інформації та інформаційного забезпечення все більше зростає. Сучасне металопрокатне виробництво характеризується інтенсифікацією навантажень на технологічне обладнання, збільшенням швидкості прокатки, обтиску та інші. У цих умовах зростає роль різних інформаційно-вимірювальних систем, моніторингу, діагностики та автоматичного керування, що забезпечують підвищення продуктивності та якості продукції, що випускається.

При контролі та дослідженні технологічного процесу висновки про умови роботи обладнання та про характер перебігу технологічного процесу робляться на підставі аналізу величин, отриманих при вимірюванні його параметрів. Під вимірюванням зазвичай розуміють отримання та відображення інформації про деякі координати технологічного процесу [1]. Певна кількість цих параметрів та координат аналізуються оператором і після цього приймається рішення про необхідність їх корекції. Тому актуальною задачею є використання експертних знань оператора при розробці систем моніторингу та діагностики станів холодної прокатки з використанням у них елементів нечіткої логіки.

Мета роботи – розглянути перспективи впровадження елементів нечіткої логіки в систему моніторингу та діагностики електромеханічних процесів стану холодної прокатки.

Основна частина. Для вирішення завдання вимірювання електромеханічних параметрів в умовах металопрокатного виробництва цеху холодної прокатки №1 ВАТ «Запоріжсталь» був розроблений діагностуючий багатоканальний комплекс, який отримує інформацію від датчиків швидкості, струму і напруги [1]. По кожному з чотирьох електроприводів (розмотувальний механізм, натяжні ролики, прокатна кліть, намотувальний механізм) контролюються такі координати: напруга двигуна, струм збудження, струм якоря, а також швидкість кліті, яка береться з урахуванням калібрувального коефіцієнта пропорційно до напруги тахогенератора. Для більшої зручності здійснення оцінки отриманих даних організована система візуалізації процесу прокатки, що відображається у графічній формі. У пам'яті промислового комп'ютера зберігаються також база даних налаштування стану, щоденні звіти по роботі та файли часових діаграм, записаних автоматично. На персональному комп'ютері проводиться обробка щоденних звітів та зареєстрованих діаграм.

Основна мета впровадження елементів нечіткої логіки у діагностичні систему полягає в тому, щоб допомогти оператору налаштувати параметри промислового процесу, що регулюються вручну, з метою підвищення якості

продукції. Ця діагностика призначена для розпізнавання несправності процесу, яку неможливо легко виявити шляхом аналізу лише окремих сигналів, а натомість має бути задіяний аналіз у багатовимірному просторі даних.

Одним з найбільш важливих сучасних напрямів розвитку інформаційних технологій є застосування нечіткої логіки при розробці систем автоматизованої обробки інформації та управління. Перевагами використання нечіткої логіки є спрощення моделювання складних систем [2, 3], створення гнучких алгоритмів підтримки прийняття рішень на основі зрозумілих людині наборів правил, можливість обробки неточної та неповної інформації [4, 5].

Напрямок створення інтелектуальних систем підтримки інженерних рішень для складних нелінійних електроенергетичних об'єктів з використанням математичного апарату штучного інтелекту є досить перспективним.

Отже, параметри, за якими проводять моніторинг та діагностику прокатного обладнання умовно можна розділити на механічні та електричні, але в більшості випадків вони досить сильно взаємопов'язані один з одним. Тому при розробці систем моніторингу та діагностики варто віднести до основних електромеханічних параметрів силу прокатки, струм і напругу двигуна, частоту обертання валу двигуна, момент навантаження. Часто для перевірки працездатності систем діагностики та моніторингу використовуються певні математичні та комп'ютерні моделі обладнання. Перспективними напрямками розвитку цих систем є використання експертних знань у системах прийняття рішень для обслуговуючого персоналу та елементів штучного інтелекту для систем автоматичного контролю за технологічним процесом.

Літературні джерела

1 Назарова, Е. С. К вопросу разработки систем диагностирования электромеханических систем станов холодной прокатки [Текст] / Е. С. Назарова // Электротехника та електроенергетика. – 2013. – № 1. – С. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2013-1-6>

2 Osadchyy, V. Laboratory Stand for Investigation of Liquid Level Microprocessor Control Systems / V. Osadchyy, O. Nazarova // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - pp. 1-4. doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.

3 Nazarova, O. S. Experimental research and computer modeling of the obstruction occurrence in the pneumatic conveying systems peculiarities / O. S. Nazarova, I. A. Meleshko // Herald of Advanced Information Technology, 2020. - Vol.3. - No.1. – pp. 428–439. DOI: 10.15276/haIT 01.2020.9

4 Шушура, О. М. Методологічні основи побудови інформаційних технологій для автоматизації управління складними системами на принципах нечіткої логіки [Текст] : дис. докт. техн. таук : 05.13.06 : захищена 11.03.18 : утв. 24.09.18 / Шушура Олексій Миколайович. - Київ, 2018. – 322 с.

5 Кирик, В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник [Текст] / В.В. Кирик. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 224 с.

УДК 004.93

СИСТЕМА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЬ

В. І. Грабовський¹, Г. І. Клим²

¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, 79013, Львів, Україна, e-mail: vitalikgrabik@gmail.com

²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, 79005, Львів, Україна, e-mails: halyna.i.klym@lpnu.ua,
halyna.klym@lnu.edu.ua

Сьогодні майже у всіх сферах людської життєдіяльності використовується енергія, причому з кожним роком потреби в ній збільшуються. Поміж тим традиційні запаси природних палив (нафти, вугілля, газу та ін.) є вичерпними. І у зв'язку з цією проблемою, використання нетрадиційних джерел енергії стає все більш необхідним. В першу чергу це сонячна, вітрова, геотермальна енергія, які наразі вважаються невичерпними. Метод прямого перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію є, по-перше, найбільш зручним для споживача, по-друге, цей метод вважається екологічно чистим способом одержання електроенергії на відміну від використання палива, ядерної сировини чи гідроресурсу.

Питанням про продуктивність сонячних батарей є одним із перших, яким задаються люди, що планують інвестувати в сонячну електростанцію. Кількість електроенергії, що буде вироблено за допомогою сонячного модуля, залежить від багатьох чинників, і в тому числі від географічного розташування сонячної електростанції. Адже за інших рівних умов кількість виробленої електроенергії буде пропорційна кількості енергії сонячного випромінювання, що досягає поверхні землі в точці розміщення електростанції.

Як відомо, отримати максимальний ККД з використання сонячних панелей можна лише тоді, коли вони розташовані під прямим кутом до сонячних променів, що падають на них. Проте сонце рухається по небу, і в зв'язку з цим, панелі, які встановлені нерухомо не можуть видавати максимальну ефективність [1].

Беручи до уваги особливості повсякденного переміщення сонця, можна запевнити, що найбільш ефективний кут для встановлення панелей становить близько 150 °. Панель, яка статично встановлюється у середнє положення між точками сходу та заходу сонця, втрачає до 75% енергії, що могла б бути отримана при ідеальних розміщеннях її вранці та ввечері.

Для отримання максимальної кількості енергії сонячна панель повинна бути перпендикулярною до джерела світла. Оскільки сонце рухається як протягом дня, так і протягом усього року, сонячна панель повинна бути мати можливість стежити за рухом сонця, щоб отримати максимально можливу потужність. Рішення полягає у використанні системи стеження, яка підтримує ортогональне положення панелі з джерелом світла. Існує багато конструкцій системи стеження, включаючи пасивні та активні системи з однією або двома осями свободи.

Тому метою цієї роботи було спроектувати та дослідити автоматизовану систему для підвищення продуктивності накопичення енергії сонячних панелей.

Постановка завдання:

- Розглянути метод машинного навчання з підкріпленням.
- Розглянути наявні системи керування сонячних панелей.
- Проаналізувати недоліки цих систем.
- Запропонувати нові підходи для отримання кращого результату.
- Реалізувати запропонований підхід у розробленому продукті.

Для ознайомлення із процесом машинного навчання використано наступні матеріали: «Навчання з підкріпленням у машинному навчанні» та «Вступ до машинного навчання». На основі цих досліджень було проведено аналіз недоліків існуючих технічних рішень, які підвищують продуктивність роботи сонячних панелей. Відштовхуючись від отриманих даних, було спроектовано автоматизовану систему для підвищення продуктивності енергії сонячних панелей, яка значно нижча за собівартістю, з можливістю підключення сенсорів потужності, струму, напруги, сервоприводів. Ця система прототипу сонячного трекера збиралася з Arduino. Для обертання платформи у горизонтальному і вертикальному напрямку використовуються сервоприводи, кут повороту яких залежить від потужності падаючого на фоторезистори світла.

На противагу моделюванню, калібруванню та оновленню факторів (наприклад тінь від дерев) для кожної двовісної сонячної установки це дослідження скоріше спрямоване на демонстрацію того, як агент, що використовує навчання з підкріпленням (RL) [2], може збільшити вироблення енергії, не знаючи жодної з цих особливостей.

У результаті дослідження спроектовано та отримано працездатну систему, яка вирішує проблеми систем конкурентів. Система є вирішенням однієї з проблем технології видобутку енергії, а саме збільшення кількості отриманої енергії за рахунок розробки системи автоматичного позиціонування елементів сонячної батареї в найбільш ефективне положення. Таким чином, сонячні електростанції для власного споживання можуть бути затребуваними в різноманітних сегментах малого, середнього і великого бізнесу: на підприємствах харчової промисловості, роздрібною торгівлі, складах та логістичних центрах, офісних центрах, агро-компаніях, готелях та базах відпочинку тощо.

Літературні джерела

1 Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал. Сонячна енергетика . - Львів, 2014. - 340 с.

2 Машинне навчання. - Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинне_навчання - Дата доступу: 06.10.2022.

УДК 621.391

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРУ ІМПЕДАНСІВ НА ГРАНИЦІ РОЗДІЛУ ПРОВІДНИХ СЕРЕДОВИЩ**Ю. Й. Стрілецький***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ.
momental@ukr.net*

Вступ. Діагностика промислових об'єктів дозволяє підвищити безпеку їх експлуатації. Тому постійно вдосконалюються методи отримання і обробки інформації про їх стан. При цьому важливо, щоб ця інформація була достовірною та важливою. Технічний стан об'єкта визначається сукупністю незалежних оцінок, які можна отримати вимірюючи відклик певних параметрів на сигнали збудження. Для отримання множини оцінок зручно використовувати вимірювання на різних частотах [1]. При цьому необхідно виділяти корисні сигнали із сторонніх завад.

Одним із важливих технологічних об'єктів є підземний металевий трубопровід. Довговічність його роботи визначається корозійними пошкодженнями. Для оцінки стану ізоляційного покриття доцільно розглядати поверхню трубопроводу в ґрунті, як електрохімічну систему яку досліджують за допомогою спектру імпедансів між металом труби і ґрунтом. При дослідженні стану ізоляційного покриття підземних металевих трубопроводів більший вплив мають випадкові шумоподібні сигнали, короточасні вузько смугові, короточасні широкосмугові. Стаціонарні сигнали здебільшого вузько смугові чи із лінійчатим спектром. Виділення корисного сигналу із сукупності випадкових завад проводять за допомогою фільтрування і синхронного накопичення результатів. Такі методи, при тривалому спостереженні, дозволяють відділити корисний сигнал від завад. Однак фільтрування не вирішує проблему виділення сигналу при наявності завади з частотою близькою до частоти корисного сигналу.

Із робіт [2-4] видно, що основним методом виділення когерентної завади із сукупності сигналів є використання двох чи більше незалежних джерел або каналів корисні сигнали в яких дещо відрізняються, але на які завада діє в однаковій мірі.

В техніці передачі даних широко використовуються диференційні сигнали. Передача сигналів із однією амплітудою, але різними знаками дозволяє усунути вплив сторонніх завад шляхом віднімання амплітуди сигналів із двох ліній. Схожий принцип можна застосувати при виділенні корисного сигналу який передається по одній лінії для подальшого визначення спектрального імпедансу ізоляційного покриття.

За аналогією із диференційним сигналом формується векторна пара, яка утворюються двома гармонійними сигналами за допомогою балансної амплітудної модуляції.

Проведено дослідження впливу різних видів завад на різницю амплітуд опорних сигналів. Так, при наявності некогерентної завади із одиничною амплітудою різниця амплітуд практично не міняється. Широкопasmовога завада за рахунок проникнення в дискретну смугу частот опорних сигналів впливає на їх амплітуду, але цей вплив можна зменшити усередненням результатів впродовж тривалого спостереження. Тільки наявність стаціонарної завади із частотою зосередженою в діапазоні частот опорних сигналів суттєво впливає на різницю амплітуд.

Висновки. Для оцінки впливу досліджуваного каналу на проходження сигналу по ньому запропоновано формувати діагностичний сигнал із використанням диференційної векторної пари опорних сигналів. В прийнятому сигналі визначається різниця амплітуд опорних сигналів, що дає можливість зменшити чи усунути вплив широкопasmових завад і завад на частотах які в рази відрізняються від частот опорних сигналів. Також запропоновано будувати регресійну модель до складу якої окрім опорних сигналів входять всі гармонійні складові, вплив яких на диференційну векторну пару є суттєвим. Це дозволило виділити амплітуди опорних сигналів із сукупності когерентних завад. Розроблено рекурсивний алгоритм побудови регресійної моделі. Запропонований спосіб обробки сигналів дозволяє визначати амплітуду і фазовий кут сигналу, який проходить по досліджуваній ланці в умовах широкопasmових і стаціонарних завад, в тому числі і когерентних. Це дає можливість розширити перелік досліджень стану промислових об'єктів під час їх експлуатації.

Літературні джерела

1 Стрілецький Ю.Й. Спосіб формування множини оціночних сигналів для дослідження функціонального простору об'єкта// Ю.Й. Стрілецький, В.А. Ровінський/ Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання. Міжнародна науково-практична конф. 15-20 травня. Івано-Франківськ. ст.4-7.

2 Cui Ji-Wen, Reducing coherent noise in interference systems using the phase modulation technique/ Ji-Wen Cui, Zhang Tao, Zhao-Bo Liu, Jiu-Bin Tan //Applied Optic. Vol. 54, No. 24. 7308-7315. <http://dx.doi.org/10.1364/AO.54.007308>

3 Frisson T., Coherent noise source identification in multichannel analysis/ Thibault Frisson, Roman Poeschl (Orsay, LAL). Jan 28, 2014. 12 pp. e-Print: arXiv:1401.7095.

4 Yousefian N., A coherence-based algorithm for noise reduction in dual-microphone applications/ Nima Yousefian, Kostas Kokkinakis and Philipos C. Loizou.// 18th European Signal Processing Conference (EUSIPCO-2010). Aalborg, Denmark, August 23-27, 2010. 1905-1908.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

TECHNOLOGIES FOR DESIGNING AND PROGRAMMING BIG DATA IN E-LEARNING

R. Khrabatyn, V. Bandura, N. Shkolna, Y. Khrabatyn

*Institute of Information Technologies, National Tech. University of Oil&Gas
Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail: vikaban@gmail.com*

Introduction

Recently, e-learning has become a trend in the education systems of many countries. Thus, in the United States, e-learning has become the most promising strategy in the national education system. This is evidenced by the data of the American e-education consortium "Sloan", according to which, in general, in the fall of 2021, 15.8 million students studied remotely, of which 12.85 million studied online from all courses, and 2.97 million - for some courses of the curriculum.

Globally, seven trillion dollars were spent on the development of e-learning in 2011 and, according to analysts, each year will increase by 25% annually.

Data Mining in e-learning for big data analysis

Data Mining technologies began to develop in the middle of the last century and only at the beginning of this century these technologies began to be used in education. During this period, in connection with the increasing use of information technology in education, the amount of processed information increases sharply, the algorithms for processing this information are improved.

EDM technology is based on the concept of patterns of behavior and personal qualities of students. The use of these technologies in the field of education allows finding out which subjects cause great difficulties for students, which tests they cope better with, what form of classes they prefer, which topics they are most interested in and how to optimally build a curriculum so that students acquire those competencies.

As a result of application of the cluster analysis it is necessary to solve the following tasks: 1. Select objects to cluster. 2. Identify the many criteria by which objects will be evaluated in the sample. 3. Apply one of the methods of cluster analysis to create groups of similar objects (clusters). 4. Visualize the results of the analysis.

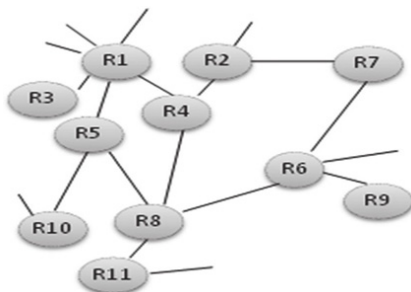


Fig. A - Fragment of visualization of student interaction in a social network

After obtaining and analysing the results, it is possible to adjust the selected metric and clustering method to obtain the optimal result. Clustering tasks in education can be used, for example, to identify students with similar psychological, physiological, behavioural, and intellectual characteristics. It is possible to identify how these behavioural patterns (patterns) affect success in different activities, which teaching methods are effective in relation to students with different stereotypes of thinking and psyche.

Cloud technologies for storing big data e-learning

Large amounts of disk space are required to store large data. These programs make it easy and reliable to work with NAS (Network Area Storage), which involves connecting storage devices directly to a local or distributed computer network that uses the TCP / IP protocol. This network allows users to store files on NAS servers and share them with a browser or its network address. Operating system The NAS cluster infrastructure consists of several interconnected storage (repositories) of information, allowing users to share information available there and search. Figure A shows the NAS architecture.

According to experts, the volume of the NAS technology market will reach \$ 7 billion by 2017. More than others, these technologies are used by the United States and Western Europe, but in the coming years in the Asia-Pacific region is also expected to grow by 14.1%

Conclusion

The concept of big data and methods of their analysis have recently been used to manage enterprises in the manufacturing sector. These technologies can also be applied to e-learning, including data processing decision-making, financial planning and student performance monitoring. Big data allows you to save the learning experience, give a picture of each student's learning. Data Mining in e-education will allow teachers to receive timely information about students and respond quickly to any changes in the learning process, make timely changes to educational content.

References

- 1 URL: www.sloan.com
- 2 Pat Nakamoto. BIG DATA: The revolution that is transforming our work, market and world. Data Analysis / Kindle Edition, 2013. P. 212.
- 3 Franks B., Taming the big data tidal wave. John Wiley & Sons, Inc. 2020. P. 341.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРАЦІЇ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ В ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТРУКТУРУ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

В. Д. Мельник, В. І. Шекета, Х. І. Думка, В. В. Процюк, К. І. Кравців, С. О. Дмитренко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, vitalii.melnyk@nuing.edu.ua

Основним елементом при формуванні експертної навчальної системи слід вважати специфіку представлення експертних даних у контексті аналізованого мультимедійного представлення на базі спеціалізованого програмного та апаратного рішення. Це досягається застосуванням інтелектуальних включень на основі метатегів у мультимедійний інтерфейс програмованого рішення. Також передбачено обов'язковість інтеграції з іншими програмними реалізаціями (наприклад, експертною системою (ЕС), не обмежуючи особливості поєднання з іншими експертними системами, які не впливають на складність інтерфейсу. Особливістю якісного мультимедійного представлення вважаємо, по-перше, мультимедійні дані, що ґрунтуються на експертних знаннях, та необхідність спроектованого технічного забезпечення для ефективного інтеграції інтелектуальних даних у навчальну експертну систему. [1] Також особливістю мультимедійного представлення визначено важливість інтеграції анімаційних елементів і графічних представлень у конкретний навчальний процес. Представлене програмне рішення порівнює інтелектуальну автоматизовану систему (ІМАС) – підхід із традиційним програмуванням, у якому один скрипт контролює всі властивості базової програми. Слід зазначити, що підхід «скрипт-майстер» добре працює, коли програма є спрощеною за своєю природою, але дуже швидко ускладнюється, при спробі виконання інтеграції методів гіпермедіа. «Скрипт-майстер» підходить для програми, виконання якої здійснюється наперед визначеним лінійним шляхом. Програма, прототип інтелектуальної інформаційної системи підтримки прийняття рішень, наприклад, у процесі буріння, є легшою у використанні при застосуванні методів гіпермедіа, тобто вона виконується нелінійним шляхом, а залишається за користувачем. При виборі мультимедійного програмного забезпечення відіграють роль ряд факторів. Доречним є вибір відомого середовища, щоб зосередити навчальний процес на компонентах системи, а саме: на експертній системі та мультимедійному інтерфейсі. Мета дослідження полягає у конкретизації проблеми поєднання робочих середовищ – експертну систему та мультимедіа. Сам процес дослідження є більш ефективним при створенні інтелектуальної системи, що використовує представлення знань у формі мультимедійного контенту для отримання можливості звернення суб'єкта навчання до поточних актуальних питань самого навчального процесу. Найпростішим варіантом розв'язку задачі розробки інтелектуальної системи, що використовує представлення знань у формі мультимедійного контенту, є використання існуючої класичної оболонки експертної системи. Оцінка мови щодо програмування кожної оболонки здійснювалась на основі характеристик

«легкості розуміння» та «гнучкості». Функція гнучкості визначалася здатністю додавати нові можливості до оболонки експертної системи або змінювати поточні для реалізації в конкретному рішенні. Засоби обґрунтування щодо використання оболонки експертної системи дозволяли реалізувати інтелектуальну систему в конкретному інформаційному продукті. Ця характеристика розглядалася з точки зору гнучкості. Інші характеристики, містять засоби обґрунтування, тобто вони є менш гнучкими, тому що не піддаються програмуванню. Технічна підтримка реалізується у вигляді експерта, ознайомленого з продуктом, при виникненні проблеми з його використанням. Зручність використання інтелектуальної системи полягає в забезпеченні простоти використання та застосування елементів зміни таким чином, щоб суб'єкт діалогу зміг зупинитись на середині процесу і мати можливість відновити сеанс, зберігаючи всі поточні зміни [2]. Ще одним важливим аспектом експертної системи є її адаптивність – здатність до змін у конкретних даних. Інша характеристика однієї з типових оболонок ЕС – підтримка істинності. У цьому випадку експертна система здатна розпізнавати недостовірність окремих даних у контексті їх зміни. Характеристика здатності підтримки істинності пов'язана з можливістю виконувати аналіз параметрів, змінюючи деякі дані для визначення їх впливу на зроблені висновки. Інша характеристика оболонки ЕС – вирішення суперечностей – є також важливою для експертної системи. Процес вирішення побудований на принципі використання конкретного пріоритету відповідно до правил, реалізованих у базі знань. Якщо задоволено умови двох або більше правил, тоді експертна система визначає послідовність застосування першочерговості. Однією з базових концепцій і можливостей експертних систем є їх здатність оперувати з невизначеністю. Експертна система може керувати невизначеністю, дозволяючи користувачеві формувати запитання для можливості надати оцінку та переконатися, що вони дійсно належать цій системі. Висновки експертної системи можуть бути невизначеними; належна оболонка експертної системи включатиме заходи невизначеності в цих висновках. Ще одна характеристика оболонки ЕС – простота й легкість розробки системи-прототипу. Це важливо, адже період розвитку для системи-прототипу обмежений. Було виявлено, що прототип однієї системи зробити швидше і легше, ніж прототипи інших систем. Отже, програмне забезпечення та апаратні засоби, що використовуватимуться для розвитку прототипу інтелектуальної системи представлення знань в формі мультимедійного контенту, є базованими на знаннях, тобто системами класу Knowledge Based Intelligible System with Multimedia Content.

Літературні джерела

1 Шекета В. І. Інтелімедійна інформаційна система підтримки прийняття рішень в процесі буріння / В. І. Шекета, В. Д. Мельник, Л. М. Гобир // Проблеми інформаційних технологій. – 2016. – № 1. – С. 96-116.

2 Мельник В. Д. Інтелімедійні засоби підтримки прийняття рішень в нафтогазовій справі / В. Д. Мельник, В. І. Шекета // Молодий вчений: науковий журнал. – № 5 (69) травень 2019. – С. 268-271.

УДК 621.952

МЕТРОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЧПК ЯК СУКУПНОСТІ ТЕХНІЧНИХ І ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ

А. С. Тисяк, Н. М. Піндус

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: natalyapindus@gmail.com*

Гравірування і різання матеріалів за допомогою лазера – перспективний напрямок діяльності. Всі системи лазерного ЧПК гравера управляються за допомогою комп'ютера або контролера. Алгоритм обробки задається за допомогою програмного забезпечення, основою якого є графічний файл з електронною моделлю виробу. Різучий інструмент – це лазерний промінь. Обробка відбувається без механічного впливу на матеріал, тому заготовку досить правильно розташувати на робочій поверхні, не застосовуючи жорстку фіксацію[1].

З метою реалізації поставленого завдання досліджень проаналізовано роботу приладу, блок схему програмного коду, створено програмний код та здійснено налаштування основних елементів.

Розробка алгоритму роботи лазерного гравіувального верстата полягає в наступному. Особливістю всіх пристроїв з мікропроцесорним керуванням є те, що вони працюють за заздалегідь складеним алгоритмом. Завданням алгоритму є визначення поведінки виконавчих елементів пристрою в залежності від значень фізичних величин, отриманих від датчиків та інших джерел вхідної інформації.

Для розробки алгоритму роботи лазерного гравера з ЧПК спершу необхідно визначити вхідні параметри, на основі яких буде відбуватися керування роботою верстата. Налаштування основних параметрів для лазерного гравера є однією з основних функцій.

Перед використанням крокового двигуна потрібно зробити невелике налаштування: необхідно обмежити максимальну величину струму, що протікає через котушки крокового двигуна і обмежити перевищення номінального струму двигуна, здійснюючи регулювання за допомогою потенціометра[2].

Програма роботи пристрою починається із задання директив препроцесора та оголошення змінних, які будуть необхідні під час виконання програми. Далі виконується основна функція `delayMacros()`, яка призначена для створення об'єктів для керування модулями, підключеними до плати Arduino. Також під час виконання цієї функції відбувається ініціалізація оголошених раніше змінних, налаштування входів і виходів мікроконтролера.

Після цього вмикаються крокові двигуни та лазер, що підключені через драйвер. Каретка з лазером і горизонтальна вісь встановлюються у точку початку. Після цього в програму задається макет роботи яку потрібно виконати. Програма сканує дані які подані в форматі .png та виділяє місця які потрібно

пропалити. Після цього починаючи з функції MoveSm виконується зациклення. Якщо піксель є чорним то включити лазер, функція затримки, наступний крок.

Виявлено, проаналізовано та досліджено джерела невизначеності при роботі з гравіювальним верстатом[3]. Розраховано сумарну стандартну невизначеність при проведенні процесу гравіювання, що становить: $3000 \pm 20,4$ мВт, при $P=0,95$.

Літературні джерела

1 Крокові двигуни[Електронний ресурс]. – Режим доступу до док.: <http://tc.kpi.ua/content/book2005>.

2 Белов О. М. Використання лазерів в сучасному ПЗ / Ю. О. Кумченко, А. І. Купін, 2015. – Т. 1. – С. 280–281.

3 Чеховський С.А., Середюк О.С., Петришин І.С., Піндус Н.М., Вашишак С.П., Витвицька Л.А., Кононенко М.А., Романів В.М. Метрологія і технологічні вимірювання в нафтогазовій промисловості. Навч. посібник Факел, 2010, с. 500.

УДК 681.5

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З АВТОМАТИЗАЦІЇ

М.І. Когутяк, к.т.н., В. С. Борин, к.т.н., Р.М. Лещій, к.т.н.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019, Україна, e-mail: borynvs@ukr.net*

У відповідності до Національної стратегії розвитку освіти України одним з напрямків передбачено поступову інформатизацію системи освіти, спрямованої на задоволення освітніх інформаційних і комунікаційних потреб учасників навчального процесу. Тому створення умов для ефективного впровадження іновачій у підготовку фахівців технічного профілю, в тому числі і спеціалістів в сфері автоматизації, є актуальною проблемою.

З метою підвищення практичної технічної підготовки фахівців з автоматизації на кафедрі АТП і МЕ модернізовано лабораторію з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» із застосуванням сучасних інформаційних технологій. Архітектура лабораторних стендів має ієрархічну структуру, яка включає фізичні або реальні моделі технологічних керованих об'єктів (ТКО), локальні засоби керування та автоматизоване робоче місце (АРМ) дослідника. АРМ реалізований технічно на офісному комп'ютері з набором спеціалізованих програмних продуктів для параметризації обладнання, реєстрації та візуалізації процесу дослідження. Робоча станція підключена як до локальної мережі лабораторної установки та всіх стендів лабораторії, так і до мережі Інтернет.

Структура лабораторних установок, впроваджених в 2015р у навчальний процес, показана на рис.1 для стенда «Задатчики та підсилювачі потужності».

Лабораторний стенд реалізований на обладнанні ТОВ «Мікрол» з використанням блоків ручного управління БРУ-10, БРУ-7К1 та БРУ-15, безконтактних реверсивних пускачів ПБР-21 та підсилювача потужності БУС-

21[1]. Для дослідження роботи вказаних засобів виконавчі пристрої відтворені у вигляді реальної фізичної моделі реверсивного приводу клапанів, соленоїдного клапану та лампи розжарювання, як активного нагрівного елемента.

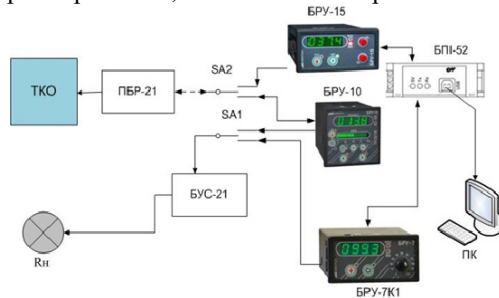


Рисунок 1 – Структурна схема навчального лабораторного стенда «Задатчики та підсилювачі потужності»

Лабораторні дослідження проводяться в трьох режимах роботи:

- режим параметрування БРУ через MIC-configurator інстальований в АРМ;
- інформаційний режим з ручним керуванням (інформаційні канали використовуються для ручного управління виконавчими пристроями з передніх панелей БРУ);

- режим SCADA - системи (БРУ-7К1 і БРУ-15 підключені до АРМ-дослідника через гальванічно розділений інтерфейс RS-485/USB або RS-232C , де розроблені в пакеті SCADA-VISUAL INTELLECT або в компоненті з MIC-registrator об'єктні вікна оператора для налаштування, візуалізації та реєстрації ходу досліджень.

Візуалізація процесу дослідження та керування здійснюється декількома способами:

- цифровими індикаторами передньої панелі блоків ручного управління, а також світло діодами режимів роботи;
- візуалізація через SCADA- систему або MIC-registrator шляхом архівування та документування необхідної інформації.

Отже, розроблені та впроваджені в навчальний процес лабораторні стенди з базової дисципліни «Технічні засоби автоматизації» є хорошим і багатофункціональним інструментом для проведення досліджень та підвищення фахової практичної підготовки спеціалістів із автоматизації з використанням сучасних інформаційних технологій. Застосування новітніх Web- технологій в керуванні, які реалізуються в SCADA- системах, дозволяють реалізовувати не віртуальні лабораторні та практичні заняття в рамках дистанційного навчання, а проводити реальні дослідження на лабораторному обладнанні університету через Інтернет.

Літературні джерела

1 www.microl.ua

2 Семенцов Г.Н. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами / Г.Н. Семенцов – Ивано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 173 с.

