

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, ТЕХНІЦІ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

МАТЕРІАЛИ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

Івано-Франківськ

2024

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

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

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

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**10 ЖОВТНЯ
Івано-Франківськ-2024**

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

Зікратий С. В. проректор з науково-педагогічної роботи ІФНТУНГ

заступник голови

Піх В. Я. директор інституту інформаційних технологій ІФНТУНГ

члени комітету

Бандура В. В. завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення ІФНТУНГ

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

Лагойда А. І. завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ІФНТУНГ

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

Середюк О. Є. в.о. завідувача кафедри інформаційно-вимірювальних технологій ІФНТУНГ

секретаріат комітету

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

ЗМІСТ

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

<i>С. Г. Блощенко, А. О. Панов</i>	Розробка алгоритму системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва сухарних виробів	15
<i>Б. І. Тимчук, М. В. Шавранський</i>	Алгоритм розроблення схеми системи автоматизації процесів керування об'єктами, які функціонують за умов невизначеності	17
<i>Г. Г. Зварич, І. Р. Кіліштоф</i>	Метод раннього виявлення відхилення від норми процесу компримування природного газу	19
<i>І. Р. Кіліштоф</i>	Визначення функції передачі формуючого фільтру	21
<i>М. М. Цицик</i>	Аналіз мультиколінеарності критеріїв оптимальності процесу буріння нафтових і газових свердловин долотами типу PDC	23
<i>Д. О. Донов, А. О. Панов</i>	Розробка алгоритму системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва сиру	25
<i>Г. Г. Зварич, Б. І. Тимчук</i>	Статистичні характеристики флуктуацій часу, що витрачається на буріння 1 м порід по глибині свердловини	27
<i>О. В. Кучмистенко, Б. І. Тимчук</i>	Моніторинг та прогнозування технічного стану газоперекачувального агрегату	29
<i>Г. Г. Зварич, Г. Д. Матеїк</i>	Вибір формуючого фільтру на основі аналізу властивостей вхідного сигналу	31
<i>Г. Д. Матеїк, Г. Г. Зварич, І. І. Кіліштоф</i>	Розроблення моделі об'ємної густини енергії як інтегральної контрольованої оцінки властивостей гірських порід на вибої свердловини	33
<i>Б. І. Тимчук, Г. Д. Матеїк</i>	Розроблення програмного забезпечення для реалізації алгоритму керування мікропроцесорного контролера	35
<i>М. В. Кінтілій, А. О. Панов</i>	Розробка алгоритму системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва рідких дитячих молочних продуктів	37
<i>М. М. Цицик, Г. Д. Матеїк</i>	Критерії оптимізації процесу буріння глибоких свердловин долотами з полікристалевим озброєнням типу PDC	39

<i>М. В. Шавранський, М. Р. Тимофіїв</i>	Актуальність розробки автоматизованої системи раннього виявлення аварійних ситуацій під час буріння нафтогазових свердловин	41
<i>Г. Д. Матеїк, В. Я. Куриш</i>	Методи формування керуючої напруги для п'єзокерамічних перетворювачів	43
<i>В. А. Сотніков</i>	Автоматизація фінансового моніторингу: перспективи та виклики	45
<i>М. В. Шавранський, В. С. Романів</i>	Автоматизація технологічного процесу вісбрекінгу	47
<i>М. І. Горбійчук, М. З. Василенчук, М. І. Когутяк</i>	Дослідження динамічних властивостей непрямого нагрівника нафти як об'єкта автоматичного керування	50
<i>Д. Р. Чанкветадзе, Л. І. Фешанич</i>	Виклики, можливості та майбутні напрямки розвитку моделей компонентно-базових систем промислової автоматизації	53
<i>М. І. Горбійчук, А. М. Лазорів</i>	Порівняльний аналіз ефективності роботи ПІ-та ПІД-регуляторів при автоматизації муфельної печі	54
<i>Р. В. Цяпура, А. І. Лагойда</i>	Удосконалення системи автоматичного керування дебутанізатором установки стабілізації конденсату за допомогою впровадження компенсаційних регуляторів	56
<i>С. С. Жердієва, Н. В. Микитенко</i>	Розвиток промислової автоматизації в харчовій промисловості	59
<i>Н. І. Гаврильчук, А. І. Лагойда</i>	Розроблення удосконаленої системи автоматичного керування блоком регенерації діетиленгліолюм з використанням аперіодичного регулятора стабілізації температури	61
<i>М. І. Горбійчук, І. С. Єднак</i>	Очищення природного газу методом низькотемпературної сепарації, технологічні аспекти та автоматизація	63
<i>В. В. Берізка, О. В. Кучмистенко</i>	Дослідження типових схем автоматизації реактору гідрування сіркових з'єднань	64
<i>О. А. Вашечкін, О. В. Кучмистенко</i>	Алгоритми стабілізації і управління квадрокоптером на основі ПІД-регулятора	66
<i>О. А. Ворона, О. В. Кучмистенко</i>	Аналіз і шляхи вдосконалення технологічного процесу випікання в хлібопекарній печі	69