УДК 007.3

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЙ SCRUM І KANBAN ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

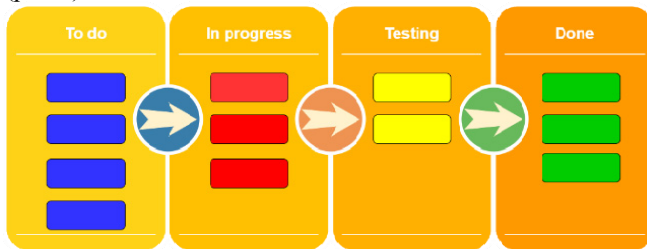
Ю. Ю. Семчишин, Р. Б. Вовк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: yurii.semchyshyn-ip202@nung.edu.ua

Стрімкий розвиток інформаційних технологій потребує використання сучасних методів та інструментів управління проектами, зокрема Agile підходу. Agile – це сукупність гнучких методологій управління проектами, до якої відносяться Scrum, Kanban, Lean, Extreme Programming тощо [1].

Kanban [2] походить від двох японських термінів Kan - видимий і Ban – карточки – це методологія суть якої полягає в швидкій командній роботі і головною метою Kanban є знаходження слабких місць в процесі управління й усунення їх, так щоб проект проходив плавно і швидко.

Kanban – це метод оптимізації та керування робочим процесом, який дозволяє візуалізувати процеси на Kanban-дошці. Також за допомогою дошки команда може бачити процес виконання завдання, пріоритетність, терміни та виконавця, якому призначено завдання. Більш того, є можливість доповнювати, коментувати і при необхідності розділяти завдання. Kanban-дошка представляє всі етапи робочого процесу які повинні виконуватися в проекті і переважно це: To Do / Початок, In progress / В розробці, Testing / Тестування, Done / Завершено (рис.1).



Рисунк 1 – Структура дошки завдань в Kanban

На відміну від Kanban, Scrum вимагає більш детального попереднього планування і передбачає розподіл по ролям (рис.2) [3]. Основна мета Scrum полягає в ефективному контролі процесу розробки ПЗ, що дозволяє команді легше справлятися з поставленими завданнями в короткий термін. Згідно Scrum, проект ділиться на короткі ітерації - спринти. Відповідно чим коротший спринт тим легко реагувати на зміни, що дозволяє замовнику отримувати бажаний результат. В Scrum, крім спринтів передбачено ще артефакти і процеси які є обов'язковими атрибутами для ефективного управління процесом розробки.

До артефактів належить:

- Product Backlog – загальні вимоги до розробки ПЗ;

- Sprint Backlog – завдання та вимоги із визначеними пріоритетами які будуть виконуватися в спринті;
- Sprint Goal – короткий опис цілей спринту;
- Sprint Burndown Chart – графічне представлення виконаних завдань (діаграма згорання робіт).

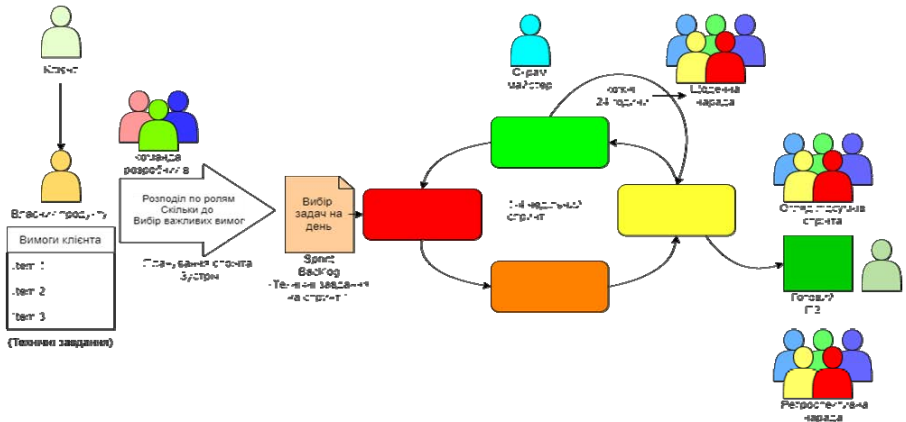


Рисунок 2 – Принцип роботи SCRUM

Основними процесами в Scrum є :

- щоденні наради – на протязі 15 хв обговорюється стан проекту;
- планування спринту – зустріч проводиться перед початком спринта між командою та клієнтом;
- демонстрація спринту – команда представляє результат роботи за спринт;
- ретроспектива – проводиться після демонстрації спринту, з метою обміну досвідом між членами команди.

Отже, за допомогою описаних гнучких методологій можна успішно застосовувати принципи Agile для управління проектами з метою підвищення ефективності та результативності роботи ІТ компаній.

Літературні джерела

1 Про філософію гнучкого підходу в управлінні Agile говорили на майстернях бізнесу у MIM [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://mim.kyiv.ua/news/article/pro-filosofiju-gnuchkogo-pidhodu-v-upravlinni-agile-govorili-na-majsternjah-biznesu-u-mim>.

2 KANBAN I SCRUM: порівняння та особливості застосування [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://demo.telesens.ua/2022/01/kanban-i-scrum-porivnjannja-ta-osoblivosti-zastosuvannja/>.

3 Про Kanban простими словами / Ефективна робота з беклогом [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://www.youtube.com/watch?v=1_Zti9v5ugA.

УДК 004.93

РОЗРОБЛЕННЯ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ ЗА ВІДБИТКОМ ПАЛЬЦЯ

Є. П. Вітер, С. А. Чеховський, Н. М. Піндус

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: natalyupindus@gmail.com

Біометрична ідентифікація — засіб підтвердження особи або належності паспорта його власникові шляхом розпізнавання і зіставлення біометричних даних (кольору очей, малюнка сітківки ока, відбитків пальців, геометрії руки, рис обличчя тощо), що зафіксовані носіями цих даних, з особистими даними власника [1].

Існує багато методів біометричної ідентифікації, які можна розділити на дві великі групи: статистичні та динамічні. Статистичні методи ґрунтуються на фізіологічній (статистичній) характеристиці людини, тобто унікальній властивості, даному йому від народження і невід'ємне від нього. При всьому різноманітті біометричних систем їх можливо спрощено розділити на три типи: -перетворення відбитка пальця в цифровий код за допомогою оптичного сенсора;

- перетворення відбитка за допомогою лінійного теплового датчика;
- за клавіатурним почерком.

Система ідентифікації особи складається із декількох основних частин. Розглянемо структурну схему система ідентифікації особи по відбитку пальця до якої входять: плата Arduino, дисплей, зумер, силовий ключ, електромеханічний замок, сканер відбитку пальця, дві кнопки і два світлодіода .

Плата Arduino призначена для реалізації системи ідентифікації особи, програмування алгоритму роботи та автоматизації проекту.

Для виведення інформації про плату та перегляду головного меню відповідає дисплей.

Сканер відбитку пальця призначений для ідентифікації особи по відбитку пальця які є внесено у базу даних. Внести в базу можна за допомогою меню, вхід в меню за допомогою двох кнопок(одночасно натиснути), перехід по меню здійснюється допомогою натискання однієї із кнопок. Пункти, які доступні в меню: інформація по ID; подивитись ID пальця; нове ID; видалити ID; вихід із меню.

Якщо відбиток пальця співпадає з одним із зразків, які було внесено і був ідентифікований, то електромеханічний замок спрацює і відкриється на заданий час і по це вам повідомить горіння зеленого світлодіода та спрацює зумер. За замовчуванням замок закритий і горить червоний світлодіод. Також про це повідомляє дисплей, в разі співпадіння пальців, на дисплеї буде вказано який номер пальця і в якому стані електромеханічний замок.

Сканер відбитків пальців, в цьому пристрої, виконує три дії:

- Реєстрація відбитків пальців. При реєстрації відбитків пальців, користувач повинен докласти палець до оптичного датчика двічі. Модуль обробить обидва

зображення і на їх основі створить шаблон, який буде збережений в бібліотеці відбитків пальців.

- Порівняння відбитків пальців. При порівнянні відбитків пальців, користувач прикладає палець до оптичного датчика, модуль генерує шаблон пальця і порівнює його з збереженими шаблонами в бібліотеці відбитків пальців.

- Видалення відбитків пальців. При видаленні відбитка пальця, модуль видаляє шаблон відбитка з бібліотеки.

В процесі розроблення та метрологічного дослідження пристрою ідентифікації особи за відбитком пальця розглянуто роботу приладу, блок схему програмного коду та програмний код з детальними коментарями. Створено алгоритми роботи певних частин коду, та налаштування елементів. Розглянуто принцип роботи програмного забезпечення.

Одним з етапів було розглянуто комплектуючі даного приладу його детальні технічні характеристики, а також етапи роботи приладу, а саме підготовку макета. Було описано розробку алгоритму роботи пристрою та програмного коду.

Здійснено виявлення та дослідження джерел невизначеності при роботі зі сканером відбитку пальця[2].

Здійснивши аналіз всіх джерел невизначеності, розраховано сумарну стандартну невизначеність, що становить 0,23%.

Літературні джерела

1 Біометричні способи ідентифікації особи [Електронний ресурс]. – URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/381265/biometrychni-sposoby-identyfikatsiyi-osoby-top-5-u-finansah>

2 Чеховський С.А., Середюк О.Є., Петришин І.С., Піндус Н.М., Ващишак С.П., Витвицька, Л.А., Кононенко М.А., Романів В.М. Метрологія і технологічні вимірювання в нафтогазовій промисловості. Навч. посібник Факел, 2010, с. 500.

УДК 681.51

УНІВЕРСАЛЬНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ СИНТЕЗУ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ

М. І. Козуляк, Т. А. Артим

Інститут інформаційних технологій, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019; тел. (03422)4-60-67, e-mail: kafatr@ukr.net

Тренажери широко використовують для практичної підготовки фахівців, в тому числі з автоматизації, оскільки дозволяють відтворити реальні процеси на технологічних об'єктах в лабораторних умовах та отримувати навички практичного налагодження та керування ними з використанням промислового обладнання.

Для налагодження систем керування та навчальних цілей застосовують статичні та динамічні [1]. Очевидно, що динамічні методи діагностування дозволяють всесторонньо виконати налагодження та тестування програмного забезпечення АСК. В їх основі лежать цифрові двійники технологічних об'єктів, які є програмними аналогами реального фізичного об'єкта або процесу. Вони відтворюють його структуру, стан, а також динаміку його зміни в часі з врахуванням перешкод і впливу навколишнього середовища. На сьогодні сучасна концепція цифрового двійника реалізована розробленими програмними засобами, які функціонують самостійно в розподіленому комп'ютерному середовищі як цілісна сукупність адекватних моделей стану, поведінки і управління реальними фізичними прототипами на заданому інтервалі часу або в складі гібридних структур, що включають як об'єкти реального світу, так і їх цифрове представлення [1].

Звісно важливо мати універсальну бюджетну платформу для реалізації цифрових двійників в навчальних цілях при проведенні лабораторних робіт. В межах низки дисциплін пов'язаних з технічними засобами студентами проводяться дослідження та налагодження програмного забезпечення PLC та регуляторів і при цьому необхідно в динаміці відтворювати властивості реальних об'єктів та процесів.

Типовий комплекс для проведення досліджень та повноформатного налагодження програмного забезпечення АСК представлений на рис.1. Він складається з цифрового двійника керованого об'єкту УДОК (відтворює функції технологічного апарату чи установки з каналами контролю і виконавчими пристроями), промислового PLC та робочого місця дослідника із програмними засобами візуалізації та реєстрації даних [2].

Апаратною частиною УДОК є процесорна плата MEGA, яка доповнена модулями гальванічної опто-розв'язки дискретних входів (11каналів) та виходів(13 каналів). Оскільки контролер AVR немає аналогових виходів, то по внутрішньосхемній шині I2C під'єднується необхідна кількість (від1 до 4) одноканальних 12-бітних модулів ЦАП типу MCP4725 з вбудованою EEPROM пам'яттю для зберігання налаштувань.



Рисунок 1 – Структура лабораторного стенду

Для візуалізації та оперативного керування симуляцією є додаткові елементи: кольоровий світлодіодний модуль 32x16 пікселів з набором паншетів, цифровий дисплей на базі LCD 1602 та блок 4x5 мембранної клавіатури.

Розроблений набір цифрових двійників, які є програмними аналогами промислових апаратів та установок (відтворюють динаміку та хід технологічного процесу) із каналами віртуального контролю та виконавчою апаратурою. Програмування контролера здійснюється через інструментальне середовище розробки Arduino IDE. Управління двійником здійснюється через PLC та робочу станцію оператора.

Таким чином, універсальність програмно-апаратної платформи дозволяє гнучко змінювати та створювати засоби імітації об'єктів та обладнання для неперервних, періодичних та циклічних технологічних процесів і сприяє розвитку навичок по налагодженню програмного забезпечення всіх рівнів системи керування.

Літературні джерела

1 Цифровые двойники объектов в решении задач управления / В. А. Минаев, А. В. Мазин, К. Б. Здирук, Л. С. Куликов // Радиопромышленность. 2019. Т. 29, № 3. С. 68–78. DOI: 10.21778/2413-9599-2019-29-3-68-78

2 Кучак М.М., Когутяк М.І. Тренажерний комплекс з автоматизації технологічних процесів на базі мікроконтролера Ардуіно// Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: збірник тез Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів, м. Івано-Франківськ, 8 жовтня 2020 року.-с.62-63.

УДК 378.018.43:004

THE USE OF DISTANCE LEARNING TECHNOLOGIES IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION: CONTENT, PURPOSES AND TASKS

Yu. V. Savka¹, L. V. Krupyak², V. V. Movchan¹, O. S. Yatsyuk¹

¹Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine, olegstya@gmail.com

²Ivano-Frankivsk Vocational Construction Lyceum, Ivano-Frankivsk, Ukraine, lesja1119@ukr.net

Distance learning is a purposeful interactive process of interaction between a teacher and a student of higher education, based on the use of modern information and telecommunication technologies that allow distance learning. Accordingly, distance learning provides the opportunity to receive education in the process of production activity, at the place of residence, the opportunity to organize the process of self-education, planning and implementation of an individual educational trajectory depending on one's own capabilities and needs, expands the circle of people to whom all types of educational resources are available regardless of age and social restrictions, the state of health, increases the social and professional mobility of the population [1, p. 70].

According to the Law of Ukraine «On Education» [2], the combination of traditional and distance education («mixed education») is one of the priority forms of education. At the same time, an important issue is to correctly and effectively distribute the educational (theoretical) material and the material that is allocated for practical classes to students of education in classrooms (offline) and remote students (online) during «mixed learning». The concept of «mixed education» combines traditional and distance learning with use of information and computer technologies [3, p. 40]. It aims to create such a learning environment where teachers and students can carry out the learning process itself in circumstances convenient for them.

Mixed learning is a purposeful process of acquiring knowledge, skills and abilities in the conditions of integration of classroom and extracurricular educational activities of the subjects of the educational process based on the use and mutual complementation of traditional, electronic, distance and mobile learning technologies in the presence of student self-control in time, place, routes and learning pace. Mixed learning can be considered as a process of interaction between learning subjects, which combines traditional and remote forms of learning, which can take place in the classroom and outside of it, in synchronous and asynchronous modes. It's based on the widespread use of information and computer technologies.

The synchronous format means real-time collaboration. Its advantage is that it is possible to attract participants instantly and at a specified time. This is a live broadcast, in which students can communicate directly with teachers through video or audio communication, and chat. The synchronous training format can include a webinar, video conference, virtual class, online training [4, p. 93]. The asynchronous format can include a variety of media, audio and video lectures. With the help of an asynchronous learning mode, students work at their own pace and at a time convenient for them. Asynchronous mode is applied to various forms of digital and online learning. The synchronous format of distance learning includes: mass open online courses, online literature, blogs, forums, chats, e-mail.

Comparing synchronous and asynchronous learning, we can highlight some features of each format. In particular, the synchronous format provides quick feedback from the teacher for the students of education (you can immediately explain those concepts and concepts that cause difficulties for the students); organization of group activities; development of communication and collaboration skills; motivation to learn in the process of communication. In turn, the asynchronous format can be characterized by schedule flexibility (learning is easily combined with work and other activities); the opportunity to learn the educational material at one's own pace; availability of educational materials at a time convenient for the student; the development of self-organization skills and the ability to learn.

Disadvantages of the synchronous training format include: the need to synchronize the schedule and adapt to the general pace of training; if several listeners need the teacher's individual attention, others have to wait; the dependence of teaching effectiveness on the teacher's personality; high requirements for the quality of communication during training sessions.

The disadvantages of the asynchronous format include: the inability to quickly get an explanation from the teacher if you do not understand the educational material; the difficulty of developing skills that require interaction with a teacher during practice; high requirements for the organization of self-study.

Distance learning can be implemented in two options:

1) distance learning as a separate form of education (distance learning) – students do not attend higher education institutions and learn subjects only remotely;

2) application of distance learning technologies for any form of education (full-time, part-time, external) – students study partly offline, partly online («mixed learning»).

The purposes of implementing distance learning in higher education institutions are [5, p. 87]:

1) support of the traditional educational process, when distance courses are conducted using the distance learning system;

2) improving the quality of education;

3) training of a competitive specialist capable of competing on the labor market;

4) involvement of students who are unable to attend face-to-face classes;

5) attraction of a large number of listeners;

6) creation of a single information space in institutions of higher education.

Among the main tasks of the use of distance learning technologies in higher education institutions, the following can be distinguished: creation of the most favorable conditions for education seekers in obtaining their higher education; professional development of professors and teaching staff and retraining of personnel based on the introduction of the latest information-communication and psychological-pedagogical learning technologies.

References

1 Жевакіна Н. В. Технологія дистанційного навчання: сутність та особливості. Вісник Луган. держ. пед. ун-ту імені Тараса Шевченка. № 4. 2003. С. 68-73.

2 Закон України «Про освіту» 05.09.2017 № 2145-VIII. Електронний ресурс. URL: <http://vuz.org.ua/zakonodavstvo/110-zakon-ukrayiny-pro-osvitu>.

3 Притуляк Н. М., Яцюк О. С., Налісник А. З. Організаційні аспекти впровадження електронної форми дистанційного навчання: досвід ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана». Дистанційна освіта: стан і перспективи для технічних спеціальностей: Збірник тез доповідей I Всеукраїнської науково-методичної конференції, Івано-Франківськ. ІФНТУНГ. 2012. С. 40-41.

4 Ткаченко Л. В., Хмельницька О. С. Особливості впровадження дистанційного навчання в освітній процес закладу вищої освіти. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. пр. Запоріжжя: КПУ, 2021. Вип. 75. С.91-96.

5 Вишнівський В. В., Гніденко М. П., Гайдур Г. І., Ільїн О. О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. Київ: ДУТ, 2014. 140 с.

УДК 007.3

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИБІР ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТУ ПРОЄКТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

С. Ю. Іванович, Р. Б. Вовк

*ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
e-mail: sviatoslav.ivanovych-ip221k@nung.edu.ua*

В сучасному соціумі будь-який контроль, моніторинг чи управління не можливо уявити без застосування інформаційних технологій. Це економить час, який можна використати для інших процесів, а отже – приносить додатковий прибуток. Чудовим прикладом такої економії для менеджменту проєктів програмного забезпечення є інструменти. Головною задачею, що стоїть перед менеджментом проєктів програмного забезпечення є керування всіма процесами для підтримки балансу між трьома складовими – часом, вартістю та якістю. Для інтелектуальної діяльності, в даному випадку для програмування, такий контроль над процесом є запорукою успішності результату роботи.

Для отримання практичних навичок в сфері менеджменту важливий не тільки підхід ментора, але й правильно підібране програмне забезпечення, інструментарій. Для цього застосовують декілька критеріїв:

- ціна продукту для керування проєктом;
- функціонал продукт;
- складність освоєння та використання.

Вибрані інструменти, описані нижче, конкурують між собою в популярності, практичності та в ціновій категорії. Всі вони дають можливість працювати у веб-версії і безплатного користування майже всіма функціями, а тому добре підходять для малих компаній [1].

Першу позицію в актуальних рейтингах займає інструмент управління проєктами Trello. Він чудово підійде для малої команди, за допомогою простого інтерфейсу і легко представить принципи роботи менеджера проєкту, надасть хоч і обмежений, але достатній для новачків облік та статистику для проєкту. Це робить його відмінним для вивчення менеджменту проєктів програмного забезпечення, проте не для використання у великих проєктах.

Платформа керування проєктами Asana викликає певні труднощі використання через свій інтерфейс. Важкість освоєння інтерфейсу відштовхує користувачів, що знижує конкурентоспроможність даної платформи.

Онлайн сервіс для управління проєктами Basecamp є досить простим та багатофункціональним інструментом. Basecamp дозволяє збільшити продуктивність команди і ефективно організувати роботу над проєктами. Сервіс об'єднує інструменти для комунікації, відстеження завдань та планування. Для звичайних користувачів даний сервіс занадто дорогий, проте для вивчення основ управління проєктами добре підходить.

Багтрекер Jira – дозволяє здійснювати управління задачами та розробкою програмного забезпечення з нуля. Його освоєння може стати проблемою при

відсутності ментора який допоможе з налаштуванням, але цей інструмент підійде для всіх категорій розробників, навіть для новачків [2].

Таблиця 1 – Опис популярних інструментів для менеджменту проєктів програмного забезпечення

Назва	Ціна	Аналіз переваг	Аналіз недоліків
Trello	<ul style="list-style-type: none"> • Безкоштовно • Стандарт - 5\$ • Преміум - 10\$ • Корпорація - 17.5\$ (від 25 користувачів) 	<ul style="list-style-type: none"> • Канбан система • Дешевість продукту • Простота інтерфейсу 	<ul style="list-style-type: none"> • Непрактичність статистики/обліку проєкту • Через простоту сервісу при великих кількостях проєктів відбувається забруднення інтерфейсу • Багато функціоналу - тільки через інтеграції
Asana	<ul style="list-style-type: none"> • Безкоштовно • Преміум- 11\$ • Бізнес - 25\$ • Корпорація - залежно від можливостей які потрібні. 	<ul style="list-style-type: none"> • Канбан система • Зручність редагування задач/підзадач, цілих робочих просторів 	<ul style="list-style-type: none"> • Тяжкість освоєння продукту • Відсутність інструментів для відстежування часу
Basecamp	<ul style="list-style-type: none"> • Безкоштовно (для студентів та вчителів) • Пробна версія (30 днів) • Платна версія - 99\$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Управління часом • Надійне звітування • Простий у використанні 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність безплатної версії (крім студентів та вчителів) • Велика ціна продукту • Можливі проблеми з доступом до проєкту якщо на сервері компанії виникнуть проблеми
Jira	<ul style="list-style-type: none"> • Безкоштовно • Стандарт - 7.5\$ • Преміум - 14.50\$ • Корпорація - залежно від можливостей які потрібні. 	<ul style="list-style-type: none"> • Простий у використанні при малих потребах • Велика кількість плагінів • Зручне планування за допомогою методологій SCRUM в режимі реального часу. 	<ul style="list-style-type: none"> • Повільність інструменту • Тяжкість освоєння повного функціоналу без ментора/тренінгів

В таблиці 1 представлена структуризація програмних інструментів за ціною, перевагами та недоліками для їх більш об'єктивного і наглядного оцінювання [3]. Важливим фактом є те, що ці інструменти популярні не тільки в європейському регіоні, але й в цілому світі, тому статистика переваг та недоліків, а також практичності інструментів актуальна і обновляється щодня.

Отже, після проведення системного аналізу, можна стверджувати, що Trello є найкращим інструментом для отримання основних навичок менеджменту проєктів програмного забезпечення, а Basecamp – для закріплення цих навичок та отримання початкових умінь керування часом. Jira, в свою чергу підходить для професіонального менеджменту проєктів програмного забезпечення.

Літературні джерела

1 64 best project management software to work faster in 2022 – Michaela Rollings. [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://hive.com/blog/project-management-software/>.

2 Best project management software tools – David Dean – [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://www.thebalancemoney.com/best-project-management-software-4175032>.

3 Плюсы и минусы 5 основных инструментов управления проектами – Нія Нікель [Електронний ресурс]- Режим доступу до ресурсу: <https://dou.ua/forums/topic/30400/>.

УДК 004.412 : 658.5

РОЛЬ БІЗНЕС-АНАЛІТИКА В УПРАВЛІННІ ПРОЄКТАМИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

А. І. Балан, Р. Б. Вовк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: nastiabalaban32@gmail.com*

Проєкт — це унікальна тимчасова діяльність, спрямована на досягнення запланованих цілей. Управління проєктом — це застосування процесів, методів, навичок, знань і досвіду для досягнення конкретних цілей проєкту відповідно до критеріїв прийнятності проєкту в рамках погоджених параметрів. Управління проєктом має кінцеві результати, які обмежені часом, ресурсами і бюджетом.

Програмне забезпечення це загальне поняття для сукупності програм та програмних документів, які є необхідними для їхньої експлуатації. Ці програми надають людині можливість зручної та функціональної взаємодії з комп'ютерами. Для розробки якісного програмного забезпечення необхідне залучення спеціалістів різних галузей. До цього списку включають: менеджера або керівника проєкту, архітектора проєкту, бізнес-аналітика, аналітика вимог проєкту, розробника або команду розробників, інтегратора, тестувальника, документатора та ін [1].

Бізнес-аналітик (БА) опрацьовує і дає оцінку бізнес-даним, щоб покращити й пришвидшити процес прийняття рішень в певній організації. Вони діють як з'єднувальна ланка між зацікавленими сторонами (тими, хто приймає рішення) і виробництвом (тими, хто виконує рішення).

У деяких аутсорсингових компаніях, що займаються розробкою програмного забезпечення БА дотримується проєкту на всіх етапах. Це не зовсім практичний підхід, але час від часу він може бути виправданим, під час розробки продуктів, в області охорони здоров'я і державної безпеки.

Основна роль БА - це визначення бізнес-вимог і їхнє перетворення у рішення з'ясування, чому користувачам необхідна програма з новими функціональними можливостями. Головні цілі ВА це максимізація прибутку, оптимізація виробництва та підвищення ефективності. Зазвичай бізнес-аналітики є фахівцями в наступних видах аналізу:

1. Стратегічне планування, яке розкриває потреби організації;
2. Аналіз бізнес-моделі, що використовується для визначення політики та ринкових стратегій;
3. Проєктування процесу, що використовується для стандартизації робочих процесів;
4. Системний аналіз який передбачає визначення вимог ІТ – команди [2].

Попри те, що аналіз даних є більшою частиною роботи бізнес-аналітика, є й інші ролі та обов'язки, які беруть на себе ці спеціалісти. До даних обов'язків входять:

1. Визначення бізнес-цілей. БА також визначає бізнес-цілі та етапи, такі як контрольні показники продукту, ключові показники ефективності та стратегії продажів;

2. Планування розвитку. Після розроблення бізнес-стратегії, БА може окреслити напрямки розвитку та призначити різні сфери відповідальності, тобто це переведення бізнес-плану на виробничу стратегію;

3. Відповідність і контроль. Під час виконання проєкту БА продовжуватиме аналізувати дані для того, щоб переконатися, що проєкт відповідає загальним очікуванням бізнесу. Це включає підтримку зв'язку як з командою розробників, так і з зацікавленими сторонами;

4. Використання фінансових звітів для встановлення бізнес-цілей та стратегій, оптимізації витрат та максимізації прибутку, виконуючи функцію посередника між особами, які приймають рішення, та командою розробників програмного продукту.

Основними перевагами, які приносить бізнес аналітик у проєкт є:

- Загальний контекст для команди та власника продукту. БА, організовуючи команду, допомагає конкретизувати вимоги та надавати детальну та своєчасну документацію;

- Менше помилок, більше компонентів. Коли команда чітко розуміє, що потрібно, то ймовірність помилок зменшується, що дозволяє багато функціональним командам працювати над певними завданнями одночасно;

- Швидший розвиток. БА створює відповідні та актуальні вимоги, щоб завершити їх виконання вчасно;

- Перевірка цілей проєкту. Усі завдання, створені на стадії виявлення або попередньої розробки, підлягають перевірці на відповідність початковим бізнес-цілям;

- Детальне уявлення кінцевого результату на та початковому етапі. БА дає гарантію, що рішення, розроблені на початкових етапах проєкту, доведуть до бажаного кінцевого результату [3].

Отже, роль бізнес-аналітика є однією з ключових і вирішальних у формуванні успіху проєктів розробки програмного забезпечення, оскільки ця робота є досить складною і вимагає глибокого розуміння предметної області та бізнес-процесів, вимог клієнтів, побажань команди, тенденцій ринку.

Літературні джерела

1 Класифікація проєктів. Ролі та обмеження в проєкті. Моделі життєвого циклу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://drive.google.com/file/d/19-_xC6fRGtJIKUk0c_3yCs3Gk15X5mZf/view?usp=sharing ;

2 What is a Business Analyst in Software Development? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.codecademy.com/resources/blog/what-is-a-business-analyst-in-software-development/> ;

3 Why Does Your Project Need a Business Analyst? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://djangostars.com/blog/business-analyst-in-software-development/>.

УДК 004.051

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕЛЕГРАМ-БОТІВ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON

Р. А. Калічин

*Івано-Франківський національний університет нафти і газ, Україна,
roman.kalichyn-ki2111@nung.edu.ua*

Telegram являє собою багато-платформний хмарний-месенджер для мобільних пристроїв та комп'ютерів, який надає користувачам наступні можливості: обмін файлами, групові чати, дзвінки, емодзі, опитування, боти.

Боти – це програми сторонніх розробників, які працюють всередині месенджера. Користувачі мають змогу взаємодіяти з ботами, надсилаючи їм повідомлення, команди та вбудовані запити.

Ботів можна використовувати для:

- Отримання персоналізованих сповіщень (різного роду);
- Інтеграції зі сторонніми сервісами;
- Прийому платежів від користувача;
- Створення спеціальних інструментів;
- Створення багатокористувацьких ігор;
- Створення соціальних сервісів.

MTPProto mobile protocol – протокол призначений для доступу до API серверу з програм, які працюють на мобільних пристроях. Протокол поділяється на три (практично незалежні компоненти):

- Компонент високого рівня (мова запитів API): визначає метод, за допомогою якого запити та відповіді API перетворюються на двійкові повідомлення;
- Компонент криптографічного (авторизаційного) рівня: визначає метод за допомогою якого повідомлення шифруються перед подачею через транспортний протокол;
- Компонент транспортного рівня: визначає метод для клієнта та сервера для передачі повідомлень через інший існуючий мережевий протокол (наприклад HTTP, HTTPS, WS, WSS, TCP, UDP).

У відкритому доступі для розробників є два види API та інструменти:

- Bot API – дозволяє підключати ботів до існуючої системи, не вимагає від розробника знань про MTPProto протокол шифрування. Проміжний сервер забезпечить зашифровану комунікацією розробника і телеграм API. Комунікація з цим сервером реалізовується через HTTPS-інтерфейс який пропонує спрощену версію Telegram API.
- Telegram API та TDLlib.

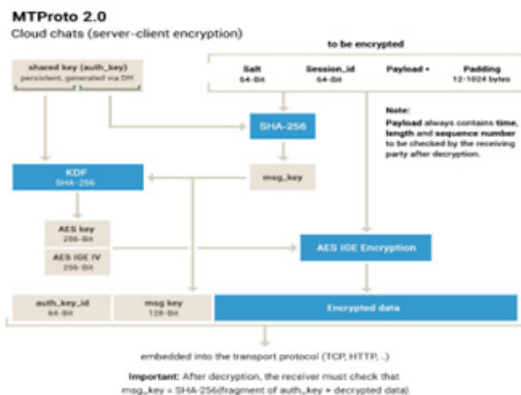


Рисунок 1 – Загальний опис MTPROTO протоколу другої версії

TDLlib – інструмент для сторонніх розробників, який дозволяє легко створювати швидкі, безпечні та багатофункціональні програми. Інструмент дбає про деталі впровадження мережі, шифрування та локальне зберігання даних.

Telegram API – дає змогу створювати власні спеціальні Telegram клієнти. Відкритий код доступний для всіх розробників.

Python – широко поширена інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня з динамічною типізацією.

Як показує досвід, дана мова успішно покриває потреби розробників автоматизованих ботів, які у свою чергу використовуються користувачами для автоматизації різного виду задач.

Зрозумілий синтаксис, лексика та семантика мови програмування Python – скорочують час розробки різного рівню складності програмних рішень програмістами та забезпечують зрозумілу читабельність програмного коду.

Хмарні сервіси для зберігання вихідного коду та контролю версій налічують безліч проектів автоматизованих ботів з відкритим кодом, і левова частка з них написані мовою Python. На форумах та інших формах веб-сайтів, популярних в спільноті програмістів, можна знайти безліч загальної інформації, технічних порад, обговорень питань щодо створення автоматизованих ботів використовуючи Python та різного роду фреймворків та допоміжних технологій.

Літературні джерела

- 1 Документація API [електронний ресурс] / URL: <https://core.telegram.org/api>.
- 2 Документація мобільного протоколу MTPROTO [електронний ресурс] / URL: <https://core.telegram.org/mtproto>.

УДК 004.4

ВИКОРИСТАННЯ DISCORD В ЯКОСТІ ОСВІТНЬОЇ ПЛАТФОРМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Б. В. Шиманський

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна,
kafatp@ukr.net*

Discord — це платформа обміну миттєвими повідомленнями та цифрового розповсюдження інформації з функціями VoIP. Користувачі спілкуються за допомогою голосових дзвінків, відео-чатів, текстових повідомлень, медіа та файлів у приватних чатах або в рамках спільнот, які називаються «серверами».

Сервер — це набір постійних чатів та каналів голосового чату, доступ до яких можна отримати через запрошення. Discord працює на Windows, macOS, Android, iOS, iPadOS, Linux та у веб-браузерах.

Для дистанційного навчання Discord одне з найкращих рішень для викладачів з позиції легкості налаштування, функціоналу та спеціальних можливостей тому що він включає в себе всі можливості організувати текстові канали для видачі завдань, отримання відповідей та зберігання важливих посилання. Тут також доступні голосові канали для проведення лекційних/лабораторних занять.

Одночасно у відео-дзвінках Discord може брати участь до 25 осіб. Показувати вміст свого екрану можна 50 учасникам. А от у групових чатах можуть перемовлятися до 5 000 чоловік, тільки по черзі. Ви можете налаштувати, хто і з якою гучністю говоритиме на вашому сервері.

Якість зв'язку в Discord відмінна, і сигнал не пропадає, як буває у тому ж google Meet.

Розглянемо особливості які включають в себе функціонал.

Наявність серверів. Наявність такої опції робить навчання у Discord більш зручним. Тут можна створити кілька серверів для різних предметів, закрити доступ до них, після чого роздавати запрошення учням для підключення. Іншими словами, server є деяким родом кабінет вчителя.

Голосові канали. У програмі передбачено можливість проведення обговорень, бесід та навіть консультацій. Також в учнів активований за умовчанням режим рації, що робить спілкування більш простим та зручним. Це означає, що вчитель під час дистанційного навчання зможе працювати без фону на задньому плані.

Текстові канали. З їхньою допомогою можна організувати уроки чи семінари в Discord, передавати нове чи отримувати готове домашнє завдання.

Go Live – спеціальна опція, що дозволяє проводити трансляцію екрану одночасно для 50 учнів. Після запуску процесу можна відповідати на запитання та звертатися до користувачів. Завдяки цій особливості,

Ролі - це параметр користувачів серверів. Вони визначають колір учасника у списку, його права та місце у списку. За допомогою ролей можна поділити

студенті по групах та створити приховані канали з якими можуть взаємодіяти тільки студенти тієї групи

Також у сервер Discord можна додати “ботів” які зможуть автоматично відслідковувати відвідуваність студентів та записувати їх у журнал

Як бачимо, Discord чудово підходить для дистанційного навчання, а деяких аспектах навіть випереджає конкурентів (Зум, Скайп та інших). Встановлення та налаштування не займає багато часу, що дозволяє майже відразу приступити до занять. У коментарях розкажіть, яку програму ви використовуєте для дистанційного навчання та чому.

Літературні джерела

- 1 Документація Discord <https://discord.fandom.com/ru/wiki>.
- 2 Dirigtliz Discord <https://uk.wikipedia.org/wiki/Discord>.

УДК 378.147

З ДОСВІДУ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ"

О. В. Соломчак, А. І. Бандура

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м.Івано-Франківськ, Україна, olegsolom@gmail.com*

Навчальна дисципліна "Комп'ютерні технології в електроенергетиці" викладається студентам першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка ІФНТУНГ. Дисципліна включає лекційні та лабораторні заняття.

Враховуючи особливості практичної діяльності інженерів-електриків дисципліна включає 3 модулі: засоби ведення технічної документації, пакети прикладних програм та інформаційно-керуючі системи.

В засобах ведення технічної документації розглядаються:

- особливості створення шаблонів документів за допомогою Microsoft Word - створення шаблону, задання стилів форматування та автоматичного змісту, поділ документу на розділи з різним форматом сторінок і абзаців, використання колонтитулів та стандартних рамок на листах, використання полів вводу інформації, злиття документів;
- використання Microsoft Word для табличних розрахунків - створення листа та книги, створення шаблонів звітів з обліку електроенергії, використання умовних і абсолютних посилань, форматування клітинок і листів, введення формул, захист даних, побудова діаграм;
- створення ефективних презентацій за допомогою Microsoft PowerPoint;
- використання графічних редакторів КОМПАС та CorelDraw для створення електротехнічних креслень, схем та планів електричних мереж;
- використання хмарних засобів.

В курсі розглядаються пакети прикладних програм, створені на кафедрі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ІФНТУНГ:

- розрахунок режимів розімкнутих електричних мереж за допомогою програми RRP;
- розрахунок та оптимізація режимів складнозамкнених електричних мереж за допомогою програми SITKA;
- розрахунок електричних навантажень підприємства за допомогою програми ІРЕН;
- розрахунок струмів короткого замикання та аналіз стійкості систем за допомогою пакету програм ЕКАФ.

В третьому модулі розглядаються інформаційно-вимірювальні системи:

- автоматизовані систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ);
- автоматизовані системи диспетчерського керування;
- інформаційно-вимірювальні та керуючі системи;

системи контролю якості електроенергії.

УДК 004.054

ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA

В. М. Гарасимів

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, e-mail: vira.harasyimiv@nung.edu.ua

Успішність автоматизованого тестування залежить від вибору правильного фреймворку, який являє собою набір певних припущень, концепцій та інструментів, що забезпечують підтримку автоматизованого тестування програмного забезпечення [1].

Беручи до уваги особливості створення фреймворку для браузерних тестів, то перевагу має Selenium. В загальному, Selenium – це проєкт, який представлений у вигляді набору компонентів, які, у свою чергу, застосовуються для автоматизації UI (User Interface), а також є стандартом W3C консорціума [2]. Це означає, що розробник браузера зобов'язаний реалізувати інтерфейс для роботи із Selenium на етапі розробки самого браузера. Це забезпечує можливість підтримки різних нових версій браузерів, що, у свою чергу, є причиною популярності Selenium на сьогодні.

Як приклад розглянемо процес створення фреймворку в IntelliJ IDEA з використанням інструменту Maven, який створює власну структуру проєктів, полегшує процес підключення необхідних бібліотек, керує звітами, залежностями та документацією. Для доступу до необхідних бібліотек використовуємо Dependency Manager. Для цього додаємо потрібні нам залежності в pom.xml (файл, який керує Maven). Так як ми будемо використовувати мову програмування Java, то необхідно підключити до нашого

проекту бібліотеку Selenium Java. Потрібні нам залежності знаходимо на Maven Repository [3] та прописуємо їх в pom.xml таким чином:

```
<dependency>
  <groupId>org.seleniumhq.selenium</groupId>
  <artifactId>selenium-java</artifactId>
  <version>4.4.0</version>
</dependency>
```

Для доступу до браузеру використовуємо web-driver. Є декілька шляхів визначення доступу web-driver до браузерів – установка на рівні системних змінних, на рівні коду та з використанням бібліотеки WebDriver Manager. Використовуємо останній варіант, так як він забезпечить гарну гнучкість нашого тестового середовища:

```
<dependency>
  <groupId>io.github.bonigarcia</groupId>
  <artifactId>webdrivermanager</artifactId>
  <version>5.3.0</version>
</dependency>
```

Якщо в якості браузера використовується Google Chrome, то імпортуємо необхідні бібліотеки

```
port io.github.bonigarcia.wdm.WebDriverManager;
import org.openqa.selenium.WebDriver;
import org.openqa.selenium.chrome.ChromeDriver;
```

та створимо об'єкт нашого браузера:

```
WebDriverManager.chromedriver().setup();
driver = new ChromeDriver();
```

Вихід прописуємо таким чином:

```
public static void closeDriver(){
  driver.quit();
}
```

Для підключення необхідних методів перевірки (Assert) та анотацій (AfterMethod, BeforeMethod, Listeners) використовуємо бібліотеку TestNG:

```
<dependency>
  <groupId>org.testng</groupId>
  <artifactId>testng</artifactId>
  <version>6.14.3</version>
  <scope>test</scope>
</dependency>
```

Як варіант для створення звітності використаємо плагін Surefire:

```
<plugin>
  <groupId>org.apache.maven.plugins</groupId>
  <artifactId>maven-surefire-plugin</artifactId>
  <version>3.0.0-M5</version>
  <configuration>
    <suiteXmlFiles>
      <suiteXmlFile>src/test/resources/${suite}.xml</suiteXmlFile>
    </suiteXmlFiles>
  </configuration>
</plugin>
```

Таким чином наведено основні рекомендації для створення власного фреймворку автоматизованого тестування веб-додатків. Відмітимо, що для використання методів різноманітних перевірок можна додатково

використовувати бібліотеку Hamcrest, а замість бібліотеки TestNG можна застосувати бібліотеку JUnit.

Літературні джерела

1 Фреймворк автоматизованого тестування. [Електронний ресурс]. ГКДЖ http://devopswiki.net/index.php/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F.

2 W3C Working Draft. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.w3.org/TR/webdriver/>.

3 Maven Repository. [Електронний ресурс]. URL: <https://mvnrepository.com/>.

УДК 681.324

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

М. Ю. Чернишов, В. М. Юрчишин

Івано-Франківський університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, 76019, e-mail:pubic@nung.edu.ua

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень – ІСППР ((Intelligent Decision-Maker Support System, iDMSS) – інтерактивна комп’ютерна система, призначена для підтримки прийняття рішень у різних сферах діяльності стосовно слабкоструктурованих і неструктурованих проблем, яка ґрунтується на використанні моделей і процедур з обробки даних та знань на основі технологій штучного інтелекту [1].

Проблеми прийняття рішень у нестандартних або унікальних ситуаціях, які мають місце при управлінні нафтогазовими об’єктами, вимагають використання сучасних інтелектуальних інформаційних технологій. При застосуванні штучного інтелекту для підтримки прийняття рішення в нафтогазовій галузі можна виділити два основних напрямки, які на сьогодні співіснують: 1. Напрямок, який є розвитком класичного розуміння штучного інтелекту для прийняття рішення. 2. Сучасний напрямок, пов’язаний з еволюційним підходом для прийняття рішення [2].

Суттєві зміни в сфері інформаційних технологій привели до появи нового поняття, як видобування знань (knowledge mining) та “управління знаннями” (knowledge management). Розпочався процес пошуку вирішення проблем визначення механізму “трансформації” інформації в знання і використання цього знання як ресурсу прийняття рішень.

Попит на такого роду засоби породив в рамках штучного інтелекту науковий напрямок, головним завданням якого став пошук шляхів забезпечення

використання знань спеціалістів, що мають найвищу кваліфікацію. Потреба в такого роду засобах викликала до життя спектр інформаційних технологій, покликаних допомогти в справі управління виробництвом, торгівлею, кредитною і фінансовою сферами, суспільством в цілому. Найбільш популярними назвами цих технологій є експертні системи. Спільною рисою перерахованих технологій можна назвати те, що усі вони в тій чи іншій формі використовують знання людини-експерта.

За роки розвитку сформувалося чимало типів систем підтримки прийняття рішень (СППР), що відрізняються за різними ознаками – за кількістю, за технічними характеристиками, в залежності від типів даних, з якими ці системи працюють та ін. У зв'язку із цим на сьогодні не існує єдиної загальної класифікації СППР. Необхідно лише виділити загально прийнятий поділ систем на концептуальному рівні: 1) системи, орієнтовані на комунікації (Communication-Driven DSS) підтримують групу користувачів, що працюють над виконанням загальної задачі напрацювання рішень; 2) системи, орієнтовані на документи (Document-Driven DSS) здійснюють пошук і маніпулювання неструктурованою інформацією, заданою в різних форматах. Іноді вони мають назву текстово-орієнтовані СППР; 3) системи, орієнтовані на дані (Data-Driven DSS, Data-oriented DSS) в основному орієнтуються на доступ і маніпуляції з даними з використання баз даних; 4) системи орієнтовані на моделі (ModelDriven DSS) забезпечують використання математичних моделей (статистичних, фінансових, оптимізаційних, імітаційних); 5) системи, орієнтовані на знання (Knowledge-Driven DSS) забезпечують розв'язання задач на основі фактів, правил, процедур з використанням баз знань.

Сучасні інформаційні технології базуються на концепції отримання знань та принципах ІСПП, які дають користувачу допомогу в процесі прийняття рішень. Думка людини та інформація, що генерується комп'ютером, представляє собою єдине ціле для прийняття рішень. При цьому ІСПП підтримує і посилює (але не змінює і не відмінює) міркування та оцінку особи, що приймає рішення. Контроль залишається за людиною.

Найбільш популярним напрямком використання ІСПП є експертні системи. Існує два основні підходи до розробки експертних систем [3]. Один оснований на чітких логіко-математичних принципах і однорідному представленні знань, другий на накопиченні знань в найбільш зручній для користувача формі і їх наступному об'єднанні. Різниця в підходах основана на відмінностях в представленні ступеня структурованості знань в інформаційній системі. Ми надаємо перевагу другому підходу, тобто кристалізації теорії із речину знань.

Літературні джерела

1 Нестеренко О.В., Савченко ОІ., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. / За ред. П.І.Бедюка. – Київ: Національна академія управління. 2016 . 188С.

2 Юрчишин В.М. Перспективи застосування інтелектуальних систем

підтримки прийняття рішень в нафтогазовій галузі // Тези доповіді на XXV-ій Міжнародній науково-практичній конференції “Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку / за ред. І.В. Жукової, Є.О. Романенка. м. Рига (Латвія): ГО «ВАДНД», 07 жовтня 2022 р. С.440-446.

З Юрчишин В.М., Шекета В.І., Формування баз знань для прогнозування нафто-газових колекторів //Розвідка і розробка нафтогазових родовищ.- Івано-Франківськ –1996.-№33.-С.52-55.

УДК 37.091.26:004

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ УНІВЕРСИТЕТІВ

І. І. Мислюк, Т. В. Гуменюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна,
e-mail: iryna.mysliuk-ki211k@nung.edu.ua*

Коли світ сколихнула пандемія коронавірусу це змусило студентів та викладачів адаптуватись до дистанційного навчання. Проте війна у нашій державі принесла нові виклики – руйнування університетів, велика кількість внутрішньо переміщених студентів та викладачів і зокрема велика кількість дітей, які втратили місяці навчання. В умовах війни організація освітнього процесу є доволі важким завданням, але все ж деякі університети звернулись до змішаної форми навчання.

Змішане навчання, це не тільки використання технологій, зміна яких повинна бути зіставлена з культурною парадигмою навчання, яка змінюється та активно впливає на освітній процес, а і використання різноманітних технік, теоретичних обґрунтувань та методик [1].

Два головних аспекти змішаного навчання – теорія повинна замішуватись з практичними навичками; колективна співпраця та зручний єдиний електронний інформаційний простір, що дозволить реалізувати поставлені цілі. Сучасне змішане навчання використовує найрізноманітніші методи, як традиційні, так й інтерактивні, зокрема: лабораторні/практичні, лекційні, комп’ютерні презентації, комп’ютерне навчання і навчання засобами мережі Інтернет. Ці методи можуть використовуватись як окремо, так і в поєднанні один з одним.

У Івано-Франківському національному технічному університеті нафти й газу викладачі вдало поєднують традиційні форми навчання з технологіями системи управління навчанням Moodle. Moodle, як модульне об’єкто-орієнтоване динамічне навчальне середовище — це система керування курсами (CMS), розроблена австралійським учителем Мартіном Дугіамасом на основі теорії соціального конструктивізму. Використовуючи Moodle, викладач може створювати курси, наповнюючи їх вмістом у вигляді текстів, допоміжних файлів, презентацій, опитувальників та ін. За виконання студентами завдань,

викладач може виставляти оцінки і додавати коментарі. Таким чином, Moodle є і осередком акумулювання методичного матеріалу і забезпечення інтерактивної взаємодії між учасниками навчального процесу.

Хоча Moodle представляє певні спільні функції майже в усіх подібних інструментах електронного навчання, він також надає певні параметри плагінів. Як платформа електронного навчання Moodle має:

- блоги;
- чати;
- діяльність з базою даних;
- глосарії;
- системи підтримки, що дозволяють працювати кількома мовами;
- управління контентом;
- регулярне обстеження та оцінка/

Поточні засоби інфраструктури, прийняті Moodle, дозволяють йому підтримувати безліч додаткових опцій, таких як графічні теми та фільтри вмісту, процеси ресстрації та автентифікації, а також шаблони ресурсів і питань.

Будь-яка операційна система, яка підтримує використання PHP, дозволяє використовувати платформу електронного навчання, як-от Moodle, і деякі системи, де Moodle може працювати без будь-яких змін, включають Mac OS X, Windows, Linux, Unix, NetWare тощо.

Використання Moodle для онлайн-викладання та навчання охоплює широкий спектр навчальних закладів. [2]. Бібліографічний аналіз визначив Moodle, як добре налагоджену та передову навчальну платформу для багатьох дисциплін, яка особливо використовується в освіті STEM, та показує зростаючу тенденцію в освітніх дослідженнях Moodle. Тематичний аналіз показує, що Moodle є потужним інструментом, який використовується для підтримки навчання різними способами. Викладачі, і студенти отримують переваги від використання LMS Moodle. Найбільш поширеними інструментами Moodle є «вікторини» та «семінари», а зовнішніми інструментами, які можна легко вбудувати в систему Moodle, є відео, віртуальні тури та електронні портфоліо. Moodle дає можливість окремим викладачам творчо розробляти спеціальні матеріали для студентів. Крім того, Moodle економить час завдяки випадково згенерованим тестам, запитанням із кількома можливими відповідями, автоматизованим системам оцінювання та рубрикам, а також позитивним і мотиваційним автоматичним підсумковим і формувальним зворотним зв'язком. Існують переконливі докази того, що Moodle підвищує залученість студентів, ефективність і задоволення, одночасно підвищуючи гнучкість їхнього навчального середовища. Сфери, у яких спостерігається стрімке зростання досліджень, – це розробка адаптивного контенту та оцінювання, покращення безпеки даних і перевірка користувачів. Незважаючи на останні досягнення в онлайн-викладанні та навчанні, деякі дослідження повідомляють про численні фундаментальні прогалини та недоліки. Moodle економить час завдяки випадково створеним тестам, питанням із кількома можливими відповідями,

автоматизованим системам оцінювання та рубрикам, а також позитивному та мотиваційному автоматичному підсумковому та формульованому зворотному зв'язку.

Також для спільної взаємодії між викладачами та студентами використовують: Google Meet [2. 3], Google Docs, електронну пошту, Viber, Telegram, що є зручним для обговорення та комунікації. Результатом цієї діяльності є встановлений зворотний зв'язок. Оцінки студента визначаються викладачем на підставі захисту – презентації проєктів. З однієї сторони ми одержуємо робочу площадку для розміщення матеріалів, з іншого боку – цінність кожного учасника в рамках цієї площадки встановлюється ним, вірніше тим внеском, який він вносить у спільну справу.

Отже, використання інформаційних систем в навчальному процесі ІФНТУНГ, дозволяє формувати електронні навчальні курси – які і є середовищем для продуктивного спілкування, обміну інформацією і співпраці студентів з метою підвищення ефективності та результативності навчального процесу.

Літературні джерела

1 Теорія та практика змішаного навчання : монографія / В.М. Кухаренко, С.М. Березенська, К.Л. Бугайчук, Н.Ю. Олійник, Т.О. Олійник, О.В. Рибалко, Н.Г. Сиротенко, А.Л. Столяревська; за ред. В.М. Кухаренка – Харків: «Міськдрук», НТУ «ХП», 2016. – 284 с.

2 Gamag, SHPW, Ayres, JR & Behrend, MB. Систематичний огляд тенденцій у використанні Moodle для викладання та навчання. IJ STEM, ред . 9 , 9 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>

3 Гуменюк Т. В., Заячук Я. І. Інтеграція Google Meet в систему дистанційного навчання. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості», м. Івано-Франківськ – 7 жовтня 2021 р. Збірник тез доповідей, С. 178-182.

4 Піндус Н.М., Гуменюк Т.В., Старко І.Ю., Слабінога М.О. Впровадження навчальної платформи Moodle, інтеграція Google Meet та використання пакету хмарного програмного забезпечення G Suite For Education в освітньому процесі ІФНТУНГ. Дев'ята міжнародна науково-практична конференція Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle (17.06.2021 р.).

УДК 004.78:378.633.018.43

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦІОНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Т. О. Староста, В. Б. Кропивницька

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
вул. Карпатська, 15, e-mail: vitalia.krop@gmail.com*

В умовах стрімкої сучасної зміни бачення освіти, коли викладачі іноземних мов шукають нові засоби підвищення інтенсивності процесу формування іншомовної компетенції та навичок мовленнєвої діяльності учнів, інформаційно-комунікативні технології, яскравим прикладом яких виступають технології для реалізації дистанційного навчання, відрізняючись високою мірою інтерактивності, можуть створювати унікальне навчально-виховне середовище для вивчення іноземних мов використовуючи для цього різні методи навчання. Подібний вид навчання є доступним та ефективним.

В роботі було зроблено порівняльний аналіз трьох функціонуючих систем для дистанційного вивчення іноземних мов:

- Memrise [1] – оригінальна платформа для вивчення іноземних мов за допомогою системи карток;
- Loyal Books [2] – бібліотека безкоштовних електронних та аудіокниг різними мовами;
- Tandem [3] – месенджер для вивчення іноземних мов.

Аналіз рішення від Memrise:

Переваги:

- мультизадачний сайт (вивчати можна не тільки мови);
- безкоштовний ресурс;
- красивий та сучасний дизайн;
- простий інтерфейс;
- система для власноручного формування груп (фактично, кожна людина може сформувати собі групу, наприклад з друзів, і займатися спільним вивченням будь-якої предметної області).

Недоліки:

- система є повністю відкритою, в результаті чого, будь-яка людина може створити власний курс, і тоді його ефективність залишається під питанням;
- люди самі повинні шукати собі курси, що є незручно, оскільки їх дуже велике різномайття, і це досить таки сильно заважає ефективному вивченню чого-небудь;
- відсутня допомога та пояснення зі сторони учителя.

Висновок по Memrise: Memrise є красивим та мультизадачним ресурсом для вивчення різних предметів, проте, через відсутність певних планів, літератури, учителів та допомоги від них, цей ресурс є дуже вузько направленим.

Аналіз рішення від Loyal Books:

Переваги:

- мультизадачний сайт (є книжки багатьох напрямів та на різних мовах);

- безкоштовний ресурс;
- простий інтерфейс.

Недоліки:

- застарілий дизайн;
- самостійний пошук навчального матеріалу, що призводить до витрати додаткового часу;
- самонавчання без яких-небудь напрямів, планів і т.д.;
- відсутня допомога та пояснення зі сторони учителя.

Висновок по Loyal Books: Loyal Books є дуже широкою базою різного роду літератури, в якій можна знайти щось цікаве, та прочитати це на оригінальній мові, проте, якщо людина не знайома з цією мовою, то це стає скоріш даремною тратою часу ніж навчанням.

Аналіз рішення від Tandem.

Переваги:

- безкоштовний ресурс;
- красивий та сучасний дизайн;
- креативний підхід до вивчення (в вигляді чату для спілкування);
- живе спілкування;
- простий інтерфейс.

Недоліки:

- даний формат вивчення підходить далеко не всім, оскільки допускається, що людина уже певним чином знайома з мовою;
- немає конкретного плану вивчення, задач, проєктів і тому подібного.

Висновок по Tandem: Tandem є дійсно унікальним, креативним та красивим ресурсом для вивчення іноземних мов, але він є досить важкий для людей, які тільки почали вивчати певну мову, відповідно, він є дуже вузько направленим.

Переважна більшість сучасних ресурсів для дистанційного вивчення іноземних мов побудована з врахуванням сучасних тенденцій про дизайн та простоту інтерфейсу. У ресурсів наявні досить креативні напрямки по вивченню іноземних мов, проте вони підходять далеко не всім бажаним і іноді вимагають певної бази початкових знань. У всіх цих ресурсів відсутня така складова частина як викладач, тому вивчення мов відбувається абсолютно безконтрольно та без будь-яких планів.

Літературні джерела

1 Memrise: An original platform for learning foreign languages using a card system. URL: <https://www.memrise.com/> (дата звернення 2.03.2022)

2 LoyalBooks: Library of free e-books and audiobooks in different languages. URL: <http://www.loyalbooks.com/> (дата звернення 2.03.2022)

3 Tandem: Messenger for learning foreign languages. URL: <https://www.tandem.net/> (дата звернення 2.03.2022)

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ**

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ

Н. І. Горват, Я. І. Заячук

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua

Для оцінювання ефективності багатопроцесорної системи можна скористатися законом Амдала (Gene Amdahl) [1]. Він пов'язує прискорення обчислень при розпаралелюванні з часткою операцій, що виконуються апріорі послідовно. Нехай f ($0 < f < 1$) – частка операцій алгоритму, яку розпаралелювати неможливо, тоді розпаралелювальна частка дорівнює $(1 - f)$. Припустимо, що t_s – час виконання алгоритму на одному процесорі (послідовний варіант), а n – кількість процесорів паралельної обчислювальної системи. При перенесенні алгоритму розв'язку необхідної задачі на паралельну обчислювальну систему час розрахунку розподілиться таким чином:

– $f \cdot t_s$ – час виконання частки алгоритму, яку розпаралелювати не можливо;
– $(1-f) \cdot t_s / n$ – час, витрачений на виконання розпаралелюваної частки алгоритму.

Тоді час t_p , необхідний для розрахунку на паралельній обчислювальній системі з використанням кількості процесорів n , буде визначатись таким чином:

$$t_p = f \cdot t_s + (1-f) \cdot t_s / n. \quad (1)$$

При цьому скорочення часу розрахунку можна визначити за виразом:

$$S \leq \frac{t_s}{t_p}. \quad (2)$$

Зважаючи на співвідношення (1), значення величини S можна записати в такому вигляді:

$$S \leq \frac{t_s}{f \cdot t_s + (1-f) \cdot t_s / n} = \frac{1}{f + \frac{1-f}{n}}. \quad (3)$$

Співвідношення (3) і є формулою Амдала.

Реалізуючи операцію граничного переходу при необмеженому збільшенні числа процесорів n , отримують, що

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S(f, n) = \frac{1}{f}. \quad (4)$$

Варто відмітити, що формули (3) і (4) є справедливими як для *SMP*-, так і для *MPP*-систем. Для *SMP* частку непаралельного коду утворюють тільки ті оператори, виконання яких залежить від головної нитки програми. Для *MPP*-систем непаралельна частина коду утворюється за рахунок операторів, виконання яких дублюється всіма процесорами. Оцінити цю величину з аналізу тексту програми практично неможливо. Отже, оцінку можуть дати тільки реальні розрахунки із залученням різної кількості процесорів. Саме цю

обставину і необхідно брати до уваги в практичному аналізі ефективності багатопроцесорних систем.

Аналіз виразів (3) і (4) показує, що тільки мала частка послідовних операцій ($f \ll 1$) дають змогу досягти значного (не більше ніж в n разів) прискорення обчислень. Із (3) випливає, що p -кратне прискорення може бути досягнуте лише, коли частка непаралельного коду дорівнює 0. Очевидно, що домогтися цього практично неможливо. Наприклад, у разі, коли $f=0,5$, то застосування будь-якої кількості процесорів (навіть нескінченно великої) не створить можливості, щоб величина S була більшою за $2!$. Підкреслимо, що ці обмеження носять фундаментальний характер (їх не можна обійти для заданого алгоритму). Разом з тим, практичне визначення частки f послідовних операцій у апріорі зазвичай неможливе. Таким чином, якісні характеристики самого алгоритму накладають обмеження на можливе прискорення обчислень при розпаралелюванні. Наприклад, характерні для інженерних розрахунків алгоритми за послідовними формулами розпаралелюються погано (тобто, частка f значуща). Але алгоритми, які зводяться до задач лінійної алгебри, розпаралелюються задовільно (операції з матрицями – множення, перетворення, знаходження власних значень, розв'язування СЛАР і под.).

Закон Амдала визначає принципово важливі для паралельних обчислень положення:

1. Прискорення обчислень (4) залежить як від потенційного паралелізму задачі (величина $1-f$), так і від параметрів апаратури (числа процесорів n).

2. Граничне прискорення обчислень визначається властивостями задачі. Якщо $f=0,2$ (відповідає реальному значенню), тоді прискорення обчислень не може перевищувати 5 при застосуванні будь-якої кількості процесорів, тобто максимальне прискорення визначається потенційним паралелізмом задачі. Очевидною виявляється надзвичайно висока чутливість прискорення до зміни величини f .

Оцінити наперед частку послідовних операцій f складно (самі поняття “послідовних” і “паралельних” операцій формалізується важко та не мають однозначних тлумачень). Разом з тим в практичному застосуванні можна спробувати формально використати закон Амдала для розв'язку оберненої задачі – визначення величини f за експериментальними даними продуктивності. Це дає можливість кількісно оцінити досягнуту ефективність розпаралелювання.

Літературні джерела

1 Ткач М. О. Удосконалення структури та підвищення продуктивності багатопроцесорних систем із застосуванням розподіленої області обчислень: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.13.05 «Комп'ютерні системи та компоненти». Дніпропетровск, 2016. 150 с.

УДК 681.5

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПЕЧІ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

М. І. Козуляк, Р. М. Пиц

Інститут інформаційних технологій, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019; тел. (03422)4-60-67, e-mail: kafatr@ukr.net

Для покращення властивостей та структури металевих виробів необхідна термічна обробка, яка досить часто виконується термічних цехах у муфельних печах з електричним підігрівом. Створення математичної моделі печі термічної обробки невеликих заготовок доцільно провести за результатами активного експерименту для отримання точніших характеристик, які описують температурне поле в ній. Принципова схема досліджуваної установки показана на рис. 1.