<i>Ю. Л. Гаєвський, О. В. Кучмистенко</i>	Ідентифікація та математичне моделювання теплообмінника	71
<i>С. І. Гонтарук, В. Р. Куць</i>	Аналіз технічних характеристик FPV-дронів залежно від виконуваного завдання	73
<i>Ю. І. Чубатий, О. В. Кучмистенко</i>	Синтез нечіткого регулятора	75
<i>Є. В. Іванець, О. В. Кучмистенко</i>	Аналіз стійкості нелінійної системи	77
<i>С. А. Чокої, О. В. Кучмистенко</i>	Аналіз процесу атмосферної перегонки нафти, як об'єкта автоматизації	79
<i>Ю. О. Іванюк</i>	Електрифікація керування клапанами в двигунах внутрішнього згоряння	82
<i>Р. Р. Попенюк, О. В. Кучмистенко</i>	Автоматизоване регулювання витрати олефінів реактора піролізу етилену	84
<i>А. В. Кривцун, О. В. Кучмистенко</i>	Проектування схеми зовнішніх з'єднань у САПР EPLAN ELECTRIC P8	86
<i>І. М. Петрина, О. В. Кучмистенко</i>	Ідентифікація реактора перемішування РК-1, як об'єкта керування	88
<i>О. М. Куртяк, О. В. Кучмистенко</i>	Розробка функціональної схеми вимірювального каналу регулювання тиску на виході десорбційної колони ДК-100	91
<i>А. В. Орбов, О. В. Кучмистенко</i>	Автоматизація процесу гідролізу целюлозного субстрату	92
<i>Б. В. Ломей, О. В. Кучмистенко</i>	Автоматизація та оптимізація параметрів гідроочищення блоку гідроочищення дизельного палива	94
<i>Д. С. Новіков, О. В. Суботін</i>	Актуальність розвитку біонічних роботів	96
<i>Р. І. Салінко</i>	Інтеграція інтернету речей (IoT) для оптимізації виробничих процесів у промисловості	98
<i>Д. Р. Кропивницький, О. А. Коваль</i>	Система автоматичного керування процесом механічного буріння на основі мікропроцесорної техніки	99
<i>Н. М. Салінко</i>	Автоматизовані системи управління енергоспоживанням в освітніх установах	101
<i>Г. О. Салінко</i>	Використання цифрових двійників для моделювання та прогнозування роботи промислових об'єктів	103

<i>М. І. Когутяк, Р. В. Саведчук</i>	Розроблення цифрового двійника установки підготовки комозиційних сумішей	104
<i>Л. І. Лагойда, Ю. І. Баран</i>	Розробка системи автоматичного регулювання трифазним сепаратором нафти	106
<i>М. І. Когутяк, Т. А. Артим</i>	Електронна модель ректифікаційної колони	108
<i>Т. Б. Ярич, А. І. Лагойда</i>	Удосконалення автоматизованої системи керування установкою відбензинення нафти із використанням методів штучного інтелекту	110
<i>М. І. Когутяк, О. Р. Корчинський</i>	Розроблення цифрового симулятора реактора	112
<i>Л. І. Лагойда, В. В. Берізка</i>	Розробка системи автоматичного регулювання для сепаратора газу установки комплексної підготовки газу	114
<i>М. І. Когутяк, В. Р. Гавришук</i>	Математичне моделювання підігрівника нафти	116
<i>С. М. Лунів, А. І. Лагойда</i>	Удосконалення системи автоматизації процесу очищення вуглеводневих газів розчином лугу на основі гібридних мереж	117
<i>Л. І. Лагойда, В. М. Ошур</i>	Побудова логічної функції для системи автоматичного захисту від помпажу відцентрового нагнітача газоперекачувального агрегату	119
<i>Ю. С. Федорович, А. І. Лагойда</i>	Методи та моделі підтримки прийняття проектних рішень на основі новітніх дачивів даних	122