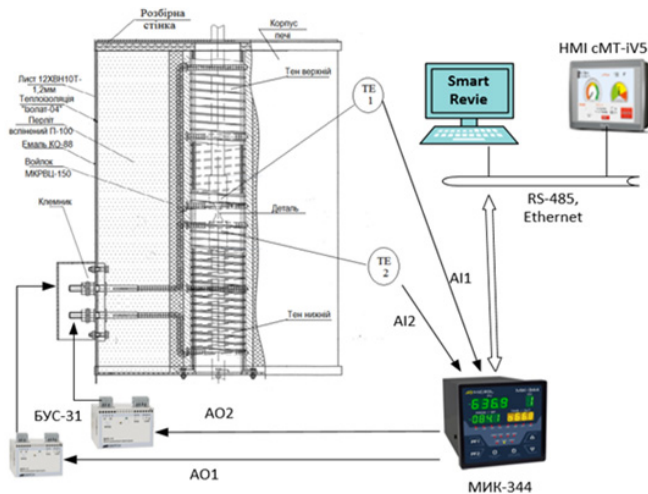


Рисунок 1 - Принципова схема муфельної печі та обладнання для проведення активного експерименту

Камерна піч термонагріву металевих заготовок шахтного типу має два тени (нижній та верхній) намотані ніхромовим проводом. Температура у місцях контролю (ТЕ п. 1 і 2) на заготовці вимірюється термопарами ТПП.

Результати вимірювань температур фіксувались за допомогою експериментального двоканального програмного регулятора температури МИК-344 (виробництва ТОВ Мікрол). Регулятор необхідно перевести в ручний режим і з його передньої панелі чи з панелі оператора НМІ стрибкоподібно змінювали потужність нагріву відповідного тена через симісторний підсилювач БУС-31 з число-імпульсним керуванням. Архівування трендів температур можна реалізувати як в НМІ так і комп'ютері через інтерфейс RS485/ Ethernet.

Муфельна піч з точки зору автоматизації представляє собою об’єкт з двома входами і виходами (рис.2). Оскільки в процесі термообробки важливо підтримувати стабільне температурне поле в контрольних точках металевого виробу (розбіжність температури по довжині виробу менше за 1°C) для отримання необхідних характеристик металу, тому необхідно задіяти у нагріві обидва тенни. В результаті отримуємо об’єкт з перехресними зв’язками, що суттєво ускладнює роботу АСК. Для синтезу ефективних систем регулювання необхідно провести ретельні експерименти для встановлення адекватних динамічних характеристик основних та перехресних каналів. Керувальними входами U1 та U2 є відносне значення потужності у відсотках, яку споживає кожний тен в процесі нагріву.

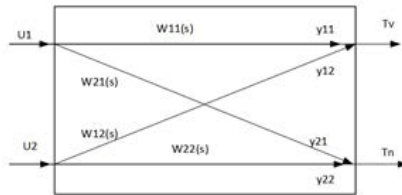


Рисунок 2 – Структура термопечі як об’єкта автоматизації

За результатами активного експерименту встановлено динамічні властивості по всіх каналах об’єкта керування. На рис.3 представлені результати ідентифікації каналу U1→Tv. Передавальна функція, яка описує його динаміку

$$W_{11}(s) = \frac{0.0003253s + 4.751e-08}{s^2 + 0.0003792s + 1.721e-08}$$

Відповідність даних оцінці (Fit to estimation data) - 98.85%, а середньоквадратичне відхилення MSE= 1.404.

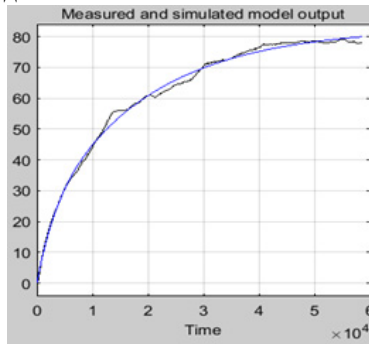


Рисунок 3 – Результати ідентифікації W11(s) за результатами U2=40%, U1=0.730%

Отримані передавальні функції з достатньою для практики точністю описують динаміку окремих каналів об’єкта і можуть бути основою імітаційної моделі досліджуваної муфельної печі. Розгінні характеристики по основних каналах регулювання з врахуванням перехресних впливів, за результатами

імітаційного моделювання, показують адекватність поведінки моделі та добре співпадіння з реальними температурними режимами промислової установки, тому синтезовану імітаційну модель муфельної печі термообробки можна використовувати при розробленні АСК процесом термообробки.

Літературні джерела

1 Будник А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник. –Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 212 с. ISBN 978-966-657-185-7.

УДК 681.5.015

МОДЕЛЬ РОЗПІЗНАВАННЯ УСКЛАДНЕНЬ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ

М. В. Шавранський, І. І. Кустрин

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул.Карпатська, 15; m.shavranskyu@gmail.com*

Автоматизація та управління технологічними процесами та виробництвами в даний час переходить на новий рівень – з категорії автоматизованих систем управління (АСУ) до категорії інтелектуальних та інтелектуалізованих систем управління (ІСУ). Такі системи оперативно адаптуються до об'єкту управління, тобто розпізнають зміни у ньому, оперативно виробляють коригувальні керуючі впливу та підтримують об'єкт у заданому оптимальному режимі автоматично або за допомогою ОПР – особи, яка приймає рішення (інтелектуальні системи не вимагають участі ОПР). Розробка "розумних" систем заснована на математичному, інформаційному та алгоритмічному забезпеченні, тому потрібна розробка нових принципів управління, методології дослідження та проектування, алгоритмізація, оптимізація та імітаційне моделювання функціонування інтелектуалізованих та автоматизованих систем у нафтогазовій промисловості.

Важливу роль в управлінні будівництвом свердловин відіграють нові, досконаліші моделі, що враховують більшу кількість параметрів управління, а також структурні рішення людино-машинних систем, призначених для автоматизації та оптимізації буріння, інтелектуальної підтримки процесів управління та необхідної обробки даних в АСУ бурового підприємства.

Комплексний аналіз вибійних та гирлових параметрів процесу буріння нафтогазових свердловин забезпечує раннє виявлення та діагностику більшості ускладнень технологічного процесу буріння, пов'язаних із проникненням у стовбур свердловини пластових флюїдів та порушенням цілісності стінок свердловини, а також з несправностями наземного та свердловинного обладнання. Раннє розпізнавання ускладнень дозволяє своєчасно вжити превентивних заходів для їх попередження, що суттєво знижує час ліквідації ускладнень та ймовірність їх переростання в аварію [1].

Для розпізнавання ускладнень під час виконання рейсу розроблено модель та алгоритм оперативного аналізу контрольованих параметрів [2]. Розпізнавання проводиться як за значеннями параметрів, так і за швидкостями

зміни моменту на долоті, тиску в стояку, механічної швидкості проходки та об'єму розчину в ємностях, яким поставлені у відповідність константи, що умовно розмежовують зміну швидкості параметрів на "поступове" і "різке" збільшення або зменшення її значення. Ці константи визначаються досвідченим шляхом.

Модель оперативного розпізнавання ускладнень має такий вигляд [3]:

$$Q_k > Q \quad (1)$$

$$G > G_\delta \quad (2)$$

$$H > H_\delta \quad (3)$$

$$0 < V < \frac{\pi}{4} (d_c^2 - d_n^2) \left(L - \frac{P_{nz}}{\rho} \right) \quad (4)$$

$$\frac{dM}{dt} = f(C_{1m}, C_{2m}) \quad (5)$$

$$\frac{dP}{dt} = f(C_{1p}, C_{2p}) \quad (6)$$

$$\frac{dv}{dt} = f(C_{1v}, C_{2v}) \quad (7)$$

$$\frac{dV}{dt} = f(C_{1v}, C_{2v}) \quad (8)$$

$$\frac{dt^0}{dt} = f(C_{1t^0}, C_{2t^0}) \quad (9)$$

де: G, H – вміст газу та нафти в розчині; G_δ, H_δ – допустимий вміст газу та нафти у розчині; C_{1i}, C_{2i} - константи, що відповідають "поступовому" (C_{1i}) та "різкому" (C_{2i}) зміні величини i , де i означає параметри M, P, U, V, t^0 .

У моделі нерівності від (1) до (3) служать для розпізнавання проявів щодо витрати на виході більшої витрати на вході в свердловину, за наявності на виході газу, нафти більших, ніж допустимі значення, щодо збільшення обсягу V в ємностях менше допустимого при тиску на забої більше пластового. Рівняння від (5) до (9) дозволяють розпізнавати прихвати, поглинання, прояви, гідророзриви пластів, несправності насосів та ін. за швидкістю зміни гирлових параметрів: моменту на долоті, тиску в свердловині, механічній швидкості буріння, об'єму розчину в ємностях та температури розчину на виході t^0 .

Літературні джерела

1 Басарьгин, Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин : учебник / Ю.М. Басарьгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. – М. : Недра, 2000. – 678 с.

2 Цуприков, А.А. Алгоритм оперативного распознавания возможных осложнений ТП бурения по изменению устьевых параметров и показателей / А.А. Цуприков. –М., 1979. –5 с. Деп. в ВИНТИ 11.09.79, №10-79.

3 Цуприков, А.А. Технологии оптимального управления процессом бурения / А.А. Цуприков // Коллективная монография Моделирование развития информационно-телекоммуникационных систем; под ред. А.В. Бабкина. – СПб. : изд Синтез Бук, 2009.– С. 78-112.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ СЕПАРАЦІЇ

Г. Д. Матейк, Р. О. Мандрик

ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,

При побудові детермінованої моделі процесів, що відбуваються в установках промислової підготовки газу і газового конденсату, використовують аналітичні методи дослідження, основані на знанні основних закономірностей газогідродинамічних явищ, які протікають з високими швидкостями при високих температурах і тисках в багатофазних системах.

Після проходження потоком природного газу сепаратора першого ступеня і дроселюючого пристрою змінюються умови фазової рівноваги і в результаті переходу частини компонентів газової фази в рідку утворюється додаткова кількість рідини в низькотемпературному сепараторі (рис. 1) [1]:

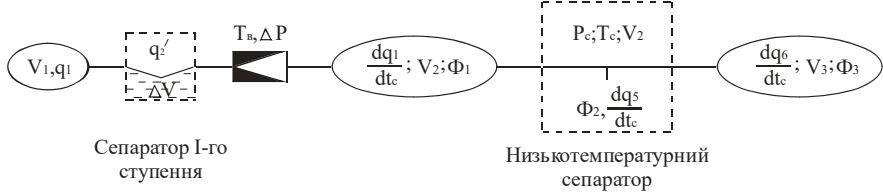


Рисунок 1 – Функціональна схема процесу низькотемпературної сепарації

Враховуючи, що склад газової суміші, що надходить на установку відомий, визначаємо молярний вміст i -го компонента вуглеводнів в рідкій фазі:

$$X_i = \frac{X_{0i}}{k_i - (k_i - 1)L}, \quad (1)$$

де X_i, X_{0i} – молярні долі i -го компонента відповідно у рідкій фазі і в газовій суміші до початку зміни його параметрів; k_i – константа рівноваги i -го компонента в умовах рівноваги; L – молярна доля рідкої фази.

Математичний опис процесу низькотемпературної сепарації природного газу складається із рівнянь, що описують фазові співвідношення у системі сепарації, матеріальних і теплових балансів в динаміки, і представляються у вигляді [1]:

$$\frac{dq_1}{dt_c} = \frac{c_1}{V_2} + \frac{GZ_2}{Z_1 - Z_2} + \frac{\sum_{i=1}^n \frac{X_{0i} NLM_i}{k_i - (k_i - 1)L}}{V_1}; \quad k_i = f(P_c, T_c, X_1, \dots, X_i, \dots, X_n);$$

$$\frac{dq_5}{dt_c} = \frac{1}{V_2} \left(\sum_{i=1}^n \frac{X_{0i} NLM_i}{k_i - (k_i - 1)L} + \Delta C \right) - \frac{GZ_2}{Z_1 - Z_2}; \quad \frac{dq_6}{dt_c} = \frac{V_2}{V_3} \left(\frac{dq_1}{dt_c} - \frac{dq_6}{dt_c} \right);$$

$$\frac{dT_o}{dt_c} = \frac{dT_c}{dt_c} - \frac{\mu_o}{dt_c} \Delta P; \quad \frac{dT_c}{dt_c} = \frac{dT_1}{dt_c} - \frac{dT_2}{dt_c} - \frac{0,5\alpha_7 F_c}{C_c \rho_c V_2} \cdot \frac{d(T_1 + T_2 - 2T_3)}{dt_c}.$$

Блок – схема математичної моделі процесу низькотемпературної сепарації наведена на рисунку 1.

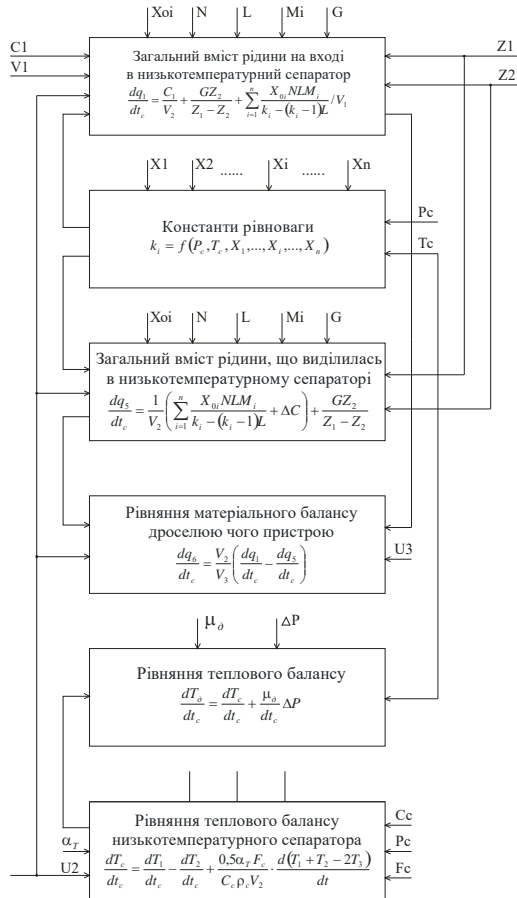


Рисунок 2 – Блок–схема математичної моделі процесу низькотемпературної сепарації

Отже, основу математичного опису процесу низькотемпературної сепарації складають рівняння, що описують фазові співвідношення у системі сепарації природного газу, матеріального і теплового балансів.

Літературні джерела

1 Горбійчук М.І. Моделювання об'єктів і систем керування в нафтовій і газовій промисловості. Ч.ІІ / М.І.Горбійчук. – Івано-Франківськ: Факел. – 1999. – 226с.

2 Семенцов Г.Н. Моделювання та ідентифікація процесу буріння для задач оптимізації управління [Текст] / Г.Н.Семенцов, О.В.Гутак. – Одеса: Купrienko С.В. – 2014. – 295 с. – 300 прим. – ISBN 978-966-2769-43-2.

ЦИФРОВА МОДЕЛЬ СЕПАРАТОРА НАФТИ

М. І. Козуляк, Р. В. Саведчук

Інститут інформаційних технологій, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019; тел. (03422)4-60-67, e-mail: kafatr@ukr.net

Метою роботи є розроблення цифрової моделі сепаратора нафти придатної для реалізації цифрового двійника навчального стенду для налагодження програмного забезпечення PLC в складі системи керування складним об’єктом.

За основу взята модель двоступеневої сепараційної установки нафти приведеної в роботі [1]. За результатами виконаних там аналітичних досліджень отримана нелінійна математична модель для обох ступенів сепарації, проведена її лінеаризація в околі робочого режиму і отримані передавальні функції по всіх каналах управління. На рис.1 приведена структурна схема сепаратора першої ступені як об’єкта автоматизації.

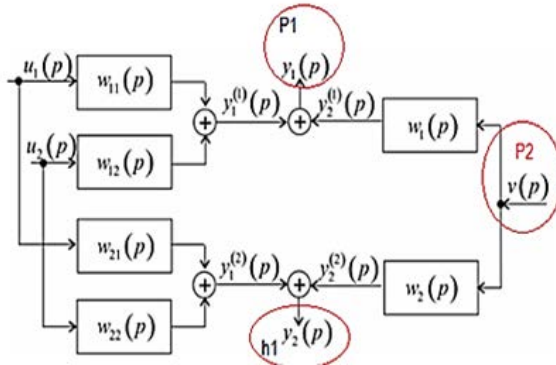


Рисунок 1 - Структурна схема першої ступені сепараційної установки

Входами керування є u_1 та u_2 - відповідно сигнали для управління клапанами на лінії відводу газу, що виділився в сепараторі та відводу нафти до другого ступеня сепарації. Виходами моделі є відповідно тиск P_1 та рівень h_1 в сепараторі нафти. Збурення в систему привносить тиск P_2 , який підтримує матеріальний баланс газової фази у другій ступені сепараційної установки.

Динамічні властивості каналів регулювання описуються передавальними функціями:

$$\begin{aligned}
 w_{11}(p) &= \frac{-0.02274p - 4.845 \cdot 10^{-7}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}; & w_{12}(p) &= \frac{-0.1944p + 1.316 \cdot 10^{-6}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}; \\
 w_{21}(p) &= \frac{1.067 \cdot 10^{-6}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}; & w_{22}(p) &= \frac{-0.1428p - 4.0513 \cdot 10^{-7}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}; \\
 w_1(p) &= \frac{-0.0003907p - 3.651 \cdot 10^{-7}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}; & w_2(p) &= \frac{-0.0002871p - 4.077 \cdot 10^{-7}}{p^2 + 0.00103p + 3.756 \cdot 10^{-7}}.
 \end{aligned}$$

Далі виконуємо перехід від неперервної форми представлення моделі до дискретної форми [2] по степенях z^{-1} . Час дискретизації 1с.

$$w_{11}(z) = \frac{-0.2273z^{-1} + 0.02273z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}}; \quad w_{12}(z) = \frac{-0.1943z^{-1} + 0.1943z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}};$$

$$w_{21}(z) = \frac{5.333 \cdot 10^{-7}z^{-1} + 5.331 \cdot 10^{-7}z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}}; \quad w_{22}(z) = \frac{-0.1427z^{-1} + 0.1427z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}};$$

$$w_1(z) = \frac{0.0003906z^{-1} - 0.0003903z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}}; \quad w_2(z) = \frac{0.0002868z^{-1} + 0.0002872z^{-2}}{1 - 1.999z^{-1} + 0.999z^{-2}}.$$

Наступний етап дозволяє отримати програмовані функції після переходу від дискретної форми моделі до різницевих рівнянь [2]. В результаті отримаємо наступні залежності:

-для основних каналів регулювання

$$y_{11}[n] = -0.2273u_1[n-1] + 0.02273u_1[n-2] + 1.999y_{11}[n-1] - 0.999y_{11}[n-2];$$

$$y_{12}[n] = -0.1943u_2[n-1] + 0.1943u_2[n-2] + 1.999y_{12}[n-1] - 0.999y_{12}[n-2];$$

$$y_{21}[n] = 5.333 \cdot 10^{-7}u_1[n-1] + 5.331 \cdot 10^{-7}u_1[n-2] + 1.999y_{21}[n-1] - 0.999y_{21}[n-2];$$

$$y_{22}[n] = -0.1427u_2[n-1] + 0.1427u_2[n-2] + 1.999y_{22}[n-1] - 0.999y_{22}[n-2].$$

- для каналів за збуренням

$$y_{1v}[n] = 0.0003906v[n-1] - 0.0003903v[n-2] + 1.999y_{1v}[n-1] - 0.999y_{1v}[n-2];$$

$$y_{2v}[n] = 0.0002868v[n-1] + 0.0002872v[n-2] + 1.999y_{2v}[n-1] - 0.999y_{2v}[n-2].$$

У відповідності до структурної схеми (рис.1) результуючі рівні сигналів на виході моделі будуть такими:

$$y_1[n] = y_{11}[n] + y_{12}[n] + y_{1v}[n] \quad ; \quad y_2[n] = y_{22}[n] + y_{21}[n] + y_{2v}[n].$$

Отримані програмовані функції є аналогом неперервного представлення моделі та в повній мірі відтворюють динаміку об'єкта керування. Ці залежності можна запрограмувати мовою С на отримати об'єктний код для прошивки мікроконтролера цифрового двійника.

Літературні джерела

1 Поварчук Д. Д. Автоматичне керування процесом двоступеневого сепаратора нафти (вдосконалення методів оптимізації) технічних процесів в умовах невизначеності) : дис. канд. техн. наук : 05.13.07. Івано-Франківськ, 2018.

2 Когутяк М.І., Кучак М.М., Майкович Є.П. Прикладні аспекти створення цифрових двійників об'єктів на мікроконтролерах/Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів, ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, 7 жовтня, 2021р.-с.50-51.

**ВИЗНАЧЕННЯ НАЙКОРОТШОГО МАРШРУТУ ДЛЯ РОБОТА НА
РУХОМІЙ КОЛІСНІЙ ПЛАТФОРМІ***С. Р. Бухвак, Я. І. Заячук**ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019,
y.zaiachuk@nung.edu.ua*

Побудова маршруту руху до цілі є важливим завданням в робототехніці. Мета – побудувати маршрут, який дасть змогу оминати перешкоди при мінімальній вазі цього маршруту, зокрема, найчастіше потрібно мінімізувати такі параметри, як довжина шляху, час, кількість ресурсів, які необхідно витратити на його проходження. Також часто ставляться і додаткові вимоги, такі як рух якомога далі від перешкод тощо.

Типовий алгоритм вирішення цієї задачі – це алгоритм Дейкстри. Алгоритм Дейкстри гарантує знаходження найкоротшого шляху [1], якщо такий існує, але, з іншого боку, він є доволі повільним. Його модифікацією є алгоритм A^* , який вводить додаткову евристичну функцію, що дозволяє керувати напрямом пошуку шляху і, таким чином, значно скоротити час на цей пошук.

Зазначені вище алгоритми легко застосувати для голономних роботів і рухомих платформ. Голономна рухома платформа – це така, яка може миттєво рухатись в будь-якому напрямку. У випадку неголономних рухомих платформ, таких як чотириколісна машиноподібна платформа, яка і є основним предметом досліджень, побудова шляху значно ускладнюється, оскільки маршрути, визначені за допомогою алгоритмів Дейкстри або A^* передбачають, що об'єкт може рухатись в будь-якому напрямку. При цьому, для неголономних платформ часто ставиться завдання не тільки дістатися до зазначеної точки, а також зупинитись в ній з заданою орієнтацією (припаркуватися). Тому для таких випадку потрібно використовувати алгоритми, які здатні враховувати кінематику руху робота. До таких алгоритмів відносяться RRT (Rapidly Exploring Random Trees).

У випадку відсутності перешкод, для чотириколісної рухомої платформи з паралельним рульовим керуванням, найкоротший шлях можна знайти, використовуючи криві Дубінса (коли можливий тільки рух вперед і повороти), або криві Рідса-Шеппа (коли також можливий і рух назад).

Основними недоліками таких алгоритмів як RRT, а також кривих Дубінса і Рідса-Шеппа є те, що вони є значно складніші з обчислювальної точки зору в порівнянні з A^* і модифікаціями.

В роботі [1] запропонована спроба поєднати ці алгоритми, щоб спочатку шлях прокладався за допомогою більш швидкого алгоритму, який не враховує кінематику рухомої платформи, а вже потім – модифікувати цей шлях, щоб він став можливим для виконання неголономними платформами.

В алгоритмі A^* послідовно вибираються вершини для прокладення шляху, поки не буде досягнута цільова вершина. В більшості випадків, завдяки

використанню евристичної функції значно скорочується кількість вершин, які необхідно розглянути, в порівнянні з алгоритмом Дейкстри (рис. 1).

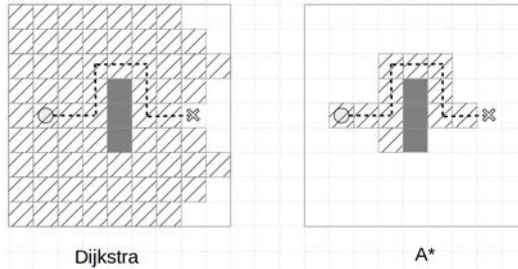


Рисунок 1 - Порівняння роботи алгоритмів Дейкстри та A*

Алгоритм A* дуже добре себе проявляє в задачах, у яких використовується манхеттенська відстань. Це підходить для багатьох комп'ютерних ігор і для тих випадків, коли рухомий об'єкт, для якого потрібно прокласти шлях, може рухатись тільки в чотирьох напрямках: вперед, назад, ліворуч і праворуч. Але реальні рухомі роботи часто можуть рухатись під різним кутом (рис. 2).

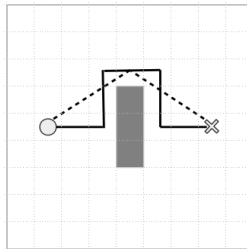


Рисунок 2 – Маршрут згідно алгоритму A*

Суцільною лінією позначений шлях, прокладений за допомогою алгоритму A*, пунктирною – шлях, який є значно коротшим при вимірюванні за допомогою евклідової відстані.

Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є використання евристичної функції, яка ґрунтується на евклідовій відстані і введення можливості діагональних рухів. Але побудова таких алгоритмів є доволі складною задачею, оскільки A* в загальному випадку не гарантує побудову траєкторії, яка після згладжування буде близькою до оптимальної при використанні евклідової відстані.

Літературні джерела

1 Михалько В. Г. Алгоритми та математичні моделі рухомої платформи: Дипломна робота зі спеціальності 7.05010103 «Системне проектування». Київ, 2016. 88 с.

УДК: 681.5

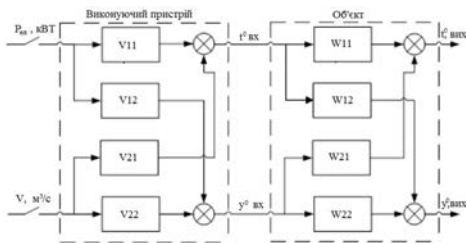
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗЕРНОСУШИЛЬНОГО АГРЕГАТУ

В. В. Кобрій, М. І. Козуляк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, kobrii.volodymyr@gmail.com

Одним із найважливіших етапів у аграрній справі в Україні та у світі є потреба в створенні та розробці високоефективної зерносушильної техніки, яка б забезпечувала мінімальні витрати енергії та високу схожість насіннєвого матеріалу.

Регулювання температури повітря, у камері згорання зернових сушарок, є найважливішим фактором усього процесу сушіння зерна [1, с. 53]. Важливо дотримуватися правильної технології сушіння, що є неможливим без автоматизації установки. Найвища схожість насіння зернових культур і яка відповідає нормативним вимогам до насіннєвого зерна – це температура теплоносія – 50°C. Графік отримано в результаті експериментальних вимірювань.



а)



б)

Рисунок 1 - Структурна (а) і принципова (б) схеми зерносушарки

На рис. 1а зображено загальну структуру установки для сушіння зерна. Функції V11, V12, V21, V22 та W11, W12, W21, W22 – це передавальні функції усього комплексу.

На рис.1б схематично зображено принцип роботи зерносушильної установки. Позначення означає вхідну температуру сушильного агента, а – температуру зерна, яке виділяє вологу.

Для отримання динамічних характеристик виконаємо ідентифікацію об'єкта керування на основі реальних даних. Для цього використовувалися ділянки усталених значень приростів відповідних вхідних та вихідних змінних за умови ступінчатої зміни одного з вхідних впливів, а саме потужність нагрівача.

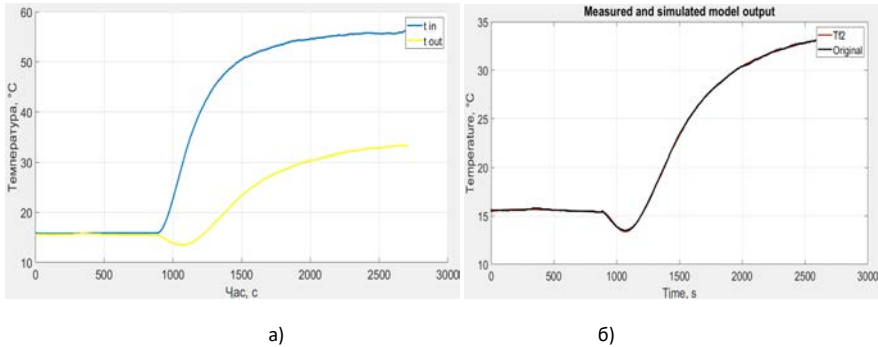


Рисунок 2 – Графіки імпортованих масивів даних а); б) – отриманий оптимальний опис динаміки каналу W11(s)

На рис.2б зображено оригінальний граф температури (Original) та граф симуляції (Tf2). Відповідність оцінючим даним дорівнює 98,99 %.

Виведемо графік помилок моделювання передавальної функції (рис 3). Абсолютна похибка в градусах у діапазоні [-0,25; 0.25], а середньоквадратичне відхилення складає MSE=0,005678.

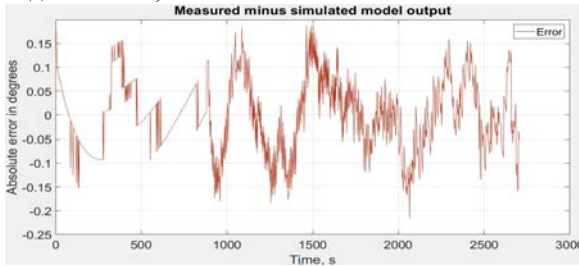


Рисунок 3 – Графік похибки апроксимації

Знайдена передавальна функція об’єкта керування :

$$T(s) = w11(s) = \frac{-199 \cdot s^2 + 1.059 \cdot s + 0.0003691}{s^3 + 601.1 \cdot s^2 + 2.716 \cdot s + 0.0005179}$$

Аналогічно отримані передавальні функції $w_{12}(s), w_{22}(s), w_{21}(s)$. За результатами роботи розроблена автономна система керування температурним режимом в сушильній установці та синтезований відповідний коректор.

Літературні джерела

1 Опалко В., Гузь М., Марченко В. Способи та технологія сушіння зерна різних культур : бібліографія. Agroexpert. 2017. № 5. С. 52-55. URL: <https://agroexpert.ua/sposoby-ta-tekhnohohiia-sushinnia-zerna-riznykh-kultur/>.

2 Захарченко Р.В. Аналіз режимів сушки на основі математичної моделі // Системи управління, навігації та зв’язку. Збірник наукових праць /Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. – 2015. – Випуск 3(35). – С. 83 – 84.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОНТУРУ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ

В. С. Борин, к.т.н.; О.Р. Андрусак

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел.(03422)48003, Україна, e-mail:borynvs@ukr.net

Інформаційні технології активно входять у сучасне життя, в тому числі в організацію виробничого процесу, діяльність якого неможлива без відповідної системи управління. Динамічність сучасної господарської діяльності вимагає обдуманого підходу до організації системи управління, підвищення ефективності якого можна досягти при своєчасному і раціональному використанні системи інформаційних технологій [1].

Об'єктом дослідження даної роботи є інформаційні технології. Метою створення програмного алгоритму для імітаційного моделювання роботи контуру регулювання є отримання необхідних знань та вмінь по дослідженні процесів регулювання, властивості яких не можуть бути визначені інакше, ніж за допомогою імітаційного моделювання. Використання даного прикладного програмного пакету для імітаційного моделювання контуру регулювання температури у технологічного апарата дозволяє наочно оцінити можливості роботи контуру регулювання при відповідних значеннях налаштування для автоматичного регулятора параметрів *Kreg* та *Ti*. Значення оцінок якості динаміки регулювання параметру на виході технологічного апарату визначаються через інтегральний показник, а також за допомогою розрахунків значень перерегулювання параметру технологічного апарату.

Алгоритм програмного пакету для імітаційного моделювання роботи контуру регулювання автоматичного регулятора дозволяє змоделювати і візуально спостерігати процес регулювання температури на виході технологічного апарату та зробити і зафіксувати оцінки якості отриманих результатів. В даний час інформативні технологічні процеси розглядаються так само як двигун з метою оптимізації бізнес-процесів компанії на базі наскрізної автоматизації елементів їх бізнес- функцій. Інформаційні технологічні процеси стають провіантом здійснення на ринку, який передбачає собою помість розрахунково-аналітичної роботи та специфічних послуг установам з метою автоматизації управління.

На сьогоднішній день є велика кількість програмних засобів з метою автоматизації того або іншого виробничого процесу, як загальних, так і спеціалізованих (галузевих). Залежно від потреб, фірма підбирає програмний продукт і інтегрує його в концепцію управління. Компанія може підібрати єдиний або галузевий програмний продукт, а крім того створити особистий. Підбір залежить від специфіки використання і ціни продукту.

Таким чином, сучасна організація представляє суб'єкт, життєвий процес якого підтримується єдиним комплексом інформативних технологій.

В якості мови програмування обрано *C#* - об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи *.NET*. Розроблена Андерсом Гейлсбергом, Скотом Вілтамумом та Пітером Гольде під егідою *Microsoft Research* (при фірмі *Microsoft*).

Синтаксис *C#* близький до *C++* і *Java*. Мова має строгу статичну типізацію, підтримує поліморфізм, переваження операторів, вказівники на функцій-члени класів, атрибути, події, властивості, винятки, коментарі у форматі XML. Перейнявши багато що від своїх попередників — мов *C++*, *Delphi*, Модуля і *Smalltalk* — *C#*, спираючись на практику їхнього використання, виключає деякі моделі, що зарекомендували себе як проблематичні при розробці програмних систем, наприклад множинне спадкування класів (на відміну від *C++*) [1].

Таблиця 1 – Опис ідеї застосування інформаційних технологій

Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Моніторинг роботи контуру регулювання температури кип'ятильника та дефлегматора	Оперативний доступ до інформації
Візуальне спостереження за станом роботи апарата: кип'ятильника та дефлегматора	Швидке реагування на проблеми та можливість екстреної зупинки
Можливість оцінити роботу регулятора МІК-21	Автоматична звітність в декілька кліків
Динамічне виведення значень вихідного параметру, сигналу керування з регулятора	Оперативність в вирішуванні екстрених питань

Літературні джерела

1 Мова програмування *C#* (Сі-шарп) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://damp.biz/mova-programuvannya-c-si-sharp-entsiklopediya/>.

УДК 004.94

АНАЛІЗ ІНТЕРФЕЙСІВ ПРОГРАМ ДЛЯ ЧИТАННЯ КНИГ НА КОМП'ЮТЕРІ

Д. О. Мосюк, Т. Г. Гарасимів

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, e-mail: dmytro.mosyuk@gmail.com

З розвитком технологій книги, газети, журнали стали практично не актуальними, оскільки їх замінюють файлами різних форматів і на даний момент будь-яку книгу можна знайти в інтернеті і завантажити на комп'ютер чи телефон. На даний час існує безліч форматів файлів. Проблема полягає в тому, що без певних програм вони не будуть відкриватись, тому з'явилися програми для читання книг і різної літератури.

Дана сфера програм більш поширена і актуальна для телефонів разом, в той час як для комп'ютерів вибір програм даного виду є дещо обмеженим, оскільки існує такий фактор як застарілий інтерфейс існуючих програм,

непрацездатність деяких функцій і обмежена підтримка форматів файлів, які дані програми можуть відкривати.

Провівши аналіз 15 додатків для читання книг було обрані три найактуальніші і найфункціональніші серед них: додатки Cool Reader, ICE Book Reader Professional і Freda.

Cool Reader і ICE Book Reader Professional мають застарілий інтерфейс і, якщо порівнювати їх суто по візуальному виконанню, то перевагу має Cool Reader, а якщо дивитись по функціям, то перевагу має ICE Book Reader Professional. Але вони обидва не здатні конкурувати з Freda, так як по візуальному виконанню цей додаток є найкращим, а по функціональним можливостям трохи відстає і потребує невеликих допрацювань.

Всі додатки для читання книг мають одну спільну проблему, а саме - незручний інтерфейс, в якому представлені всі функції програми. Здебільшого людині хочеться бачити суто книгу і текст без всіх зайвих панелей, функцій і можливостей, оскільки це дуже відволікає від читання і робить даний додаток менш актуальним.

Більшість додатків для читання книг за комп'ютерами перестали підтримуватись і відстали від розвитку інших видів програмних продуктів. Для прикладу Cool Reader востаннє оновлювався ще в 2019 році.

На рисунку 1 представлений додаток для читання книг на компютерах, планшетах і телефонах Freda.

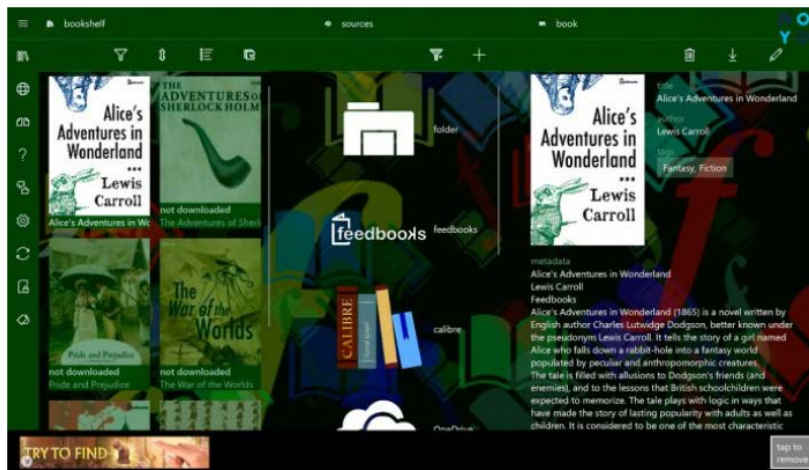


Рисунок 1 - Freda

На рисунку 2 представлений додаток для читання книг на компютерах Cool Reader.

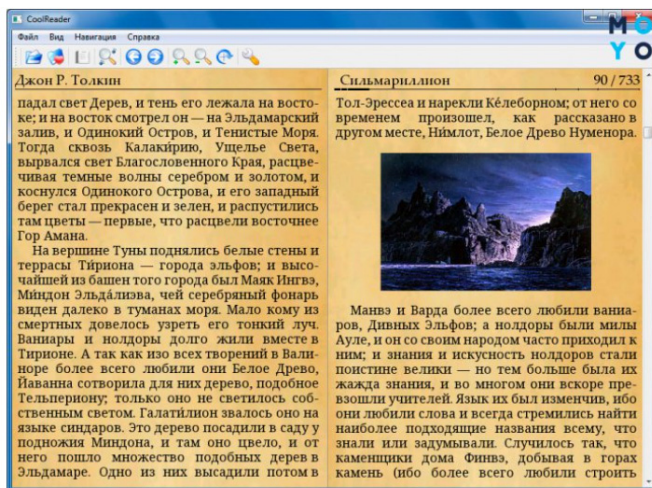


Рисунок 2 – Cool Reader

Враховуючи все вище вказане можна зробити висновок, що додатки для читання книг мають незручний інтерфейс і, в той же час, переважно мають всі необхідні функції для роботи з ними.

Літературні джерела

- 1 https://www.moyo.ua/ua/news/11_luchshikh_programm_dlya_chteniya_knig_na_kompyutere_3_onlayn-servisa.html.
- 2 <https://cool-reader.download-windows.org>.
- 3 <https://biblprog.org.ua/ua/freda/>.

УДК 681.5

ФОРМУВАННЯ ШКАЛ ЛІНГВІСТИЧНИХ ТЕРМІВ ДЛЯ ВХІДНИХ СИГНАЛІВ НЕЧІТКИХ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ

М. В. Шавранський, В. М. Шавранський

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15; m.shavransky@gmail.com*

Розробка методів формування шкал лінгвістичних термів для вхідних сигналів нечітких пристроїв контролю і управління є *актуальною* задачею у зв'язку з інтенсивним впровадженням методів нечіткої логіки в системах контролю і автоматизації технологічними процесами буріння нафтових і газових свердловин [1].

Параметри режиму буріння і показники цього процесу створюють кортеж $Cor < F, n, Q, V, M, I, N, P >$, де F – осьове навантаження на долото, n – швидкість обертання долота, Q – витрата бурового розчину, V – механічна

швидкість буріння, M – момент на долоті, I – струм навантаження електродвигуна, N – активна потужність, P – тиск бурового розчину.

При контролі та керуванні технологічним процесом буріння діапазон зміни кожного із компонентів вектора вхідних керуючих впливів

$$U(t) = U[F(t), n(t), Q(t)] \quad (1)$$

і компонентів вектора вихідних змінних

$$X(t) = X[V(t), M(t), I(t), N(t), P(t)] \quad (2)$$

задається відрізком деяких універсальних множин

$$u_i = [a_i^{min}, a_i^{max}]; \quad i = 1, 2, 3; \quad (3)$$

$$x_j = [b_j^{min}, b_j^{max}]; \quad j = 1, 2, \dots, 5, \quad (4)$$

де a_i – параметри режиму буріння із (1),

b_j – показники процесу із (2).

Контроль здійснюється технічними засобами, які створюють канали спостереження.

Головною проблемою будь-якого вимірювання є визначення шкали вимірювання для каналу спостереження, який є відображенням вигляду

$$f_{kc} : \{d\} \rightarrow X, \quad (5)$$

де d – властивість, яка підлягає контролю;

X – конкретна змінна для системи контролю.

Для простих каналів спостереження, коли здійснюється фізичне вимірювання приладом без участі людини, і складних каналів спостереження, коли людина-оператор, або група людей самі є частиною каналу спостереження, застосовуються два типи шкал – абсолютна і відносна. Кожна з них має певні переваги і недоліки. Тому основною проблемою застосування методів нечіткої логіки в системах контролю процесу буріння є вибір необхідних шкал лінгвістичних термів для вхідних сигналів нечітких пристроїв з урахуванням конкретних умов щодо оцінювання параметрів процесу буріння і обмежень на моделювання [1].

Ця проблема може бути вирішена із застосуванням різних підходів до створення каналів вимірювання: чіткого, ймовірнісного та нечіткого.

Перевагами нечітких каналів спостережень є: можливість використання для отримання даних про конкретну властивість d і разові вимірювання та серії вимірювань; єдинообразні дані про властивість d отримуються при будь-якому типі проявів даної властивості: чіткому d , нечіткому d , інтервальному d .

Будь-яка лінгвістична змінна та всі її значення зв'язані з конкретною кількісною шкалою. Приклад такої шкали для оцінки ступеня зношення долота на вибої свердловини за величиною моменту M на долоті наведено на рис. 1.

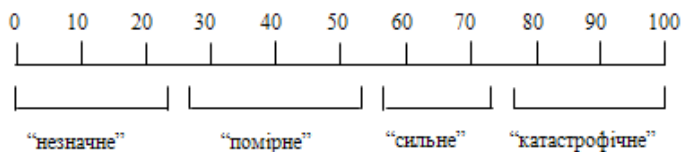


Рисунок 1 - Шкала для оцінки степеня зношення долота

Для управління технологічним процесом буріння кожен з відрізків (3), (4) розбиваємо на інтервали, наприклад:

$$a_i^{\min} = a_{i_1} < a_{i_2} < a_{i_3} < \dots < a_{i_k} = a_i^{\max}, \quad (6)$$

де k – кількість інтервалів.

Значення величини параметра, яке знаходиться в одному з інтервалів, словесно характеризують термами, наприклад, для зношення долота: “незначне”, “помірне”, “сильне”, “катастрофічне”, для тиску $P = \{\text{“малий”}, \text{“середній”}, \text{“великий”}\}$. Кожний терм останньої множини може виражатись через нечітку множину $\mu(P)$.

Аналіз розмахів параметрів (1) і показників (2) процесу буріння дозволив виявити параметри із змінним розмахом. До них відносяться: $P(t)$, $M(t)$, $N(t)$, $I(t)$. Для цих параметрів запропоновано весь діапазон розбити на піддіапазони, в межах яких можна вважати, що розмах $R(k) = \text{const}$.

Значення лінгвістичних змінних можуть задаватись не лише базовою шкалою, а й функцією. Наприклад, функції належності лінгвістичних термів можна задати трикутними, трапецієподібними, сигмоїдальними функціями.

Висновок. В результаті аналізу поточного стану проблеми формування шкал лінгвістичних термів для вхідних сигналів нечітких пристроїв контролю технологічних параметрів процесу буріння свердловин на нафту і газ визначено недоліки відомих нечітких систем та методів формування шкал, які не враховують нерівномірність розмахів параметрів контролю, що обмежує їхнє застосування в реальному часі. Відзначено переваги вибраної аналітичної моделі функції належності лінгвістичних термів, яка завдяки неперервності та диференційованості є більш зручною для використання на етапі синтезу нечітких контролерів.

Літературні джерела

1 Фазі-логіка в системах керування: навч.посіб. / Г.Н.Семенов, І.І.Чигур, М.В.Шавранський, В.С.Борин. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2002. – 84 с.

МЕТОД ОЧИЩЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ ДАНИХ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕЛЕКТУ

Р. В. Дячок¹, Г. І. Клим²

*1Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, 79013, Львів, Україна, e-mail: rodyachok@gmail.com
2Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, 79005, Львів, Україна, e-mails: halyna.i.klym@lpmi.ua,
halyna.klym@lnu.edu.ua*

Стрімкий розвитком інтернету і популярність комп'ютерів ознаменував вступ людства в еру мережевої інформації. Відомо, що джерела інформації є дуже об'ємними, найбільшими джерелами даних є мережева інформація [1]. До того ж значного розвитку досягли реляційні та нереляційні бази даних. Бездротові сенсорні мережі, в основному, складаються з сенсорних вузлів, зон виявлення та серверів. Сенсорний вузол складається з сенсорного модуля, модуля обробки, модуля бездротового зв'язку та модуля енергопостачання. Сенсорний модуль відповідає за одержання інформації та перетворення даних. Модуль обробки контролює роботу всього сенсорного вузла, обробляє дані, зібрані ним самим, і дані, надіслані іншими вузлами, запускає мережевий протокол для управління процесом вузла зв'язку. Модуль бездротового зв'язку, спеціально пов'язаний з іншими сенсорними вузлами, відповідає за надсилання та одержання даних, модуль живлення забезпечує енергією сенсорні вузли. Модуль бездротового зв'язку має чотири стани бездротового зв'язку: надсилання, одержання, очікування та сплячий режим. Зв'язок між споживанням енергії бездротового зв'язку та відстанню зв'язку показано у формулі (1).

$$E = kd^n, \quad (1)$$

де E – це енергоспоживання бездротової мережі зв'язку, d – відстань, k – константи.

Із збільшенням відстані зв'язку різко зросте енергія споживання. Математична модель аналізу мережі даних Байєсова, яка зазвичай використовується в процесі інтелекту даних, представлена у формулі (2).

$$P(x_1, \dots, x_n) = P(x_1)P(x_2 / x_1)P(x_n / x_1, \dots, x_{n-1}). \quad (2)$$

Формула для ступеня довіри моделі наведена у виразі (3).

$$p(M_i / D) = \frac{p(M_i / D)p(M_i)}{p(D)}, \quad (3)$$

де p – ймовірність відображення краю.

Інформаційний критерій Байєса (ІКБ) велика вибіркова апроксимація ймовірності краю. Використовуючи апроксимацію Лапласа, можна виконати наближення великої вибірки для P , а функція оцінки ІКБ може бути виведена, тоді логарифмічна функція правдоподібності може бути розширена за допомогою оцінки максимальної правдоподібності, а потім обчислення може бути перетворено на багатовимірну функцію нормального розподілу в крайній

точці сусідніх точок, як показано в рівнянні:

$$p(D/m) = \int p(D/\theta, m) p(\theta/m) d\theta. \quad (4)$$

Цей метод дозволяє зменшити обсяг даних обробки і підвищити ефективність обробки даних.

Щоб зробити експеримент точнішим і мати можливість ефективно перевірити точність та ефективність роботи алгоритму, використовуються дані кластеризації для аналізу та визначення конкретних значень. Дані, використані в експерименті, є даними записів управління талантами. Експеримент входить до 875 записів. Через певну обробку копій, а потім за допомогою методу обробки випадкових 457 помилок, одержують загальну кількість ефективних записів. Кількість - 2412. Загалом 318 кластерів, що містять більше двох записів, обчислюються вручну, з яких найбільший кластер містив 3521 загалом 24 записів. Технологія виявлення кластеризації Сапору використовується для виявлення дублікатів записів. Є три основні параметри виявлення: пороги відстані T_1 і T_2 і постійний коефіцієнт k . Вибір T_1 і T_2 визначає розмір Сапору і ступінь його перекриття, тобто кількість даних, яку необхідно точно розрахувати. Вибір значення k визначає, чи можуть записи бути точно групуваним. Згідно з експериментальними даними, при $T_1 = 0,75$ і $T_2 = 0,75$ точки даних, які необхідно точно розрахувати, є найменшими. Отже, $T_1 = 0,75$ і $T_2 = 0,75$ вибрано, що означає, що Сапору не перекривається.

Таким чином, розвиток технології аналізу даних відіграє важливу роль у багатьох сферах. Ця технологія використовується для дослідження методу даних управління талантами, очищення в бездротових сенсорних мережах для досягнення певних теоретичних результатів. Важлива роль очищення даних розглянута з поточними дослідженнями, розглянуто стан очищення даних та вказано на наявні недоліки. Метод очищення даних є важливим дослідженням, яке може вирішити невідповідність даних при ідентифікації одного і того ж об'єкту і підвищити точність розпізнавання. Із швидким і зручним доступом до інформації на цьому етапі. При аналізі даних і прийнятті рішень необхідно об'єднати деякі інформаційні дані, щоб легше знаходити правильні шаблони. Некоректний підбір шаблонів призведе до одержання неправильних або суперечливих даних, тому що приблизні повторювані записи з'являються в процесі злиття, що заборонено в базі даних, і ці повторювані записи необхідно видалити. Досліджено метод очищення даних управління талантами в бездротових сенсорних мережах на основі технології інтелекту. Проаналізовано конкретні форми застосування бездротових сенсорних мереж. Запропоновано алгоритм видалення запису реплікації на основі кластерів та перевірено точність методів очищення даних. Одержані результати свідчать про ефективність використання досліджуваного методу.

Літературні джерела

1 Zhu, L., Li, M., Zhang, Z., Du, X., & Guizani, M. (2018). Big data mining of users' energy consumption patterns in the wireless smart grid. *IEEE Wireless Communications*, 25(1), 84-89.

УДК 519.6

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В ІНДУКТОРАХ

Ю. С. Лапченко

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна, yuralap@gmail.com

Рух джерела магнітного поля, реальний або імітований, приводить до фактичного переміщення його в просторі, міняє характер поля, збільшує об'єм тканин пацієнта в зоні його дії. Слід зазначити, що при реальному русі джерела можлива значна витрата потужності на живлення електродвигуна, а при імітації руху витрати потужності міняються мало, оскільки витрачаються тільки на комутацію і не залежать від числа задіяних індукторів.

Котушки без осердя зазвичай симетричні відносно осі, а переріз їх може бути конічним, циліндричним або іншої форми, що великою мірою визначає картину поля. У котушок без осердя найбільша інтенсивність поля створюється у внутрішній порожнистій частині, і їх застосування доцільне в тих випадках, коли в порожнину поміщається об'єкт дії, тому значимим параметром стає діаметр порожнини, і від його вибору істотно залежить споживана потужність. Так, наприклад, зв'язок магнітної індукції B на осі найбільш поширеної котушки без осердя - циліндричного соленоїда показано на рисунку 1 з розсіюваною їм потужністю виражається формулою [1]

$$B = G\sqrt{W\lambda / (\rho R_1)}, \quad (1)$$

де G – коефіцієнт форми, залежний тільки від конфігурації соленоїда; λ - коефіцієнт заповнення обмотки провідником; W – потужність, що розсіюється соленоїдом; ρ – питомий опір дроту; R_1 – внутрішній радіус.

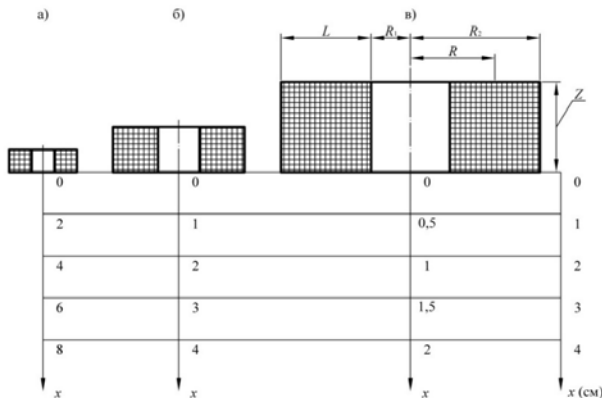


Рисунок 1 - Соленоїди з подібними осьовими перерізами

З формули (1) виходить, що при незмінному радіусі R_1 збільшення магнітної індукції, наприклад, в 2 рази супроводжується ростом споживаної потужності в 4 рази, а якщо потужність джерела задана, таке ж збільшення магнітної індукції досягається зменшенням внутрішнього радіусу в 4 рази.

Окрім циліндричного соленоїда серед котушок без осердя цікава і ще не знайшла доки застосування в магнітотерапевтичних пристроях конічна котушка, за допомогою якої можна створити поле заданої неоднорідності.

Для того, щоб котушки однієї форми, тобто геометрично подібні можна було розглядати як еквівалентні, їх розміри нормують. В якості нормуючої константи при розрахунку циліндричного соленоїда у більшості робіт приймають внутрішній радіус R_1 [2], іноді зовнішній радіус R_2 [2] і у ряді робіт середній радіус R [2]. Кожен з цих підходів має переваги в додатку до рішення конкретних завдань. Нами був вибраний середній радіус

$$R = (R_1 + R_2) / 2 = (2R_1 + T) / 2 \quad (2)$$

На рисунку 1 як приклад зображені соленоїди з подібними осьовими перерізами - геометрично подібні соленоїди, що відрізняються тільки величиною середнього радіусу. Їх нормована товщина

$$t = T / R \quad (0 < t \leq 2) \quad (3)$$

і нормована довжина

$$l = L / R, \quad (4)$$

у цьому прикладі однакові і дорівнюють 1, а середині радіуси складають відповідно до 0,5, 1 і 2 см Тут же показані, що за цих умов однаковою нормованою відстанню від торця

$$x = X / R \quad (5)$$

відповідають тим більші фактичні відстані X , чим більше величина середнього радіусу R .

Класичні параметри α , β і z пов'язані з t , l і x таким чином: $\alpha = R_2 / R_1 = (2+t)/(2-t)$; $\beta = L / 2R_1 = l/(2-t)$; $z = (X+0,5L) / R_1 = (2x+l)/(2-t)$.

Вектор магнітної індукції у соленоїда має дві складові - B_x , паралельну осі x , і перпендикулярну їй B_p . Формули для розрахунку цих складових складні і вирішуються тільки за допомогою ЕОМ. Завдання дещо спрощується, якщо вимагається визначити магнітну індукцію на осі соленоїда, тут залишається одна складова B_x . Ця величина досить інформативна і дозволяє визначити зону дії соленоїда. Крім того, для розрахунку магнітної індукції на осі можна скористатися наближеною формулою:

$$B_x = 1,4Ktjl\lambda 2RB, \quad (6)$$

де t і R^* визначені формулами (2) (3); $j\lambda$ - ефективна щільність струму, А/мм²; $K(l, x)$ - коефіцієнт, залежний від нормованої довжини l і нормованої координати x точки на осі, визначених формулами (4) (5).

Літературні джерела

1 Lapchenko Y.S. Denysyuk V.Y. Symonyuk V.P. Krasovski V.V. Particular issues associated with performing meterage through the use of magneto therapy devices. Mechanics, Materials Science & Engineering Journal. Volume 11, July 2017, Pages 207-214.

2 Lapchenko Y.S. Measurement of parameters of inductors-electromagnets of magnetic therapy devices. "Перспективні технології та прилади". Збірник статей. Випуск 9(2). м. Луцьк, грудень 2016 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – С. 60–64.

УДК 621.313.32 + 83:004.942

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА НА ЗАСАДАХ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

І. І. Яремак, Р. О. Яремак

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ,
вул. Карпатська, 15, тел.(0342) 72-71-72, e-mail: yaremak_iryua@ukr.net*

Зниження енергоспоживання є глобальним пріоритетом розвитку енергетичної політики України та світу. У системі транспортування нафти магістральні насосні агрегати (МНА) нафтоперекачувальних станцій є основними споживачами електроенергії. МНА складається з електричного двигуна та відцентрового насоса (ВН), тобто містить електричну та гідравлічну підсистеми. Для оцінки енергоефективності синхронного електропривода МНА необхідно формалізувати його математичну модель на засадах системного підходу, яка дасть можливість адекватно відобразити складні взаємозв'язки між підсистемами різної фізичної природи.

Основним показником ефективності електропривода є його коефіцієнт корисної дії. Розглянемо МНА з синхронним двигуном (СД). Паспортні характеристики ККД СД в літературних джерелах відсутні. Формалізація математичної моделі енергоефективності синхронного електропривода дасть змогу оцінити його ККД в різних режимах роботи.

Як відомо ККД синхронної електричної машини це відношення потужності на валу ($P_{сд}$) до спожитої з мережі активної потужності

$$\eta_{сд} = P_{сд} / (P_{сд} + \Delta P), \quad (1)$$

де ΔP - втрати активної потужності в СД.

Потужність на валу МНА ($P_{сд}$) є одночасно споживаною потужністю ВН (P_c) [1]

$$P_{сд} = P_c = \rho g Q H / \eta_{вн}, \quad (2)$$

де Q, H - відповідно витрата на напір ВН; $\eta_{вн}$ - ККД ВН.

Як доводить формула (2) споживана насосом потужність залежить від витратного навантаження Q , що дозволяє застосувати системний підхід для оцінки енергоефективності синхронного електропривода МНА.

Втрати в СД представлено залежно від його коефіцієнта навантаження β

$$\Delta P = a_0 + a_1 \beta + a_2 \beta^2, \quad (3)$$

де a_i - коефіцієнти апроксимації характеристики втрат активної потужності в СД; β - коефіцієнт навантаження – це відношення споживаної потужності з електричної мережі ($P_{сд}$) до номінальної ($P_{сд}^{ном}$), $\beta = P_{сд} / P_{сд}^{ном}$.

Тоді з урахуванням коефіцієнта завантаження СД ($k_s = P_{CD} / P_{CD}^{ном}$)

$$\beta = P_c \eta_{НА}^{ном} / \eta_{CD} \tag{4}$$

де $\eta_{НА}^{ном}$ - номінальний ККД МНА ($\eta_{НА}^{ном} = \eta_{ВН}^{ном} \eta_{CD}^{ном}$).

Спільний розгляд формул (1) - (4) дав змогу формалізувати математичну модель ефективності роботи СД

$$\eta_{CD} = \left[1 + \left[a_0 + a_1 \left(\frac{P_c \eta_{НА}^{ном}}{\eta_{CD}} \right) + a_2 \left(\frac{P_c \eta_{НА}^{ном}}{\eta_{CD}} \right)^2 \right] / P_c \right]^{-1} \tag{5}$$

Рисунок 1 ілюструє хороший збіг формалізованої математичної моделі енергоефективності СД та отриманої згідно [2] для СД типу СТД-2500-2.

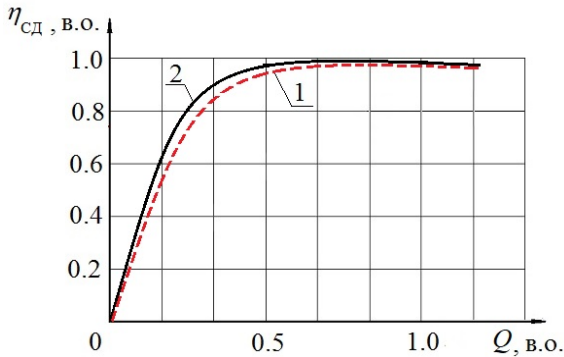


Рисунок 1 - Залежності коефіцієнта корисної дії синхронного двигуна від витрати для електропривода СТД-2500-2: 1-розрахованої за допомогою моделі; 2- згідно [2]

Таким чином на засадах системного підходу формалізовано математичну модель енергоефективності синхронного електропривода насосного агрегата, що дозволяє оцінити зміну значення ККД СД залежно від режиму роботи МНА.

Літературні джерела

1 Костишин В.С., Яремак І.І., Курляк П.О. Створення об’єктно-орієнтованої моделі відцентрового насоса на основі методу електрогідродинамічної аналогії. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2019. №6. С. 72–79.

2 Китаев А.В. Анализ работы синхронного двигателя с неявнополюсным ротором по данным каталога / А.В. Китаев, В.И. Глухова // *Межвузовский журнал “Автоматика. Автоматизация. Электротехн. комплексы и системы”*. – Херсон.: ХНТУ. №1(25) 2010. – С. 18-25.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСЛОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Т. Г. Гарасимів

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
Івано-Франківськ, 76019, e-mail: tarikksm@gmail.com*

Одним із перспективних методів прогнозування є прогнозування за допомогою алгоритмів, що навчаються. Алгоритми, що навчаються аналізують впливи на систему та відповіді системи на ці впливи. Задача може ускладнюватись тим, що вхідні впливи на систему можуть бути невідомими, та можуть проявлятися через вихідні характеристики системи. Подальшим ускладненням може бути наявність прихованих впливів характеристик однієї об'єктів на інші.

Клас алгоритмів, що навчаються, достатньо широкий. Серед них для вирішення завдань прогнозування найцікавішим є алгоритм LGAP. Генетичний алгоритм LGAP (Learning Genetic Algorithm Prognosis), що навчається, призначений для вилучення закономірностей (знань) з табличних даних і використання цих знань для прогнозування майбутніх подій.

Алгоритм LGAP складається з чотирьох етапів: 1) формування базових елементів; 2) відбір відповідних об'єктів; 3) вироблення первісних варіантів прогнозу; 4) отримання остаточного прогнозу.

Локальні прогнози отримані за допомогою предикторів, організованих в ієрархічну структуру: окремі предиктори об'єднуються у групи, які об'єднуються в колективи і так далі. Фактично ми маємо справу з колективно-груповим методом прогнозування [2]. При об'єднанні локальних рішень в єдине має сенс звернути увагу на той факт, що компетентність всіх предикторів, породжувачів ці рішення, перевищує деякий поріг, але може бути неоднаковою. В результаті різні групи предикторів виробляють різні набори приватних рішень. Можна розраховувати на те, що компетентніші групи видаватимуть точніші прогнози. Процедура отримання узагальненого рішення полягає в наступному. Спочатку на базі приватних рішень для кожної групи виробляється групове вирішення. При прогнозуванні як групове рішення може бути використане середньоарифметичне значення локальних прогнозів або їх медіана. Обчислюється також характеристика компетентності групи L_j . Ці характеристики знаходяться для всіх до груп предикторів з колективу груп, що брали участь у прогнозуванні.

Узагальнене рішення B на наступному ієрархічному рівні (на рівні колективу) може бути отримано з використанням параметричного сімейства функцій зваженого усереднювання групових рішень:

$$B = \sum_{j=1}^k (B_j \times L_j^a) / \sum L_j^a$$

Тут величина показника ступеня відображає стратегію обліку впливу компетентності. Якщо $a = 0$, то вирішення всіх груп враховуються з рівними вагами. Із зростанням a росте вплив компетентніших груп.

Алгоритм LGAP можна розпаралелювати на число елементів U , що передбачаються. Кожна з V ліній при заданому числі G елементів базової множини розпаралелюється на MG незалежних процесів пошуку компетентних об'єктів і прогнозування за ними. Обміни між процесами робляться на етапі вибору кращих базових і створення нових об'єктів шляхом мутацій або схрещувань, після чого нові базові об'єкти запускаються в незалежні паралельно протікаючі процеси.

В процесі роботи було використано спеціальне розроблене програмне забезпечення (рис.1), в основі якого лежить алгоритм LGAP.

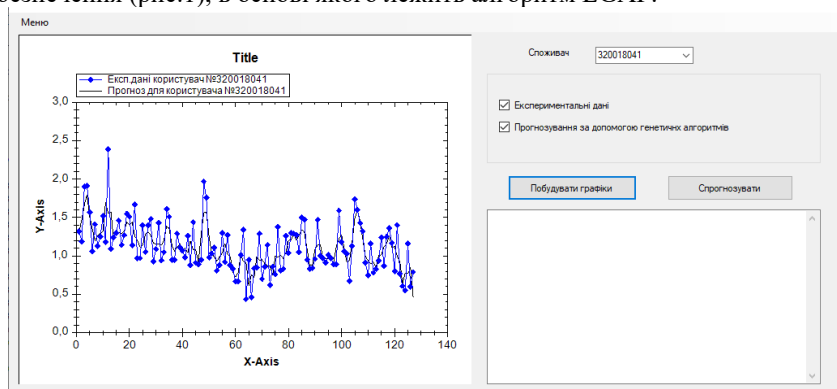


Рисунок 1 – Головне вікно розробленого програмного забезпечення

Було досліджено сукупність статистичних даних, що складається з N об'єктів-споживачів, кожен з яких описується досліджуваною ознакою за певний інтервал часу. Вихідні емпіричні дані були записані у вигляді набору матриці розмірністю $N \times n$, де елемент X_{ij} є величиною розглянутої ознаки для i -го об'єкта в j -ий період часу. Кожен рядок матриці представляє собою характеристику певного об'єкта, кожен стовпець - набір значень ознаки в досліджуваній сукупності. В силу громіздкості за обсягом масиву вихідних даних необхідна їх класифікація, групування. Найбільш раціональне групування досліджуваної сукупності може бути отримане шляхом багатокрокового процесу послідовного розбиття. Вхідна вибірка зберігається як таблиця в Microsoft Excel.

Літературні джерела

1 Горбійчук М. І. Моделювання об'єктів і систем керування в нафтовій та газовій промисловості : Навчальний посібник., Ч.1 / М.І. Горбійчук - Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 1999. - 149 с.

2 Гарасимів Т. Г. Прогнозування значень об'ємної продуктивності ВЦН із використанням часових рядів. Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості : тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. аспірантів, молодих вчених і студентів (м. Івано-Франківськ, 8 жовтня 2020 р.). Івано-Франківськ, 2020. С.216-217.

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУСПЕНЗІЙНОЇ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТИРОЛУ

В. Б. Закальницький, О. В. Кучмистенко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019*

Проведений огляд літературних даних показав, що, незважаючи на помірно хорошу вивченість цього процесу, дані по кінетиці полімеризації стиролу дуже сильно різняться. Ці відмінності для елементарних стадій реакцій ініціювання, зростання і обриву ланцюга досягають порядків. У різних дослідників немає єдності навіть по параметрам рівняння Арреніуса для реакції розпаду ініціаторів. Наприклад, для перекису бензоїлу Куртяну використовує рівняння $1.2 \times 10^{15} \exp(-120000/RT)$ в то час як Сантос наводить рівняння $1.4 \times 10^{14} \exp(-125700/RT)$. Настільки ж сильно різняться у цих дослідників константи швидкості зростання ланцюга ($1.051 \times 10^4 \exp(-29580/RT)$ і $1.89 \times 10^9 \exp(-43516/RT)$) та його обриву ($1.26 \times 10^6 \exp(-7040/RT)$ і $6.52 \times 10^{13} \exp(-37114/RT)$). Причина цього полягає в складності самого процесу дослідження кінетики цієї реакції, що при проведенні її в масі протікає з зростанням в'язкості на 6 порядків. Раніше Сантос та ін. порівняли різні методики стеження за зміною конверсії при полімеризації стиролу в масі та в суспензії та підтвердили суттєвий вплив зростання в'язкості. Є відмінності і щодо пов'язаного з зростанням в'язкості прискорення реакції – т.зв. гель ефекту. Бразильські дослідники прийшли до висновку про слабкий його вплив на процес полімеризації стиролу, тоді як Куртяну у своїй моделі врахувала дуже сильний гель ефект. Таким чином, надійної кінетичної моделі цього процесу все ще немає.

В зв'язку з цим я перевірів можливість застосування двох кінетичних моделей останнього часу: Модель Куртяну та ін. і Модель Сантоса та ін.

Дуже складна модель Куртяну, що дозволяє простежувати у часі зміну не тільки конверсії мономера, але також молекулярно-масовий розподіл, була мною спрощена. Я визнав зайвим враховувати можливість додаткового термічного ініціювання, а також мало ймовірної передачі ланцюга на мономер. В такому спрощеному вигляді модель Куртяну мала вигляд:

$$\begin{cases} x_0' = \frac{k_{p0} \varphi k(x_0)}{\varphi k(x_0) + \theta_p \cdot x_2 \cdot k_{p0}} x_2 (1 - x_0) \\ x_1' = \left(k_d + \varepsilon \frac{k_{p0} \varphi k(x_0)}{\varphi k(x_0) + \theta_p \cdot x_2 \cdot k_{p0}} \frac{1 - x_0}{1 + s \cdot x_0} x_2 \right) (1 - x_1) \\ x_2' = 2f \cdot k_d (1 - x_1) I_0 - \left(\frac{k_{tc0} \varphi k(x_0)}{\varphi k(x_0) + \theta_p \cdot x_2 \cdot k_{p0}} + \varepsilon \frac{k_{p0} \varphi k(x_0)}{\varphi k(x_0) + \theta_p \cdot x_2 \cdot k_{p0}} \frac{1 - x_0}{1 + s \cdot x_0} \right) x_2^2 \end{cases}, \quad (1)$$

де x_0 , x_1 – ступені перетворення мономера та ініціатора; x_2 – нульовий момент розподілу активних ланцюгів, рівний сумарній концентрації активних радикалів у краплях мономера; k_{p0} , k_{tc0} – передекспоненти констант швидкості

зростання і обриву ланцюга, $\text{м}^3/(\text{моль}\cdot\text{с})$; k_d – константа швидкості розкладання ініціатора, с^{-1} ; ε – коефіцієнт зміни об'єму в ході реакції, $\varepsilon = -0,178$; θ_p, θ_{tc} – т.зв. часи «міграції», с ; f – фактор ефективності використання ініціатора, $f = 0,6$; I_0 – початкова концентрація ініціатора, $I_0 = 40 \text{ моль/м}^3$.

Функція $\varphi k(x)$, що визначає вплив конверсії мономера в полімер на зміну констант швидкостей зростання і обриву ланцюгів в період гелю ефекту має вигляд:

$$\varphi k(x) = \exp\left(2.303 \frac{1-x}{A+B(1-x)}\right), \quad (2)$$

де A, B – константи в диференціальному рівнянні продовження та обриву ланцюга.

В цьому рівнянні (2), в відмінність від, поправка на температуру склування чистого полімеру (100°C) не вводилася, оскільки склування має місце при температурі синтезу через вплив присутності розчинника – мономера, що призводить до зниження самої температури склування.

Модель Сантоса та ін. (3) з обліком можливого гелю ефекту представлялася системою рівнянь:

$$\begin{cases} x_0' = k_{eff}(1-x_0) \sqrt{\frac{I_0(1-x_1)}{(1+\varepsilon \cdot x_0)F(x_0)}}, \\ x_1' = k_d(1-x_1) \end{cases} \quad (3)$$

де позначення реагентів відповідають системі (1).

Ефективна константа швидкості реакції:

$$k_{eff} = k_p \sqrt{\frac{2f \cdot k_d}{k_{tc}}}, \quad (4)$$

де k_p, k_{tc} – експоненти констант швидкості зростання і обриву ланцюгів;

Вплив конверсії мономера на ефективну константу швидкості зростання ланцюга в період гелю ефекту відбивалося рівнянням (константи відповідали прийнятим в оригінальній статті):

$$F(x) = \exp(-2(bs \cdot \varphi s(x) + cs \cdot \varphi s(x)^2 + ds \cdot \varphi s(x)^3)), \quad (5)$$

де bs, cs, ds – емпіричні сталі.

Функція $\varphi s(x)$, що відображає вплив ступеня перетворення на об'ємну концентрацію полімеру в краплі

$$\varphi s(x) = \frac{(\varepsilon + 1)x}{1 + \varepsilon \cdot x}. \quad (6)$$

Результати чисельного інтегрування при температурі 90°C обох моделей показують, що ці моделі узгоджуються одна з одною по часу завершення реакції (рис. 1).

Спостерігаються відмінності лише в ролі гелю-ефекту, який явно більш виражений у моделі Куртяну.

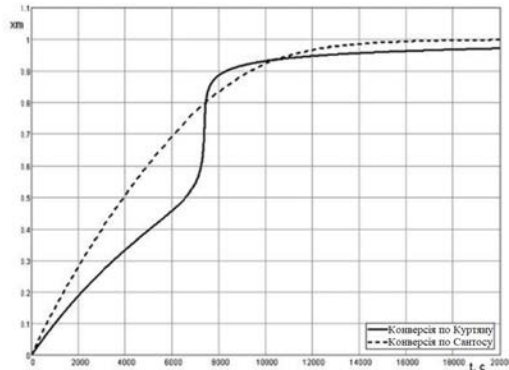


Рисунок 1 – Залежності конверсії полімеру від часу

Таким чином, будь-яка з даних кінетичних моделей може бути використана для побудови динамічної моделі процесу суспензійної полімеризації стиролу.

Літературні джерела

1 Curteanu S. Modeling and Simulation of Free Radical Polymerization of Styrene under Semibatch Reactor Conditions // CEJ Chem. 2003. #1. P. 69-90.

2 Santos J. C., Lopes C. N., Reis M. M., Giudici R., Sayer C., Machado R. A. F., Araújo P. H. H. Comparison of techniques for the determination of conversion during suspension polymerization reactions / Braz. J. Chem. Eng. 2008. V. 25. № 2. P. 40.

УДК 004.8

ВИБІР МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ ЗАЛИШКОВОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ (RUL) У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

В. Б. Кропивницька, Д. М. Магас

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.*

Вступ. Розрахунок залишкового терміну експлуатації (RUL) все частіше використовується у контексті нафтогазової промисловості, з метою продовження часу експлуатації технічних систем та організації прогнозованого технічного обслуговування. Одним з найпопулярніших середовищ математичного моделювання є Matlab, який містить зокрема набір інструментів для розрахунку RUL - Predictive Maintenance Toolbox. Чи не найважливішим елементом визначення RUL є обрання моделі відповідно до наявних даних.

Використання тих чи інших спеціалізованих моделей вимагає певного типу вхідних даних (рис. 1), серед яких: робота до відмови, граничне значення відмови, історія експлуатації, тощо [1].

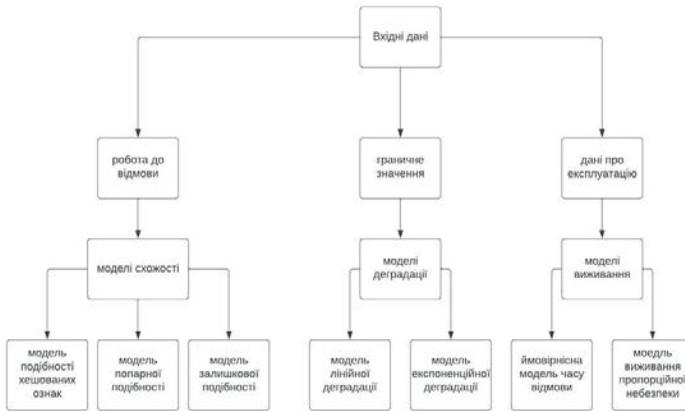


Рисунок 1 – Класифікація моделей визначення RUL за вхідними даними

Коли більша частина даних стосується роботи до відмови, зазвичай використовують моделі подібності, які при розрахунку RUL опираються на відомості про функціонування схожих систем [1]. Predictive Maintenance Toolbox надає доступ до трьох моделей даного типу, кожна з яких визначає RUL на основі порівняння історії деградації між тестовими даними та історичними. Серед доступних моделей є:

- модель подібності хешованих ознак (hashed-feature similarity model), яка використовується за наявності великої кількості даних про деградацію з метою зменшення кількості необхідних даних для передбачення RUL;
- модель попарної подібності (pairwise similarity model), яка бере до уваги зміну деградації з плином часу для тестового та історичного наборів даних та може забезпечити дещо більшу точність модель схожості хешованих ознак;
- модель залишкової подібності (residual similarity model), що використовується здебільшого, коли є відомості про тип моделі деградації.

За умови наявності граничного значення відмови найчастіше звертаються до моделей деградації, які екстраполюють минулу поведінку системи для передбачення її майбутнього стану. Цей тип розрахунку RUL співставляє лінійні або експоненційні моделі з профілем деградації індикатора відмови. Після цього профіль деградації тестової компоненти використовується для визначення часу досягнення граничного значення відмови. Серед доступних моделей деградації:

- модель лінійної деградації (linear degradation model), що описує деградацію як лінійний стохастичний процес з умовою зміщення. Вона є корисною, коли досліджувана система не піддається кумулятивній деградації;
- модель експоненційної деградації (exponential degradation model), яка описує деградацію як експоненційний стохастичний процес з умовою зміщення. Вона використовується коли досліджувана система піддається кумулятивній деградації.

Коли наявні історичні дані не містять інформації про час до відмови, але мають відомості про термін експлуатації схожих систем, прийнято використовувати моделі виживання. Серед доступних моделей виживання є:

- ймовірнісна модель часу відмови (probabilistic failure-time model), що використовується за наявності тільки даних про термін експлуатації схожих систем (наприклад коли відомий кілометраж після якого двигун потребує обслуговування) [1];

- модель виживання пропорційної небезпеки (proportional hazard survival model), яка використовується за наявності даних про термін експлуатації та деяких непостійних змінних (змінні середовища) [2], які можуть вплинути на значення RUL.

Висновок. Було розглянуто основні моделі, що використовуються для визначення залишкового терміну експлуатації (RUL) в середовищі Matlab. Зазначено, що основним чинником при виборі моделі є тип вхідних даних.

Літературні джерела

1 RUL estimation using RUL estimator models // Режим доступу [www. URL: https://www.mathworks.com/help/predmaint/ug/rul-estimation-using-rul-estimator-models.html](http://www.mathworks.com/help/predmaint/ug/rul-estimation-using-rul-estimator-models.html)

2 Haitao L., Wenbiao Z., Huadirui G. Predicting remaining useful life of an individual unit using proportional hazards model and logistic regression model // Reliability and Maintainability Symposium, 2006. RAMS '06. Annual.

УДК 681.53

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСТРАКТОРА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

В. М. Ошур, О. В. Кучмистенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, akit@nung.edu.ua

Для здійснення процесу безперервної рідинно-фазової екстракції оксигенвмісних продуктів окиснення олив та розкладу озонідів в екстрактор Е-1 (рис. 1) завантажують спрацьовану оливу (після стадій коагуляції, озонування та розкладу озонідів – суміш обробленої оливи і КОН), а у випаровувач В-1 – дистильовану воду. Після цього вмикають випаровувач В-1 і пара проходить по паровідвідній трубі та конденсується в екстракторі. При скапуванні вода постійно оновлює екстракційний шар із карбонільними та карбоксильними сполуками. Водний екстракт по трубі, через випаровувач повертається до екстрактора. Безперервну екстракцію проводять до того моменту, коли нижній шар розчинника, який знаходиться під поверхню відпрацьованої оливи, стане прозорим. Після завершення екстракції одержаний шар очищеної оливи відділяється від розчинника, який використовувався багаторазово у попередніх операціях та подають до електролізера [1].

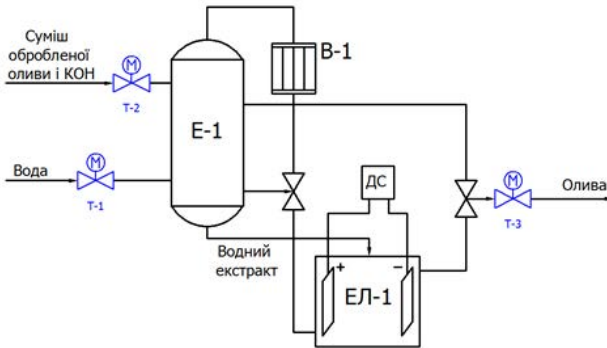


Рисунок 1 - Схема безперервної рідинно-фазової екстракції відпрацьованої оливи

Процес безперервної рідинно-фазової екстракції відпрацьованої оливи потребує регулювання співвідношення витрат. Матеріальний баланс безперервної рідинно-фазової екстракції можна записати так:

$$F_{ол} = F_{ок} + F_{в.}$$

де $F_{ол}$ – витрата оливи на виході з установки, м³/год;

$F_{ок}$ – витрата суміші обробленої оливи і КОН, м³/год;

$F_{в.}$ – витрата води, м³/год;

Побудуємо модель вхід-вихід екстракції відпрацьованої оливи (рис. 2).

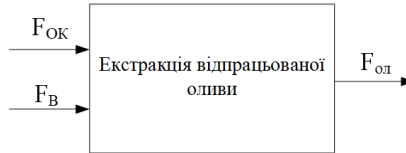


Рисунок 2 – Структурна схема моделі екстракції відпрацьованої оливи

За умовами протікання процесу екстракції необхідно підтримувати витрату суміші обробленої оливи і КОН на рівні 30 м³/год, та води 10 м³/год (рис. 3).

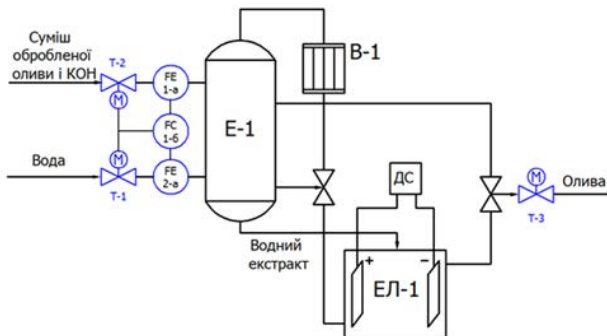


Рисунок 3 – САР співвідношення витрат

Нам необхідно для керування процесом екстракції відпрацьованої оливи розрахувати каскадну систему керування витратами. Тут основний канал - регулювання витрати суміші обробленої оливи і КОН, і допоміжний канал - регулювання витрати води.

Літературні джерела

1 Compendium of Used Oil Regeneration Technologies F. D. Giovanna, O. Khlebinskaia, A. Lodolo, S Miertus. Trieste, 2003, 210 p.

УДК 004.02

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ

В. В. Сеньків, Т. Г. Гарасимів

Івано-Франківський технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, e-mail: volodymyr.senkiv-ki212@nung.edu.ua

Для порівняння ефективності прогнозування та обрання подальшого напрямку дослідження було обрано такі методи:

- авторегресія – найпростіший метод статистичного аналізу;
- ARIMA – спосіб застосування авторегресії для нестационарних рядів;
- аналіз сингулярного спектру – дозволяє розкласти нестационарний ряд на складові: шум, тренд, періодичні компоненти;
- нейромережа на прикладі багатозарового перцептрону.

Ефективність перелічених методів розглядатиметься за критерієм найменшої квадратичної помилки.

Порівняно велика точність нейромережі пов'язана з її архітектурою, проте, це також може бути пов'язано з перенавчанням, що потребує додаткового аналізу. Найбільшу похибку має ряд ринкового індексу S&P 500.

Таблиця 1 – Середньоквадратичні похибки прогнозів моделей

Кількість спостережень	Модель	Середньоквадратична похибка
145	Ауторегресія	4342.589
	ARIMA	29.087
	Аналіз сингулярного спектру	7.513
	Нейромережа	0.029
720	Ауторегресія	0.342
	ARIMA	0.021
	Аналіз сингулярного спектру	0.009
	Нейромережа	0.002
3648	Ауторегресія	23.075
	ARIMA	8.212
	Аналіз сингулярного спектру	1.139
	Нейромережа	0.005

Найбільш цікавими є нестационарні ряди, одним з прикладів яких є дена температура. Графічні результати прогнозування ряду ринкового індексу S&P 500 наведено на рисунку 1, графік до пунктирної межі – кінець навчальної вибірки. Різні показники шкал пов'язані з предобробкою (масштабуванням) вибірок.

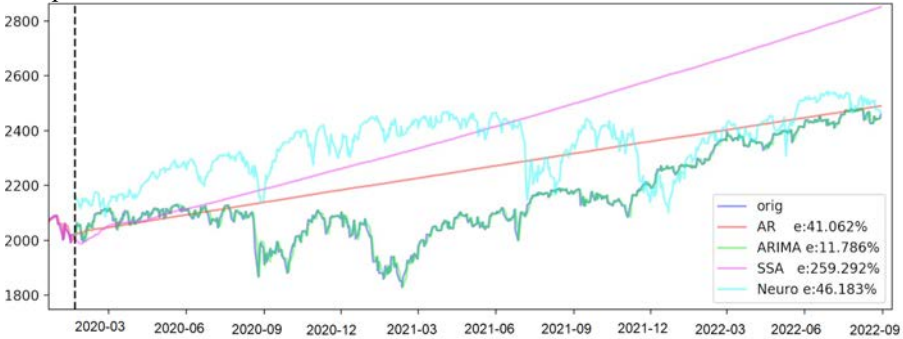


Рисунок 1 - Результати застосування моделей до ряду ринкового індексу S&P 500

Проаналізувавши отримані дані, можна визначити область та ефективність даних методів.

Авторегресія ефективно може застосовуватися для стаціонарних рядів, оскільки відображає лише лінійну залежність величин, та не відображає їх функціональної зв'язності.

Модель БоксаДженкінса (ARIMA) має незначну похибку, але детальніше розглянувши графік можна зробити висновок, що цей метод повторює оригінальний ряд з певним запізненням, а тому використання його в якості прогнозування не має жодного сенсу.

Аналіз сингулярного спектру (SSA) гарно показує себе на нестационарних рядах, в яких можна виділити тренд, періодичні компоненти, шум.

Багатошаровий перцептрон – показав не найкращу ефективність, однак графічно дуже схожий результат. Додатковим позитивним моментом є можливість використання одночасно декількох джерел даних у якості вхідних даних, що теоретично дозволить підвищити ефективність.

Літературні джерела

1 Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. Москва : Физматгиз, 1994.192 с.

2 ISO TC 193 Natural Gas. Allocation of Gas and Condensate in Upstream Area (2002).

3 Sami M, Abouelwafa MSA, Kendall EJM, 1980 The use of capacitance sensors for phase percentage determination in multiphase pipelines IEEE Trans. Instr. Meas. 29 24.

УДК 681.53

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ ВХІДНИХ І ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕАКТОРА СИНТЕЗУ МЕТАНОЛУ

С. М. Лунів, О. В. Кучмистенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, akitt@nuing.edu.ua

Реактор призначений для одержання газоподібного метанолу із синтез - газу, що надходить зі стадії конверсії природного газу.

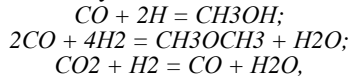
Температурний режим реактора підтримують подачею холодного (байпасного) газу між шарами каталізатора.

Реактор синтезу входить до складу виробництва метанолу. Реактор являє собою вертикальний циліндричний апарат з еліптичними верхнім і нижнім днищами, газорозподільним пристроєм, змішувачами, що відповідають технологічному призначенню штуцерами, двома люками, призначеними для завантаження каталізатора, внутрішнього огляду, а також монтажу і демонтажу внутрішніх частин апарата.

Каталізатор, що знаходиться в реакторі, умовно розбитий на чотири шари з уведенням "холодного" байпаса між ними. Холодний газ подається в шар каталізатора по розподільниках спеціальної конструкції, що повинні забезпечувати рівномірний розподіл холодного газу по шарах каталізатора, а також гарне змішання гарячого і холодного газів. Для контролю температури в зоні каталізатора розташовані багатозонні термопари.

Принцип роботи апарата полягає в наступному. Основний потік синтез - газу через штуцер надходить у верхню частину реактора на розподільник і подається у верхній шар каталізатора. Проходячи через шар каталізатора, газ вступає в реакцію синтезу метанолу. Дійшовши до середньої частини реактора реакційний газ змішується з холодним синтез-газом, що подається через розподільний пристрій, і надходить на нижні шари каталізатора. Після чого прореагувавши суміш через штуцер виходить з реактора.

При синтезі метанолу проходять основні реакції, перебіг яких враховується при складанні матеріального балансу:



що враховується в подальших розрахунках. Зазначимо, що сума реакцій дає вже відому реакцію $CO_2 + 3H_2 = CH_3OH + H_2O$.

Значно спростивши має можливість побудувати структурну схему вхідних і вихідних параметрів для реактора синтезу метанолу (рис. 1).

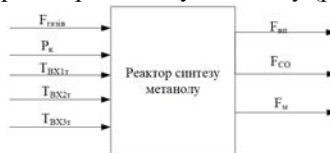


Рисунок 1 - Структурна схема реактора синтезу метанолу

де: $F_{\text{газів}}$ – витрата циркулюючих газів, P_k – тиск у реакторі, $T_{\text{ВХ1т}}$, $T_{\text{ВХ2т}}$, $T_{\text{ВХ3т}}$ – температура газів що надходять на 1, 2 і 3 тарілки, $F_{\text{вп}}$ – витрата водяної пари, F_{CO} – витрата газів, що вступили в реакцію CO_2 , F_m – витрата метанолу.

Синтез метанолу - це гетерогенно-каталітичний процес (учасники реакцій - газ і пара, каталізатор - тверде пористе тіло). Зонаю реакції є поверхня каталізатора і, перш за все, внутрішня поверхня гранул (таблеток) каталізатора - поверхня пор. Гетерогенно-каталітичний процес, який перебігає на пористому каталізаторі, складається з наступних стадій: підвід вихідних компонентів реакції (реакцій) з ядра потоку до зовнішньої поверхні зерна (гранули) каталізатора - зовнішня конвективна дифузія вихідних компонентів; дифузія у порах зерна каталізатора - внутрішня дифузія вихідних компонентів; хімічний акт каталізу; внутрішня дифузія продуктів реакції в порах каталізатора до зовнішньої поверхні гранули (до устя пори); конвективна зовнішня дифузія продуктів від устя пори до центру потоку реакційної суміші.

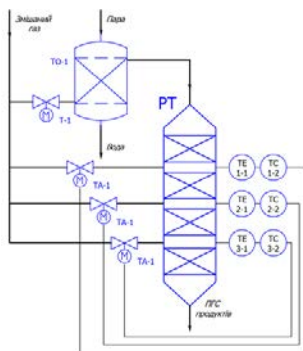


Рисунок 2 – Схема розташування САР температури на реакторі синтезу метанолу

Оте одним із головних параметрів, що впливає на роботу реактора синтезу метанолу є температура змішаних газів, що надходять на 1-шу, 2-гу та 3-тю тарілки реактора (рис. 2) тому виконаєм синтез системи автоматизованого регулювання для контуру 1-ої тарілки. Два інших розраховуються аналогічно [1].

Літературні джерела

1 Караваев М. М. Технология синтетического метанола [Текст] : научное издание / М. М. Караваев, В. Е. Леонов, И. Г. Попов, Е. Т. Шепелев. – М.: Химия, 1984. – 240 с.

УДК 681.518.5

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПРАЦЮВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ НА ОБМЕЖЕНІЙ ДІЛЯНЦІ**В.С. Шевчук¹, Г.І. Клим²**

¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, 79013, Львів, Україна
vladislav.vlad2@gmail.com

²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, 79005, Львів, Україна
halyna.i.klym@lpnu.ua, halyna.klym@lnu.edu.ua

Вивчення навколишніх процесів завжди цікавило думки людства. Погода була визначальною у виживанні людей. Не дарма існували різноманітні культу поклоніння божествам, яким будували ідоли і поклонялися від язичників до римлян. Великі географічні відкриття дали новий поштовх до дослідження природних процесів. Але навіть в наш час, вивчення погоди, а особливо її передбачення, є важливим аспектом в житті суспільства [1].

Враховуючи особливості передбачення погодних умов сучасними методами, можна виділити декілька основних проблем:

- нерівномірність покриття метеостанціями, метеозондами, тощо;
- дискретність спостережень у часі;
- наявність атмосферних процесів, що погано описуються математичними рівняннями;
- процес обчислення.

Оскільки процес обчислень та опису складається на уже наявних параметрах, природним є зведення до мінімуму похибок при зборі даних. Таким чином, створення системи прийому та обробки характеристик з деякого девайсу, який здатен виконувати заміри обмеженої кількості метеорологічних показників, дозволить покращити покриття територій метеостанція, а також вирішити проблему дискретності спостережень у часі.

Очевидно, що дана система не буде в змозі повністю вирішити описані вище проблеми для метеорології в цілому. Однак, вона дозволить мати актуальні погодні параметри певної обмеженої ділянки, що дозволить корегувати дії людей. Така система може бути корисною у сільському господарстві, будівельній індустрії та навіть військовій.

Пропонується розробка системи, що дозволить збирати, обробляти та зберігати погодні показники обмеженої ділянки території в режимі реального часу з універсальних дронів. Основне завдання системи – відображення масивів даних для подальшого аналізу.

Загальну концепцію системи можна продемонструвати за допомогою сервісу OpenWeatherMap. OpenWeatherMap – онлайн сервіс, що надає платний API для доступу про поточну погоду, прогнози та історичні дані. Як джерело даних використовуються офіційні метеорологічні служби.

В свою чергу, запропонована система буде повністю опиратись на дані зібрані з підключених дронів і матиме можливість різноманітних конфігурацій та

масштабованості (запис з різним кроком, додавання або виключення тих чи інших погодних характеристик). Крім того, вона буде здатна отримувати показники не з місць, де розташовані метеорологічні станції, а з будь-яких доступних дронів (рис.1).

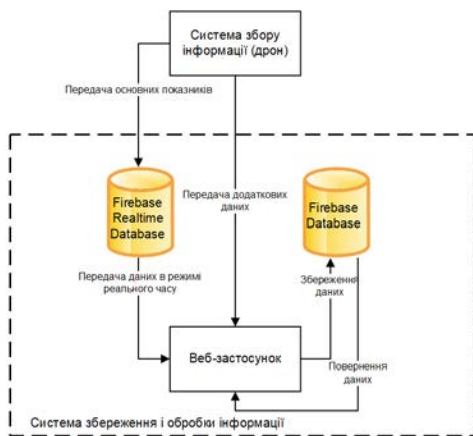


Рисунок 1 - Спрощена схема роботи системи

Для забезпечення цього створено реляційну базу даних (БД), де і будуть зберігатися усі накопичені дані. Однак, для правильного відображення зібраних даних у режимі реального часу, використовуватиметься так звана Realtime Database. Вона дозволить приймати дані в режимі реального часу і вже їх відображати на веб-застосунку, який в свою чергу буде конектором до БД (таким чином буде відсутній прямиий зв'язок між БД і Realtime Database, що дозволить уникнути запису непотрібної інформації). Усі ж наступні конфігурації та можливість відображення будуть відбуватись у веб-застосунку, що дозволить побудувати модульну систему з умовно незалежними компонентами, здатними до модифікацій.

Створення спеціалізованої системи збору та обробки метеорологічних даних у режимі реального часу з можливістю зміни постійної точки вимірювання, дозволить уникнути, як мінімум, проблеми нерівномірності покриття метеостанціями. Таким чином, дана система на основі попередньо зібраних даних про певну ділянку дозволить спостерігати погодні зміни та відповідно реагувати на них, що буде корисно у багатьох сферах людської діяльності.

Літературні джерела

1 Юридична енциклопедія: В 6 т. / Редкол.: Ю.С. Шемшученко (відп. ред.) та ін. - Київський університет права [Електронний ресурс] // Київський університет права - Київський університет права. – Режим доступу: <http://kul.kiev.ua/praci-1998-roku/juridichna-enciklopedija-v-6-t.-redkol.-ju.s.-shemshuchenko-vidp.-red.-ta-in.html> (дата звернення: 05.10.2022). – Назва з екрана.

УДК 681.53

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ

Т. Б. Ярич, О. В. Кучмистенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, akit@nung.edu.ua

Сутність процесу ректифікації, що протікає у цьому апараті, полягає у розділенні кубового залишку з попередньої колони на пропіонову і метакрилово кислоти (рис. 1).

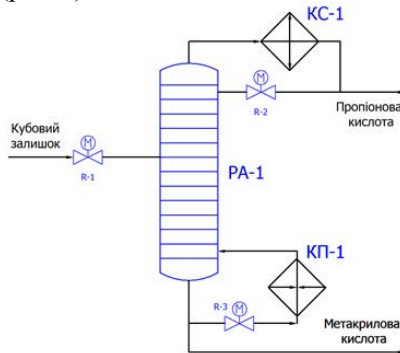


Рисунок 1 - Схема ректифікаційної колони отримання ПК і МАК

Процес ректифікації протікає при низькому тиску - 100 мм.рт.ст., температурі в кубі колони в межах 385 К - 388 К, та в конденсаторі 359-361К.

Матеріальний баланс ректифікаційної колони одержання метилметакрилату та метакрилової кислоти можна записати так:

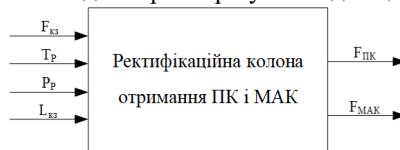
$$F_{кз} = F_{МАК} + F_{ПК},$$

де $F_{кз}$ – витрата кубового залишку, кг/м³;

$F_{МАК}$ – витрата метакрилової кислоти, кг/м³;

$F_{ПК}$ – витрата пропіонової кислоти, кг/м³;

Представимо вхідні і вихідні параметри у вигляді моделі (рис. 2).



$F_{кз}$ – витрата кубового залишку, кг/м³; $F_{МАК}$ – витрата метакрилової кислоти, кг/м³; $F_{ПК}$ – витрата пропіонової кислоти, кг/м³; T_P – температура у ректифікаційній колоні, 0С; P_P – у ректифікаційній колоні, кгс/см²; $L_{кз}$ – рівень кубового залишку, мм;

Рисунок 2 – Структурна схема моделі екстракції відпрацьованої оливи

Оскільки по умові протікання хімічної реакції необхідно забезпечити температуру у середині колони в межах 393 К (120 0С) то необхідно удосконалити АСК температури кип'ятильника КП-1 (рисунок 3) і налаштувати параметри регулятора.

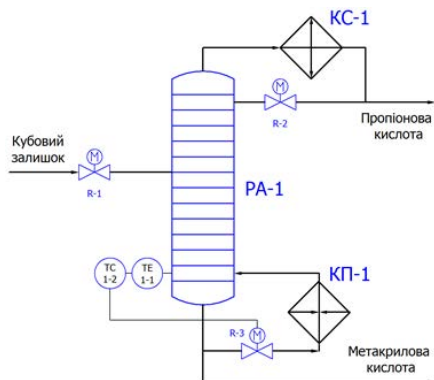


Рисунок 3 – САР співвідношення витрат

Для знаходження передавальної функції керованого об'єкту необхідно провести активний експеримент і отримати перехідну характеристику. Її можна отримати шляхом створення ступінчатого сигналу, наприклад привідкривши регулюючий орган витрати метакрилової кислоти через кип'ятильник КП-1 на 50%, і зняти графік реакції системи (рис. 4).

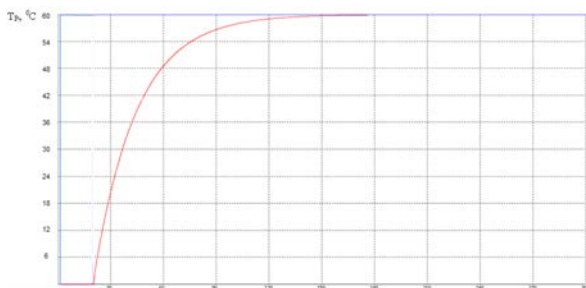


Рисунок 4 – Перехідна х-ка регулювання температури в середині ректифікаційної колони

Вносимо безрозмірні величини у програму АпроксимаціяV1.0 і отримуємо передавальну функцію для регулювання температури у ректифікаційній колоні за допомогою зміни витрати метакрилової кислоти через кип'ятильник КП-1:

$$W(p) = \frac{1}{24,88p+1} e^{-20p}$$

Літературні джерела

1 Лапичак, Н. Одержання акрилової кислоти газофазною конденсацією оцтової кислоти з формальдегідом / Н. Лапичак, Ю. Дмитрук, Р. Небесний, В. Івасів // Збірник наукових праць: XIV наукова конференція "Львівські хімічні читання – 2013". – Львів, 26 – 29 травня 2013 р. – Т 28.

ПРОМИСЛОВІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

УДК 004.9

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА ЗАПОБІГАННЯ ЗАСИПАННЯ ВОДІЯ АВТОМОБІЛЯ

С. М. Бабчук, О. А. Забачинський, І. С. Бабчук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій*

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, serhii.babchuk@nung.edu.ua

У дослідженні, проведеному німецькою страховою компанією VG ETEM, було проаналізовано документи про серйозні ДТП та смертельні випадки з легковими та вантажними автомобілями, в яких були виявлені ознаки втоми водія як одна з причин аварії. У 24,2% таких аварій були ознаки того, що водій заснув, ще в 17,4% випадках вдалося виявити помилки водіння, спричинені сонливістю (водій при цьому не заснув). Кожна третя така аварія призвела до загибелі щонайменше одного пасажира [1].

Згідно зі статистикою страховика, найчастіше від перевтоми страждають водії вікових груп від 20 до 29 років та від 50 до 59 років. У першому випадку це можна пояснити недосипанням, яке пов'язане з поведінкою молодих людей напередодні під час дозвілля, що стосується літніх водіїв, то причини, швидше за все, криються в їхньому незадовільному фізичному стані, ліках, що приймаються ними, і віковому зниженні концентрації уваги. Співробітники, які працюють понаднормово, мають підвищений ризик потрапляння до дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із сонливістю. Майже 40% тих, хто заснув за кермом і потрапив в аварію, пропрацювали до цього понад 8,5 години, а ще 7% понад десять годин. Кожен десятий постраждалий, що заснув за кермом, повертався додому з нічної зміни [1].

Враховуючи вищевказане актуальною задачею є розробка системи, яка б виявляла ознаки засипання водія автомобіля та не давала б йому заснути. Основою такої системи має стати система виявлення ознак засипання водія автомобіля.

Проведені дослідження дають підстави стверджувати, що перспективним напрямком є створення системи виявлення ознак засипання водія автомобіля на базі методу OpenCV – DNN [2], оскільки він досить швидкий і достатньо точний навіть для невеликих облич, він також розпізнає обличчя під різними кутами.

Літературні джерела

1 Известно, какие водители чаще засыпают за рулем // За рулем: веб-сайт. URL: <https://www.zr.ru/content/news/930640-prichina-avarij-ustalost-za-r/> (дата звернення: 01.10.2022).

2 Gupta V. Face Detection – OpenCV, Dlib and Deep Learning (C++ / Python) // LearnOpenCV: веб-сайт. URL: <https://learnopencv.com/face-detection-opencv-dlib-and-deep-learning-c-python/> (дата звернення: 01.10.2022).

УДК 004

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛОГІСТИЦІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Р. В. Маліновський, І. З. Мануляк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, ruslan.malinovskyi-a12322@nung.edu.ua

Сучасний логістичний ринок залізничних перевезень не можна уявити без ІТ-рішень, які допомагають автоматизувати індустрію. У свою чергу автоматизація тягне за собою оптимізацію логістики, скорочення витрат, підвищення прозорості логістичних операцій, покращення контролю за транспортними партнерами та персоналом, а також пошук нових бізнес-партнерів, адже використання цих технологій у транспортній логістиці приносить вигоди всім учасникам ланцюжка поставок: вантажовідправникам, вантажоодержувачам, експедиторам і перевізникам.

До актуальних проблем інформаційних технологій в логістиці перевезення вантажів залізничним транспортом можна віднести:

- Слабкий розвиток комунікаційних мереж за структурою і технічним рівнем для інформаційних систем обслуговуючих комп'ютери, відсутність своєчасного обміну даними між усіма учасниками перевізного процесу.

- Різні логістичні інформаційні системи створювалися і продовжують створюватися на різних обчислювальних платформах і мовах програмування, часто несумісних між собою, без урахування вимог міжнародних стандартів. Питання автоматизації відносин між усіма учасниками перевізного процесу – це в першу чергу інтеграція нових мобільних застосунків і програмних продуктів із системами обліку (АСУ), що вже існують і працюють.

Кожен учасник використовує систему обліку на різних платформах, як-от «1С: Підприємство», BusinessAutomationFramework, SAP, Oracle, Microsoft тощо. Для повноцінного функціонування загальної системи та налагодження процесу обміну даними необхідно інтегрувати нові рішення в платформи, що вже працюють.

- Традиційно консервативні методи роботи, небажання інвестувати в автоматизацію та проводити аналіз корисних факторів унаслідок впровадження інноваційного програмного забезпечення. Не завжди менеджмент компаній зацікавлений привносити будь-які нововведення в її роботу.

- Незнання деякими учасниками ринку залізничних перевезень новинок у сфері ІТ, у зв'язку з тим, що велика кількість рішень розробляються конкретно під одного клієнта та не поширюються з метою збереження конкурентних переваг.

Вирішення вищенаведених проблем ІТ допоможе вирішити багато інших проблем логістики у сфері залізничних перевезень:

- 1) Автоматизація документообігу між усіма учасниками перевізного процесу в рамках роботи з Єдиною автоматизованою системою управління вантажними перевезеннями залізничним транспортом.

2) Автоматизація оформлення подачі та прибирання вагонів. Зазвичай на створення перевізних документів йде багато часу. Клієнтам доводиться платити зайві гроші за простій вагонів, поки вони оформляються.

3) Робота з пломбами ЗПП (запірно-пломбувальними пристроями): швидке введення правильних номерів пломб, перевірка їх цілісності й документування порушень.

4) Облік руху вагонів на підставі даних дислокації(стеження), підвищення оборотності рухомого складу і як наслідок покращення техніко-економічних показників роботи.

Основними критеріями успіху в підприємстві стали професійне управління, вміння забезпечити ефективну роботу персоналу, правильно ідентифікувати, проектувати, реалізовувати і вдосконалювати бізнес-процеси, ефективно вести організаційно-адміністративну і господарську діяльність. У цих умовах сучасні інформаційні технології і створювані на їх основі інтегровані інформаційні системи стають незамінним інструментом в забезпеченні досягнення стратегічних цілей та сталого розвитку усіх учасників перевізного процесу.

На сьогодні питання підвищення ефективності логістичних процесів на залізничному транспорті вимагають активних дій з боку усіх учасників, тому їхня конкурентоспроможність, передусім, залежить від своєчасності реагувати на глобальні тренди і виклики в області ІТ-технологій.

Літературні джерела

1 Тимошук О.М. Інформаційно-логістичні системи в сучасних транспортних технологіях [Електронний ресурс] / О. М. Тимошук, О. В. Мельник // Інвестиції: практика та досвід. – 2015. – № 22. – Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/22_2015/18.pdf.

2 Ціщик Р.В. Статистичний аналіз структури та тенденцій розвитку логістичного ринку України /Р. В. Ціщик, Н. В. Котис // Проблеми системного підходу в економіці. – 2018. – № 3 (65).

3 Лобанов М.П. Все про логістику [Електронний ресурс] / Н. Лобанов. - Режим доступу: <http://www.lobanov-logist.ru/index.php?newsid=51>. - Інформаційна логістика.

УДК 004.9

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ LED ЕКРАНАМИ З РУХОМИМ РЯДКОМ

С. М. Бабчук, П. І. Андреиченко, І. С. Бабчук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій*

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, serhii.babchuk@nung.edu.ua

LED екран з рухомих рядком вважається одним з найбільш ефективних засобів реклами. Він дозволяє зручно інформувати потенційних клієнтів про товари і послуги, але при цьому сам займає мінімум місця. Яскравість і динамічність передачі контенту на цьому обладнанні притягує погляди людей. Даний пристрій може встановлюватися в приміщенні або на вулиці [1].

Вартість LED екрану з рухомих рядком значно менша від об'ємних букв. Крім того, в залежності від моделі, LED екран з рухомих рядком дозволяє виведення різноманітної інформації та забезпечує можливість її зміни за потреби, вмикання/вимикання в задані години, є можливість налаштувати показ різної інформації в різні часові діапазони, додавати/забирати тимчасову інформацію про акції, тощо [2].

Проведений аналіз наявних LED екранів з рухомих рядком засвідчив, що в даний час змінювати інформацію, яка через них виводиться, можна через USB, Wi-Fi, мережевий кабель. Крім того, потрібна наявність персонального, комп'ютера, ноутбука чи смартфона з відповідним програмним забезпеченням. Також необхідно навчити персонал користуватися відповідними апаратними та програмними засобами, або найняти додаткових спеціалістів для виконання вищевказаних робіт, що відповідно потребує додаткових фінансових та часових затрат.

Тривалий час в різних сферах впроваджуються голосові системи управління. Сьогодні нікого не дивують голосові помічники в смартфонах, голосові системи керування автомобілями та системами розумного будинку. Загалом прослідковується загальний тренд руху в напрямку розширення сфер в яких використовується голосове управління.

Враховуючи вищевказане одним із важливих напрямків вдосконалення систем управління LED екранами з рухомих рядком є розробка апаратного та програмного забезпечення для голосового управління даними пристроями, що значно підвищить зручність їх експлуатації.

Літературні джерела

1 LED-табло: для чого використовуються та які бувають // Версії: веб-сайт. URL: <https://versii.if.ua/novunu/led-tablo-dlya-chogo-vikoristovuyutsya-ta-yaki-buvayut/> (дата звернення: 06.10.2022).

2 Біжучі стрічки / LED екрани // Денді друк: веб-сайт. URL: <https://dendy-druk.com/zovnishnya-reklama/bzhuchi-strchky/> (дата звернення: 06.10.2022).

УДК 681.587.72

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛЕЙНОГО МОДУЛЯ ТА ДАВАЧІВ ЗВУКУ ТА НАХИЛУ НА БАЗІ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO

Л. М. Заміховський, А. О. Ольховський

*76018, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, оф. 1305 тел +380 (342) 72-71-70,
e-mail:itts@nung.edu.ua.*

З другої половини ХХ століття у промисловості почалось активне використання давачів, виконавчих механізмів та контролерів для забезпечення завдань автоматизації та контролю якості продукції. Разом із розвитком мікропроцесорів та побутової електроніки, на початку ХХІ століття з'явилися менші, простіші у використанні, а головне, дешевші мікроконтролери, що призвело до появи систем Розумного дому.

Всі пристрої Розумного дому разом утворюють Інтернет Речей (IoT- англ. Internet of Things). Кількість пристроїв, що підключені до мережі постійно збільшується і в кінці 2022 року становитиме 14.4 млрд пристроїв [1]. В таких умовах є велика потреба в спеціалістах у галузі IoT.

Для забезпечення навчання спеціалістів була відкрита лабораторія Інтернет речей (IoT) обладнана сучасним апаратним та програмним забезпеченням для реалізації як побутових систем (апаратне забезпечення компанії Arduino) так і для промислового інтернету речей (IIoT) апаратне та програмне забезпечення компаній Honeywell та Phoenix Contact.

На базі даної лабораторії було розроблено стенд, що демонструє роботу простої системи сигналізації в рамках розумного дому.

Головним компонентом системи є мікроконтролер Arduino Uno, він здійснює збір інформації з давачів, її обробку та формування вихідного сигналу для виконавчих механізмів. У випадку системи, що розглядається (рис. 1), мікроконтролер збирає інформацію з давачів звуку та нахилу, якщо звуковий фон більший за заданий рівень або спрацьовує давач нахилу, то на реле подається сигнал активації, що призводить до перемикання реле та засвічування лампи, що повідомляє студента, про зміну стану системи. В реальному елементі розумного дому замість засвічування лампи спрацює сигналізація і на пульт охорони буде передано сигнал тривоги.

Давач звуку є спрощеним мікрофоном. Принцип його роботи полягає у п'єзоефекті, а саме у виникненні струму в біметалевій пластині при її пружній деформації. Величина струму, що генерується, пропорційна амплітуді звукових коливань. Давач обладнаний потенціометром, що дозволяє регулювати його чутливість.

Іншим елементом є давач нахилу. Він складається з циліндра, в середині якого є дві металевих кулі, а на дно давача виведено два контакти. Таким чином

давач спрацьовує лише тоді, коли куля замикає собою ці два контакти, тобто знаходиться в нижньому положенні. Також давач можна використовувати для вимірювання вібрацій, коли немає необхідності в точних вимірюваннях. Давач кріпиться на двері та вікна і спрацьовує при їхньому відкритті.

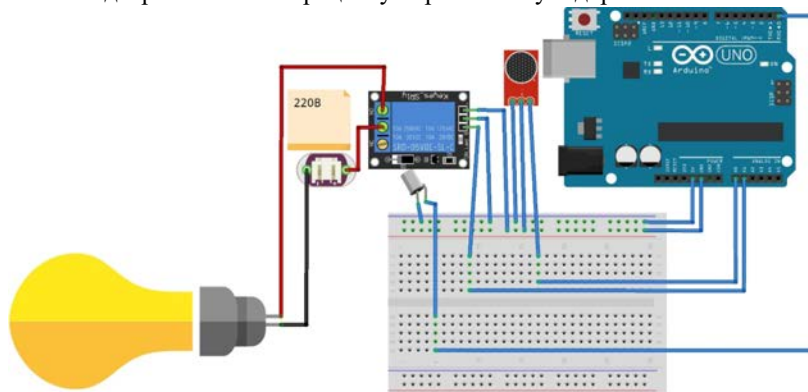


Рисунок 1 – Принципова схема стенду дослідження релейного модуля та давачів звуку та нахилу на базі апаратних засобів Arduino

Дані стенди є частиною комплексу, що розроблений для навчання спеціалістів галузі Інтернету речей та використовується у таких дисциплінах, як “Основи робототехніки”, “Елементи і пристрої автоматики”, “Сенсори та виконавчі механізми” та інші. У майбутньому планується розширення комплексу стендів лабораторії до рівня охоплення усіх пристроїв та рівнів функціонування розумного будинку.

Літературні джерела

1 М. Hasan, State of IoT 2022: Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally [Електронний ресурс] / М. Hasan– Режим доступу до ресурсу: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>

2 Ольховський А. О. Основи робототехніки. Практикум з лабораторних робіт / А. О. Ольховський, Л. М. Заміховський, А. Б. Романюк. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019.

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ*Б. М. Богайчук, С. В. Зікратий**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

В даний час системи автоматичного розпізнавання автомобільних номерів потрібні в самих різних галузях. Подібні системи дозволяють контролювати наявність автомобілів в зоні обслуговування, визначати час обслуговування автомобілів клієнтів, кількість вільних місць на парковці, фіксувати час перебування автомобіля в конкретній зоні, організовувати автоматичний в'їзд і виїзд автомобілів тощо. Крім того, автоматичне розпізнавання номера автомобіля є важливим аспектом контролю і забезпечення безпеки дорожнього руху з огляду на постійно зростаючу кількість автомобілів на дорогах.

Автоматичне розпізнавання автомобільних номерів базується на наступних процедурах:

- локалізація;
- нормалізація;
- сегментація;
- розпізнавання;
- синтаксичний аналіз.

Перша процедура призначена для виявлення і локалізації на зображенні області з реєстраційним номером автомобіля. Далі знайдена область вирізається з вихідного зображення і розглядається окремо. Нормалізація полягає в приведенні розмірів і орієнтації отриманого на попередньому кроці зображення з номером до необхідного для подальшої роботи виду, тобто до зображення номеру зі стандартизованими кутами повороту та нахилу тексту. Тут виконуються геометричні перетворення, шумозаглушення, зміна яскравості і контрасту. Процедура сегментації забезпечує поділ зображення на знакомісця, тобто виділення областей окремих символів. Процедура розпізнавання призначена для формування рядка символів в автомобільного номеру. Остання процедура (процедура синтаксичного аналізу) виконується для визначення елементів рядка, що містить символи номера. Дані елементи можуть відрізнятися відповідно до стандартів країн реєстрації транспортних засобів.

Нормалізація зображення номерного знак у проводиться в два етапи. Спочатку визначається кут повороту номера в площині зображення. На другому – виконується алгоритм отримання нормалізованого зображення номера з вхідного зображення з урахуванням кута його повороту.

Для повороту області зображення, що відповідає, нормалізованому номеру, використовується алгоритм, що базується на від повідному афінному перетворенні координат. Для зменшення спотворень зображення при повороті, по в'язаних з його дискретним характером, використовується метод, заснований на білінійній інтерполяції по найближчих чотирьох пікселях.

На другому етапі виконується розрахунок карти щільності знайдених точок меж в просторі коефіцієнтів лінійних залежностей просторових координат

згідно перетворенню Хафа. Метою другого етапу визначення рівняння прямих, що відповідають верхній і нижній межі номерного знаку.

Для сегментації символів на автомобільному номері пропонується використовувати підхід, заснований на підлаштуванні під реальне зображення різних моделей розташування символів на номері. При цьому кожен модель можна представити у вигляді зображення темних прямокутників, що відповідають символам номера, на світлому тлі.

Як критерій відповідності зображенню номера використовується величина:

$$K(x, y, W, H) = \frac{S_w - S_b}{\sigma_w}$$

де S_w – середня яскравість зображення під світлою областю, S_b – середня яскравість зображення під чорною областю, σ_w – середній квадратичний розкид яскравості зображення під світлою областю, x і y – координати всередині зображення номера, W і H – горизонтальний і вертикальний розміри моделі.

Чим більше значення критерію $K(x, y, W, H)$, тим більше модель відповідає зображенню номера. Підгонка моделі під зображення полягає у виборі згідно з прийнятим критерієм найкращого положення і розмірів моделі. Після цього, приймається рішення про найкращий тип моделі для поточного зображення номера. Якщо враховувати можливі похибки при нормалізації номера, на основі запропонованого критерію можна незалежно визначити більш точне положення для кожного символу.

Отримані після сегментації зображення символів дозволяють застосовувати їх для вирішення задачі розпізнавання. Запропонований алгоритм сегментації дозволяє також визначити тип номерного знаку, а отже, з'ясувати, чи кожен із символів буквою або цифрою, що дозволить полегшити аналіз зображень на наступному етапі розпізнавання. Запропоновані досить прості моделі дозволяють виконувати операцію сегментації з високою ефективністю за якістю і швидкості, а також дозволяють в разі потреби без значних додаткових зусиль розширити число використовуваних моделей номерного знаку шляхом введення в розгляд інших можливих розташувань символів.

Літературні джерела

1 Huruchi Gurvey of Method for Character Recognition / G. Dedgaonkar uruchi, Anjali A. Chandavale, Ahok M. apkal // International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). – 2012. - №5: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ijeit.com/vol%201/Iue%205/IJEIT1412201205_36.pdf

2 Fuhrman J.A., Yur'ev A.N., Yanhin V. Tifrovye metody obrabotki i rapoznavaniya binarnykh izobrazhenii [Digital method of proceeing and recognition of binary image]. Kranoyark, Kranoyark Univerity Publ., 1992, 248 p. Emgu CV Eential. Packt Publihing, 2013, 105 p.

3 Viola P., Jone M.J. Rapid Object Detection using a Booted Cascade of imple Feature. Proc. IEEE Conf. on Computer Viion and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001, vol. 1, p. 511–518.

**МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ
«ТЕХНОЛОГІЇ І ЗАСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ»**

М. Я. Николайчук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: its@nung.edu.ua.*

Особливістю організації лабораторних практикумів в умовах змішаної та дистанційної форм навчання є обмеження доступу до лабораторного обладнання і попередньо встановленого і налаштованого інструментального програмного забезпечення. Тому, при організації лабораторних занять в таких умовах, слід приділяти значну увагу наданню здобувачам можливості самостійно створювати апаратно-програмний інструментарій для виконання лабораторних робіт.

Сучасні апаратно-програмні комплекси для автоматизованого проєктування систем управління на базі PLC надають таку можливість, включно з можливістю симуляції режимів роботи PLC та імітаційного моделювання засобів людино-машинного інтерфейсу.

Далі наведено структуру лабораторного практикуму з дисципліни «Технології і засоби проєктування систем управління», що побудована на вищевказаному підході.

Метою практикуму є: ознайомлення здобувачів зі складом, призначенням і технічними характеристиками PLC S7-1200; освоєння процедур інсталяції та налагодження інтерфейсу базового інструментального програмного пакету для розробки систем управління STEP 7 Professional [1] та симулятора PLCSIM [2]; отримання навиків створення і симуляції проєктів в STEP 7 Professional.

Нижче наведено послідовність пунктів, які забезпечують самостійне створення здобувачами апаратно-програмного інструментарію для виконання задач лабораторного практикуму:

1) виконання інсталяції і оновлення програмних модулів TIA Portal (STEP 7 і PLCSIM);

2) встановлення необхідних ліцензійних ключів для функціонування інсталюваних програмних модулів TIA Portal (при реєстрації на сайті підтримки <https://support.industry.siemens.com/cs/start?lc=en-US> є доступні демо-версії);

3) створення нового проєкту в STEP 7 Professional;

4) виконання конфігурації апаратних засобів проєкту;

5) виконання параметрування апаратних засобів проєкту;

6) налагодження комунікаційного середовища проєкту для комунікації між програматором-персональним комп'ютером (PG/PC) і PLCSIM;

7) створення тестової прикладної програми на мові FBD (Functional Block Diagramm) стандарту IEC 61131-3;

8) завантаження проєкту в PLCSIM і виконання симуляції в режимі «on-line»;

9) структурування прикладної програми, шляхом включення в проєкт організаційних блоків «OB», функцій «FC», функціональних блоків «FB» і глобальних блоків даних «DB».

10) застосування в проєкті базових програмних інструкцій інструментального пакету STEP 7 Professional;

11) робота з пам'яттю PLC (робоча, завантажувана, зберезувана) і доступними форматами даних;

12) для окремих робіт, виконання інтеграції в проєкт компонентів людино-машинного інтерфейсу на базі SCADA WinCC Professional [3];

13) опрацювання контрольних запитань до лабораторних робіт;

14) оформлення звіту з виконання лабораторної роботи відповідно до чинних вимог та індивідуального завдання (в імені проєкту використати № роботи, абрєвіатуру групи і прізвище здобувача – Lab_1_KSUA_20_1_Name).

На рисунках 1-2 наведено окремі етапи виконання лабораторної роботи з використанням засобів симуляції Simatic PLCSIM в режимі «on-line»).

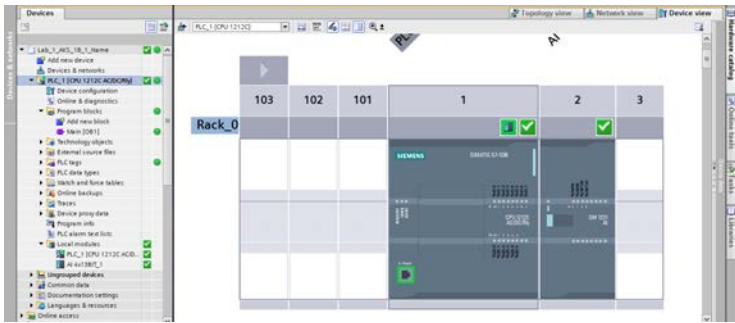


Рисунок 1 – Результат виконання команди «Go online» в меню команд після завантаження проєкту в симулятор Simatic PLCSIM

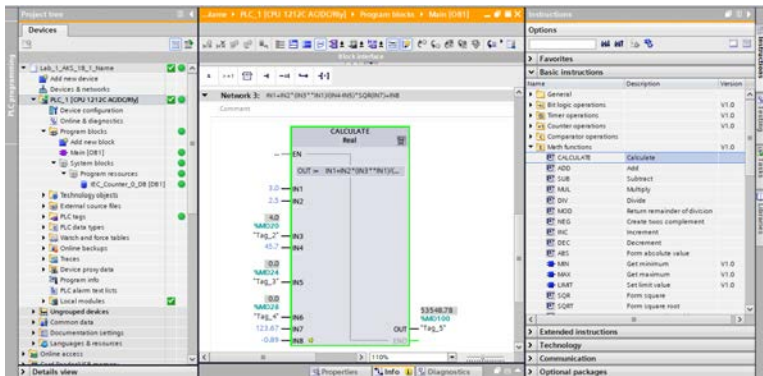


Рисунок 2 - Програмна інструкція «CALCULATE» для розрахунку значення числового виразу в мові FBD в режимі «on-line»

В табл. 1 наведено приклади варіантів індивідуальних завдань практикуму.

Таблиця 1 – Приклади варіантів індивідуальних завдань

№	CPU	SB, SM, CM, ET200	Базові інструкції: k, t, m, s, i	Формати даних: f1, f2	Retain memory, b
1	CPU 1211C AC/DC/Relay V4.2	SB 1231 AI 1 x 12 bit; CM 1243-5 PROFIBUS DP Master; IM 155-6 PN BA for ET 200SP PROFINET	RS, TP, CTU, CMP=, CONVERT, MUX, SHR	Int-DInt	100 b
2	CPU 1211C DC/DC/Relay V4.2	SB 1221 DI 4 x 24 V DC, 200 kHz; CM 1241 RS232; IM 155-6 PN ST for ET 200SP PROFINET	SR, TON, CTD, CMP<-, ROUND, DEMUX, SHL	Int-Real	200 b

Визначення параметрів базових програмних інструкцій:

k=№_Варіанту+5 (коефіцієнт перерахунку лічильника);
t(сек)=№_Варіанту (параметр часу для таймерів);
m=№_Варіанту+5 (кількість входів-виходів мультиплексора або демультиплексора);
s=№_Варіанту (кількість тактів регістра зсуву);
i=№_Варіанту (початкове значення в регістрі зсуву);
f1=№_Варіанту (для вхідного формату Int);
f2=№_Варіанту+0.5 (для вхідного формату Real);
* для станцій розподіленої периферії ET 200 встановити по 2 сигнальні модулі.

Наведена методика організації лабораторного практикуму з дисципліни «Технології і засоби проектування систем управління» забезпечує практично повноцінне засвоєння навчальних елементів, пройшла апробацію в умовах дистанційної форми навчання і має позитивні відгуки від здобувачів.

Літературні джерела

- 1 SIMATIC. STEP 7 Professional V14 SP1 System Manual: Siemens. – 04/2017. – 16098 p.
- 2 SIMATIC. Engineering Tools. S7-PLCSIM V14 online help. Programming and Operating Manual. (A5E38930186-AA) – V14, 09/2016. – 146 p.
- 3 SIMATIC. WinCC Professional V14 SP1. System Manual: Siemens. – 03/2017. – 8656 p.

УДК 004.032.26

ПОБУДОВА НЕЙРОМЕРЕЖІ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ОДЯГУ НА ЗОБРАЖЕННІ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРВІСУ GOOGLE COLAB

О. Я. Лесейко, С. В. Зікратий

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Нейронна мережа в найпростішому випадку – математична модель, що складається з кількох шарів елементів, що виконують паралельні обчислення.

Важливою особливістю нейронної мережі є її вміння навчатися з прикладів. Нейронна мережа навчається на великій кількості прикладів, що складаються з пар вхід-вихід (що відповідають один одному вхід та вихід). Вони успішно застосовуються для рішення багатьох задач ідентифікації і зокрема для розпізнавання заданих об'єктів на зображеннях. У завданнях розпізнавання елементів одягу такою парою буде вхідне зображення і відповідний лейбл – назва об'єкта (елементу одягу).

Для побудови нейромережі та її навчання було використано Google Colab – це безкоштовний хмарний сервіс на основі Jupyter Notebook. Даний сервіс спрямований на спрощення досліджень науки про дані і машинне навчання, і це все прямо в браузері.

Для досягнення високої точності розпізнавання нейронну мережу слід навчати на великому масиві зображень. Тому для навчання нейромережі було обрано набір даних Fashion MNIST – це набір даних зображень статей Zalando, що складається з навчального набору з 60 000 прикладів і тестового набору з 10 000 прикладів. Кожен приклад являє собою зображення у відтинках сірого 28x28, пов'язане з міткою з 10 класів.

Налаштовуємо шари нейромережі:

```
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(10)
])
```

та формуємо модель:

```
model.compile(optimizer='adam',
```

```
loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
metrics=['accuracy'])
```

Після закінчення налаштувань, було виконано тренування і наповнення моделі:

```
model.fit(train_images, train_labels, epochs=10)
```

Результат розпізнавання зображення наведено на рис.1.

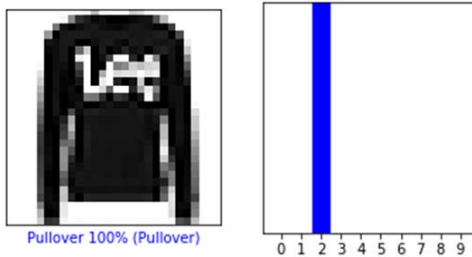


Рисунок 1 – Результат прогнозування і передбачення зображення

В загальному побудована нейромережа дозволяє класифікувати виявлений на зображеннях одяг по наперед заданих класах.

Літературні джерела

1 Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми: Науково-практичне видання. – Київ: Корнійчук, 2008. – 446 с.
 2 Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2 е издание.: Пер с англ. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

УДК 681.5

РОЗРОБКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РЕАКТОРОМ У ПРОЦЕСІ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ ІЗ ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА

Л. І. Лагойда, А. С. Сушко

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: liudmyla.lahoida@nung.edu.ua*

Основним призначення каталітичного крекінгу являється отримання високооктанових компонентів бензину а також більш важких дистилатів, отриманих при атмосферній і вакуумній перегонці нафти.

В залежності від режиму роботи установки, якості сировини і ступені дискретності каталізатора роль дифузійних і абсорбційних процесів може бути більша або менша. Швидкість такого процесу в цілому визначається швидкістю найбільш повільної стадії. При високих температурах, коли швидкість реакції на поверхні каталізатора значна, процес йде в дифузійній області. Зниження температури змінює швидкість хімічної реакції в більшій мірі ніж дифузія, тому маємо область температур, де швидкість дифузії і хімічних реакцій співставлені. Ця область відноситься до перехідної. При середніх температурах крекінгу результат буде визначатися кінетикою, тобто процес протікає в кінетичній області, відповідно до вищесказаного в залежності від області, в якій протікає процес для його інтенсифікації потрібно або підвищити температуру або прискорити подачу сировини до поверхні каталізатора.

Здійснивши аналіз технологічного процесу каталітичного крекінгу у псевдозрідженому шарі, досліджено, що головним апаратом від коректної роботи котрого у головній мірі залежать якісні показники кінцевого продукту являється реактор.

Як основу для здійснення математичного моделювання технологічних процесів, котрі проводяться в реакторі використані рівняння, які стосуються матеріальних балансів за газойлем, рештою фракцій а також бензину. Встановлено диференційні рівняння динаміки зміни параметрів в часі. Встановлено функції передач за усіма каналами регулювання.

В ході досліджень було розроблено систему керування реактором, яка складається з двох контурів керування:

- основним є контур «витрата газойлю, який надходить у реактор - концентрація бензину в потоці цільового продукту»:

$$W_{\Delta Q_1(p) \rightarrow \Delta K_{B41}(p)} = \frac{1,469}{0,712p + 1};$$

- додатковим є контур «витрата поверненого газойлю а також бензину, котрий потрапляють у реактор – концентрація бензину в потоці цільового продукту»:

$$W_{\Delta Q_2(p) \rightarrow \Delta K_{B41}(p)} = \frac{1,69}{0,712p + 1}.$$

Структурна схема а також змодельована перехідна характеристика САК у Matlab із ПІ-регулятором представлена на рисунку 1, а з ПІД-регулятором на рисунку 2.

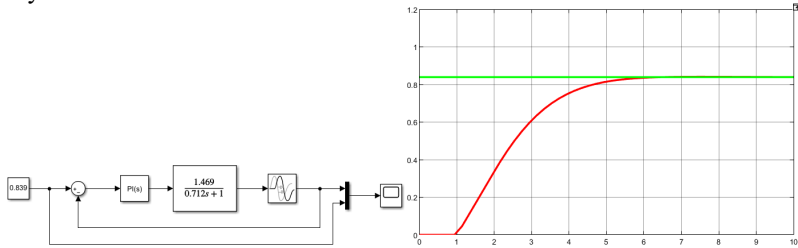


Рисунок 1 – Моделювання перехідної характеристики САК із ПІ-регулятором

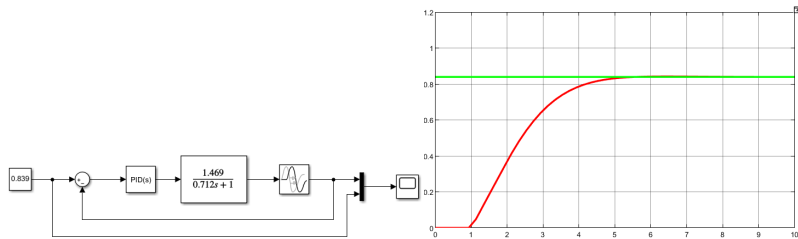


Рисунок 2 – Моделювання перехідної характеристики САК із ПІД-регулятором

Також розроблено структуру системи із нечітким регулятором, яка наведена на рисунку 3.

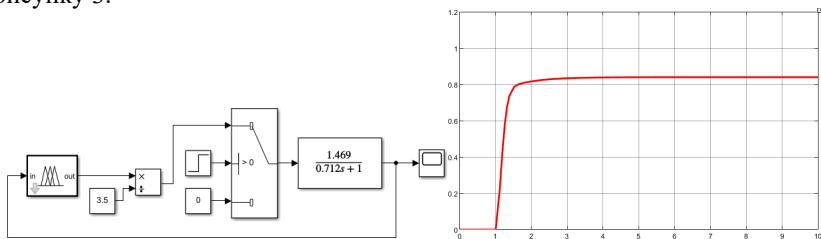


Рисунок 3 – Моделювання перехідної характеристики САК на базі нечіткої логіки

Рис. 3. Моделювання перехідної характеристики САК на базі нечіткої логіки

Літературні джерела

- 1 Смилович Є. В. Технология переработки нефти и газа. Москва: Химия, 1980. 328 с.
- 2 Новотарський М. А., Нестеренко Б.Б. Штучні нейронні мережі: обчислення. Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. 408 с.
- 3 Кононюк А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. К.: Корнійчук, 2008. 446 с.
- 4 Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 2002. 673 с.

УДК 681.518.52

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРУБЧАСТОЮ ПІЧЧЮ БЛОКУ СТАБІЛІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

А. І. Лагойда, В. Д. Мельник

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: lahoidaandrii@gmail.com*

Установка каталітичного риформінгу використовується у процесі виробництва високооктанового компоненту, який використовується для авто.

Блок стабілізації каталізату досліджуваної установки використовується для виділення із реформату таких легких вуглеводнів, як: метан; етан; пропан; бутан. Процес стабілізації каталізату відбувається за двоколонною схемою. У абсорбері фракціонування відбувається деетанізація каталізату, а у стабілізаційній колоні відпарюється пропан-бутанової фракції від каталізату.

Процес ректифікації лежить у основі стабілізації каталізату. Даний процес призначений для розділення суміші рідин, котрі володіють різними температурами кипіння, на певні чисті компоненти. Компонент, що володіє нижчою температурою кипіння має назву низькокиплячого компоненту (н.к.к.), а відповідно компонент, який володіє вищою температурою кипіння має назву висококиплячого компоненту (в.к.к.).

Однією із базових стадій технологічного процесу стабілізації каталізату являється відділення заданої температури у його складі газоподібних вуглеводнів.

Підтримання заданої температури на певному рівні являється досить важливим для коректного проходження даного технологічного процесу. З метою підігрівання нижньої частини стабілізаційної колони застосовується трубчаста піч.

Трубчаста піч призначається для нагрівання вуглеводневої сировини за допомогою теплоносія, а також з метою нагрівання та здійснення хімічних реакцій за допомогою тепла виділеного у процесі спалюванні палива безпосередньо у зазначеному апараті. Зазвичай трубчасту піч застосовують у випадку необхідності нагрівання вуглеводнів до температур, які являються вищими за температури, які можна отримати за допомогою пари, а саме температуру вищих за 230 °С.

З метою забезпечення ефективного функціонування процесу потрібно синтезувати систему автоматичного керування. Основою ефективною сучасної комп'ютерної системи керування являється використання математичної моделі технологічного процесу.

У вхідні трубопроводи трубчастої печі потрапляють стабільний каталізат а також димові газу.

Температуру стабільного каталізату на виході з печі $T_{ск.вих.}$ можемо регулювати витратою димових газів $F_{де}$, оскільки саме на виході ми матимемо можливість отримати необхідну величину температури $T_{ск.вих.}$.

Головним регульованим параметром являтиметься температура стабільного каталізату на виході із трубчастої печі, оскільки саме вона суттєво впливає на

увесь перебіг технологічного процесу у подальшому. Перевищення або заниження даного допустимого значення може викликати певні небажані наслідки.

На основі вказаних тверджень розроблено математичну модель та отримано функції передачі по досліджуваних каналах регулювання:

$$W_{T_{ск.вкл.}}(p) = \frac{5,6}{11,675p^2 + 2757p + 1}; \tag{1}$$

$$W_{F_{ав.}}(p) = \frac{3087p + 1}{11,675p^2 + 2757p + 1}. \tag{2}$$

На основі отриманих функцій передач розроблено одноконтурну (а), каскадну (б), а також систему з фазі регулятором (в).

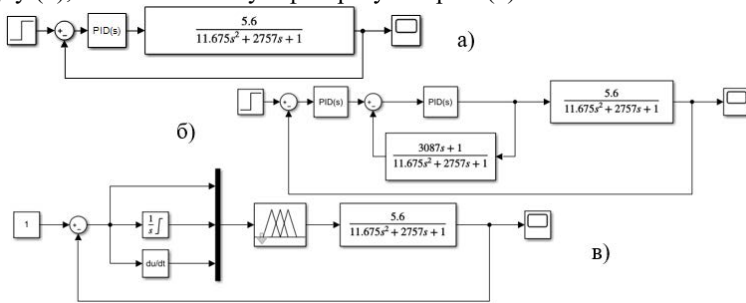


Рисунок 1 – Структури систем керування

В процесі дослідження систем автоматичного керування отримано перехідні характеристики, які засвідчили найбільшу ефективність системи з фазі регулятором.

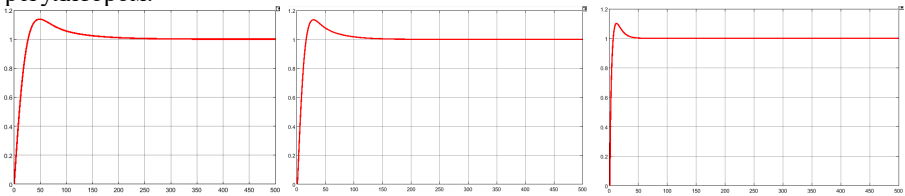


Рисунок 1 – Перехідні характеристики розроблених систем

Літературні джерела

- 1 Кузнецов А. А., Кагерманов С. А., Суданов Е. Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия, 1974. 432 с.
- 2 Маслянский Г. Н., Шапиро Р. Н. Каталитический риформинг бензинов. Л.: Химия, 1985. 250 с.
- 3 Гостев В. И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. К.: Радиоаматор, 2008. 972 с.
- 4 Клюев А. С., Лазов Б. В., Клюев А. А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергоатомиздат, 1990. 480 с.

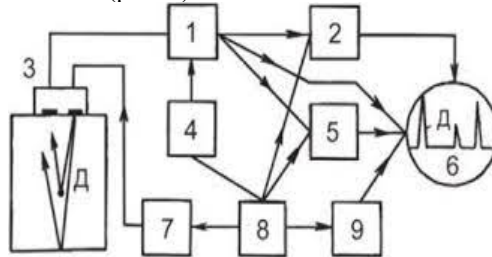
УДК 620 179.2

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОГАШЕННЯ РІВНЯ ШУМІВ У ДЕФЕКТΟΣКОПАХ

І. З. Лютак, З. П. Лютак, А. В. Хамурда, О. С. Федьків

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

В ультразвуковому контролі за допомогою дефектоскопів використовуються різні способи передачі ультразвуку: контактний, менісковий, імерсійний, безконтактний, що приводить до різного рівня підсилення. Підсилювач є одним з основних блоків дефектоскопа. Структурна схема дефектоскопа показана на (рис. 1).



1 - підсилювач; 2-автоматичний сигналізатор дефектів; 3-ультразвуковий п'єзоперетворювач; 4- блок системи часового регулювання чутливості з еквалайзером; 5- вимірювальний блок; 6- відеоблок; 7- генератор зондуючих імпульсів; 8- блок керування візуалізацією сигналу; зразок з дефектом (Д)

Рисунок 1 – Структурна схема ультразвукового дефектоскопа

Рівень шумів залежить від структури металу, частоти ультразвукових коливань п'єзоперетворювача, а також від виду контакту п'єзоперетворювача до контрольованої поверхні. Сигнал за амплітудою може бути меншим від рівня шумів, тому виділення сигналу із шумів є в деяких випадках неможливим. Використання програмного еквалайзера дає можливість регулювати підсилення. Коефіцієнт підсилення підсилювача регулюється за допомогою часового регулювання чутливості з використанням еквалайзера 4. Програмний еквалайзер 4 представляє собою пристрій, в якому використані існуючі бібліотеки програм, що реалізують функції еквалайзера, і які створені за допомогою програми MATLAB. Дана програма складається з окремих програм, що можуть використовуватися самостійно.

При контролі матеріалів з різною структурою сигнал, який поступає на вхід підсилювача, поступає з різною формою в шумах різної частоти і інтенсивності.

Шумостійкість схем є суттєвою характеристикою, оскільки інтерференція шуму і корисного сигналу є джерелом помилок. Шумостійкість часто дозволяє оцінювати значення інтерференційного імпульсу, який може переключати схему обробки сигналу на різному рівні, що приводить до зменшення точності контролю.

Для зменшення впливу шумів використовують ряд класичних способів, зокрема, використання транзисторів з малими шумами, зменшення діапазону

підсилення на високих і на низьких частотах, використання різних методів обробки корисного сигналу.

Найбільш оптимальним методом є використання програмних еквалайзерів для погашення шумів різної частоти і інтенсивності. Важливо зрозуміти, що підсилення сигналу навіть на певній частоті приводить до підсилення шумів, а суттєве збільшення підсилення може привести до викривлення корисного сигналу. У зв'язку з цим послаблення шумів на певних частотах дає більш якісний результат, ніж підсилення самого луно-сигналу.

Першим етапом для використання програмних еквалайзерів є перетворення аналогового сигналу в цифрову форму. Найбільш чисто використовується схема з двотактним інтегруванням, де перетворення проходить протягом двох стадій: стадії інтегрування та стадії підрахунку.

$$t_1 = K_n / f_{\max}. \quad (1)$$

До моменту закінчення процесу вихідна напруга буде дорівнювати:

$$U_{\text{вих}}(t_1) = -\frac{1}{RC} \int_0^{t_1} U_{\text{вх}}(t) dt = -\frac{U_{\text{вх.ср}} K_n}{f_{\max} RC}, \quad (2)$$

де $U_{\text{вих}}$ – середнє значення вхідної напруги за час t_1 ; K_n - коефіцієнт підрахунку таймером; f_{\max} - частота тактова; RC - елементи інтегруючої ланки.

Використання програмного еквалайзера в ультразвукових дефектоскопах дає можливість автоматично зменшувати рівень шумів, підвищити значення співвідношення сигнал-шум і тим самим підвищити точність контролю. Даний метод можна використати в інших ультразвукових приладах, зокрема товщиномірах, структуроскопах, твердомірах тощо.

Літературні джерела

1 Charles J. Hellier. Handbook of nondestructive evaluation.– McGraw–Hill.– 2003.– 603 p.

2 Гольдберг Л.М., Левчук Ю.П., Поляк М.Н. Цифровые фильтры /Л.М. Гольдберг.- М.: Связь.1989.- 160с.

УДК 004.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ З ВІДКРИТИМ КОДОМ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ «РОЗУМНИМ БУДИНКОМ»

В. В. Благий, Ю. В. Паньків, Х. В. Паньків

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15*

Сьогодні все більшої актуальності набуває проблема енергозбереження та енергоефективності. Одним з шляхів її вирішення є впровадження так званих систем керування «розумним будинком» Розумний будинок - це житловий будинок сучасного типу, організований для проживання людей за допомогою автоматизації і високотехнологічних пристроїв. Головні завдання які

вирішують системи: управління світлом, управління кліматом, система безпеки, сенсорне управління, віддалене управління, голосове управління та багато інших.

Вперше визначення «розумний будинок» було сформульовано у Вашингтонському Інституті інтелектуальної будівлі і звучало наступним чином: «Розумний будинок» – це будинок, що забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору.

На даний час серед численних комерційних платформ існують також рішення відкритим програмним кодом, які мають значну перспективу та спільноту підтримки. З поміж них можна виділити декілька основних: Domoticz, Node Red та Home Assistant. Розглянемо їх детальніше.

Domoticz – відносно проста система домашньої автоматизації, яка дає змогу контролювати та налаштовувати окремі пристрої. Система Domoticz встановлюється на Raspberry Pi, Windows, Linux, Mac OS X та вбудованих пристроях. Призначена для роботи у різних операційних системах. Має власну програму для смартфона. Інтерфейс користувача є масштабованим веб-інтерфейсом HTML5 і автоматично адаптується для настільних і мобільних пристроїв. Сумісний з усіма браузерами. Domoticz написаний на C++, використовує власний вбудований веб-сервер, написаний на C++ для ефективної роботи та уникнення залежностей.

Node-RED - це інструмент для візуального програмування, що базується на керуванні потоком даних з використанням графічних вузлів. Графічний редактор базується на WEB, він дає можливість розробляти застосунки через розміщення і з'єднання вузлів та їх налаштування. Node-RED розроблений працівниками компанії IBM для поєднання різноманітних пристроїв, API та онлайн-сервісів як складових частин Інтернету речей. Сьогодні Node-RED може запускатися на різноманітних засобах у тому числі комп'ютерах та гаджетах під керуванням різних операційних систем, та в хмарних застосунках. У Node-RED є базові вузли, якими одразу забезпечений Node-RED після встановлення, так і додаткові, які можна встановлювати з відкритого репозиторію спільноти. Саме середовище побудовано на основі Node.js, який реалізовує виконання програм JavaScript як серверного застосунку. Програма створена на Node-RED складається з потоків (Flow), які виконуються як умовно незалежні програми.

Home Assistant – це одна з найпопулярніших систем організації, автоматизації та управління пристроями розумного будинку та інтернету речей від великої кількості різноманітних брендів. Програма написана мовою програмування Python та має відкритий вихідний код.

Одна з найбільших переваг сервісу – його доступність. Встановити Home Assistant на Windows, macOS, Linux або навіть на Raspberry Pi не складе труднощів. Завдяки мобільному додатку установка можлива не лише на стаціонарні комп'ютери та ноутбуки, а й на смартфони та планшети на Android та iOS. Для управління пристроями HA використовує окремі компоненти (components) та інтеграцію (integrations). Програма дозволяє об'єднати IoT-пристрої в рамках 1800 готових інтеграцій у 50+ категоріях. Системи та

пристрої, які ви можете підключити, включають Amazon Alexa, Google Nest та Google Assistant, Samsung SmartThings, ZHA (Zigbee Home Automation), Xiaomi, Яндекс Карти, Dyson. Інтерфейс програми цілком зрозумілий і переведений на безліч мов. Кожен користувач може змінювати картки на панелі управління на власний смак.

В табл.1 наведено особливості, переваги та недоліки вищеперелічених продуктів.

Таблиця 1 – Порівняння продуктів з відкритим кодом

Domoticz	Node RED	Home Assistant
<p>Переваги: Інтеграції та API: Domoticz пропонує API для інтеграції з іншими ІТ-додатками. Ці інтеграції дозволяють, наприклад, підключитися до бази даних, обмінюватися даними або навіть синхронізувати файли між кількома комп'ютерними програмами за допомогою розширення, плагіна або API (інтерфейс програмування програми / інтерфейс програмування). Згідно з нашою інформацією, програмне забезпечення Domoticz може підключитися до API та плагінів. Сумісність і налаштування: Таким чином, програмне забезпечення в режимі SaaS, Domoticz сумісне з більшістю бізнес-інформаційних систем, а також з більшістю операційних систем (ОС), таких як Windows, Mac OS і Linux, оскільки воно доступне з веб-браузера (Chrome, Firefox...). Цей програмний пакет також доступний віддалено (в офісі, вдома, у дорозі тощо) з багатьох мобільних пристроїв, таких як iPhone (платформа iOS) або планшет або смартфон Android, і, ймовірно, має мобільний додаток, доступний у Play Store / App. Магазин. Для його використання важливо мати правильне підключення до Інтернету та оновлений браузер. Технічна допомога: Видаєць, який розробив цю комп'ютерну програму (Domoticz), пропонує технічну підтримку, а також комерційну документацію на вебсайті.</p>	<p>Переваги: Спрощення: Під час програмування за допомогою Node-RED ви помітите його простоту. Як впливає з назви без коду/низького коду, кодування виключено, а програмування інтуїтивно завершується з мінімальною кількістю операцій, які потрібно використовувати. Ефективність: FBP, характерний для Node-RED, може бути завершений майже лише за допомогою GUI операцій. Редактор потоку Node-RED піклується про створення середовища виконання програм, синхронізації бібліотеки, інтегрованого середовища розробки (IDE) та редактора підготовки, щоб ви могли зосередитися на розвитку. Висока якість: Висока якість – це справжня цінність програмування на основі потоку та візуального програмування. Кожен вузол, наданий як компонент, є повним модулем який пройшов модульне тестування. В результаті автори програми можуть зосередитися на перевірці операції на рівні об'єднання, не турбуючись про вміст вузла. Це великий фактор, який усуває людську помилку на єдиному рівні та забезпечує високу якість. Відкрите джерело: Node-RED — це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом. Тому його можна гнучко використовувати під ліцензією Apache2. Деякі ерозробляють власні сервіси на основі Node-RED,</p>	<p>Переваги: Швидкість: коли ви запускаєте дію або видаєте команду, вся обробка відбувається у вашому домі, оскільки домашній помічник є локальним контролером. Через веб-сервер нічого не надсилається. Крім того, у вас не буде занадто багато пристроїв, які змагаються за пропускну здатність вашої домашньої мережі. Розумні пристрої можна зберігати в підмережах і підключати лише гаджети, з якими безпосередньо взаємодіють. Сумісність: вам не потрібно боятися, що такі компанії, як Amazon, заборонять ваші пристрої Google, якщо ви не використовуєте їхню хмарну службу для початку. Безпека: коли до Інтернету підключено мало пристроїв, буде менше пристроїв, які дозволять Інтернет у вашій мережі. Вам дозволено вирішувати, що може отримати доступ до ваших даних і як вони взаємодіють. Контроль: Хмара пропонує лише обмежені послуги користувачам, які потрібні їхнім власникам. Використовуючи локальні концентратори та контролери, ви вільні вирішувати, що з цим робити. Ви можете мати повний контроль над пристроями й автоматикою та залучати так глибоко, як забажаєте. Надійність: що станеться, якщо хмарний сервіс не працює? Або якщо сервери просто виходять з ладу, залишаючи тисячі користувачів із замкненими дверима або без змінного струму, оскільки центр домашньої автоматизації не працює?</p>

<p>Там ви можете знайти повний технічний посібник, відповіді на поширені запитання, а також форум чи службу підтримки за квитками. Деякі видавці також пропонують навчання на місці або допомогу по телефону, наприклад, для розгортання програмного забезпечення на кількох комп'ютерних станціях.</p> <p>Domoticz адаптований до потреб компанії</p> <p>Ця програма рекомендована для торгівлі</p> <p>Це хмарне програмне забезпечення використовується в галузях</p>	<p>а інші переходять на свій власний інтерфейс користувача та розгортають його як вбудований.</p> <p>Бібліотека Node-RED:</p> <p>Бібліотека індексує всі модулі Node-RED опубліковано в загальнодоступному репозиторії npm, припускаючи, що вони дотримуються правильної упаковки.</p> <p>Це та область, у якій ми бачимо найбільший внесок спільноти, з більш ніж 2000 доступних вузлів, що означає, що для кожного знайдеться щось для себе</p> <p>Різні платформи:</p> <p>Node-RED можна використовувати на різних платформах. Це тому, що Сам Node-RED є програмою Node.js, як ми згадували раніше.</p> <p>Безкоштовно:</p> <p>Node-RED є безкоштовним джерелом.</p>	<p>Що робити, якщо власники сервісів перестануть підтримувати ваш конкретний пристрій? Уявіть, що ви втратили Інтернет? Багато обставин призводять до того, що ваші пристрої, підключені до хмари, переходять у режим офлайн. Але якщо ви використовуєте локальний центр домашньої автоматизації для обслуговування та керування своїми пристроями, вам не доведеться турбуватися про такі проблеми.</p> <p>Безкоштовно:</p> <p>Home Assistant є безкоштовним джерелом.</p>
<p>Недоліки:</p> <p>Робоча станція:</p> <p>Дана програма надає можливість керування пристроями, але для її впровадження кожен користувач має мати локальну робочу станцію</p> <p>Використання пристроїв:</p> <p>Можливість використання пристроїв лише від певних вендорів (наприклад xiaomi) у той час, 12 як розроблена система забезпечує зв'язок із пристроями які підтримують використання MQTT протоколу.</p> <p>Інтерфейс:</p> <p>Стандартний інтерфейс виглядає дещо застарілим.</p> <p>SD-карти:</p> <p>SD-карти для Raspberry, але перестав підтримувати це через проблеми з хостингом, а також підтримувати версії для різних систем.</p> <p>Встановлення:</p> <p>Не має сценарію встановлення, який можна завантажити та встановити однією командою.</p>	<p>Недоліки:</p> <p>Високий поріг входження:</p> <p>Поріг входження вище, тому що з базами даних, сервером та чутрами, а також з тим, як їх підключити користувачам доведеться розбиратися самим.</p> <p>Процес:</p> <p>процес зупиниться у разі виникнення помилки в ноді, що відповідає за виконання коду</p> <p>Пам'ять:</p> <p>У Node-RED можна зберігати дані в пам'яті програми, але якщо вона впаде – дані будуть видалені.</p> <p>Підтримка:</p> <p>Є тільки блог і форум</p>	<p>Недоліки:</p> <p>Підтримка:</p> <p>Підтримка будь-якого продукту важлива, щоб переконалися, що все працює для споживача.</p> <p>Незважаючи на те, що існує велика спільнота учасників і користувачів, коли ви використовуєте рішення з відкритим кодом, це означає, що ви, ймовірно, будете багато шукати в Інтернеті або шукати дискусії на форумах, щоб вирішити свої проблеми.</p> <p>Не всі речі локальні:</p> <p>На паперовій концепції, наявність повного локального рішення дає користувачам можливість використовувати можливість розумного дому, не відмовляючись від своєї конфіденційності. Однак, оскільки галузь розумних технологій дуже керується хмарою, не завжди легко знайти продукти, які є локальними та працюють із Home Assistant.</p> <p>Інтеграція та можливості:</p> <p>Хоча кожен тип смарт-пристрою має спільні можливості, кожен постачальник смарт-пристроїв має свої унікальні функції. Наприклад, лампочка все ще є лампочкою, яка вмикається та вимикається, але деякі можуть мати кольори або забезпечувати більше контролю та мати вбудовані сцени тощо.</p>

Наведена методика організації лабораторного практикуму з дисципліни «Технології і засоби проектування систем управління» забезпечує практично повноцінне засвоєння навчальних елементів, пройшла апробацію в умовах дистанційної форми навчання і має позитивні відгуки від здобувачів.

Літературні джерела

1 Електрична проводка, установче обладнання та розумні системи управління будинком [Електронний ресурс]. – 2022. – URL: <https://happy-home.dp.ua/electricity/>

2 Васильківський І.С., Фединець В.О, Юсик Я.П. Виконавчі пристрої систем автоматизації. 2020. – К.: Львівська політехніка, 2020. – С. 40-55.

3 Ситник В. Ф. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – С. 150.

4 Електронний аналізатор параметрів мікроклімату приміщення для системи розумний дім: опис патенту на корисну модель 146633 U Україна: G01N 27/00, G01K 7/00, F24F 11/64, F24F 11/65 / Дяченко С.Л., Рохварг С.Л., Солтис С.М.; заявник Квадротех лімітед. – Заявлено 24.04.19; опублік. 10.03.21, Бюл. №10, 2021. – 6 с. :іл.

5 Automation Technological and Business Processes smart home [Електронний ресурс]. - 1993. URL: https://www.researchgate.net/publication/284475207_ROZUMNIJ_BUDINOK.

6 An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – 2017. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>.

6 Home Assistant [Електронний ресурс]. – 2022. – URL: <https://dou.ua/forums/topic/40237/>.

Збірник наукових праць

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, ТЕХНІЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ»

Тези доповідей

Тексти тез доповідей надруковано в авторській редакції
без внесення суттєвих змін організаційним комітетом.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність
за зміст публікації, підбір фактів, цитат, статистичних даних та інших відомостей.

*Рекомендовано до друку рішенням організаційного комітету
(протокол № 3 від 11.10.2022 р.)*

Підписано до друку 12.10.22 р. Формат 60x84_{1/16}.
Папір офсетний
Ум. друк. арк. 16,3. Наклад 100 прим. Зам. № 20.