Інформаційно-вимірювальні технології та енергетичний менеджмент

<i>Г. Г. Зварич, М. М. Цицик</i>	Застосування fuzzy-logic при побудові систем контролю енергетичними ресурсами	125
<i>І. Р. Кіліштоф, Г. Д. Матеїк</i>	Дослідження природи утворення твердих тіл та їх структуру	127
<i>Є. В. Тисяк, Д. Ю. Лебедев</i>	Вдосконалення систем управління великими акумуляторними батареями	129
<i>М. М. Мигаль, П. Р. Гамула</i>	Використання високоентропійних сплавів у сенсорних системах для моніторингу фізичних параметрів: перспективи та виклики	131
<i>В. Б. Біліщук, А. В. Квачук</i>	Моделювання параметрів двигуна постійного струму приладу для вимірювання міжфазного натягу	133

<i>В. М. Козут, Л. А. Витвицька</i>	Комплексний експрес-контроль якості лакофарбових матеріалів	135
<i>В. І. Нагірний, І. С. Ліхновський</i>	Розробка сучасних методів діагностики сенсорних мереж для підвищення надійності двоконтурних систем опалення	136
<i>Н. М. Піндус, О. Б. Барна, С. В. Маланчук</i>	Метрологічне дослідження роботи аспіраційного психрометра Ассмана	138
<i>О. М. Уколов, О. Є. Середюк</i>	Розроблення напрямів модернізації автоматизованих перевірочних установок для лічильників води	140
<i>Р. І. Гураль, І. П. Романський, М. В. Кодря</i>	Методика калібрування ультразвукових діагностичних апаратів	142
<i>М. М. Труфан, О. Є. Середюк</i>	Переваги застосування просторово-часового кодування при передаванні сигналів в інформаційно-вимірювальних інтелектуальних системах телеметричного контролю	144
<i>Р. Є. Гушпит, Т. В. Кеpeciук, Л. Б. Пастущин</i>	Розроблення типової методики калібрування мікрометрів	146
<i>A. V. Voronich, O. S. Krynytskyi</i>	Analysis of models for determining the concentration of pollutants in the atmosphere	148
<i>A. І. Шістка, Ю. Й. Стрілецький</i>	Дослідження теплоізоляційних властивостей стін будівель на основі аналізу температурних перепадів та спектру імпедансів теплового опору при збуреннях природніми процесами	150
<i>З. П. Лютак</i>	Аналіз даних ультразвукового контролю труб середнього діаметру	151

Інтелектуальні інформаційні технології та рішення

<i>A. С. Мякишин</i>	Програмне забезпечення зі збереження, організації та керування закладками з використанням штучного інтелекту	155
<i>В. М. Шавранський, М. В. Шавранський</i>	Інтелектуальна система керування процесом буріння нафтогазових свердловин в нештатних ситуаціях	157
<i>М. Р. Тимофіїв, М. В. Шавранський</i>	Математична модель керування процесом буріння нафтогазових свердловин на основі нечіткої логіки	159
<i>О. О. Оленич, Я. І. Заячук</i>	Огляд видів біометричних криптосистем аутентифікації	162

<i>Г. А. Бразілій, М. В. Чичужко</i>	Впровадження штучного інтелекту у навчальний процес: можливості та виклики	163
<i>М. В. Шавранський, В. В. Стадник</i>	Моделювання газорозподільної станції як об'єкта автоматизації на основі нечіткої логіки	165
<i>В. С. Шнурок, Р. Б. Вовк</i>	Роль ключів у забезпеченні цілісності, продуктивності та ефективної структури реляційної бази даних	167
<i>І. В. Цапро, О. А. Золотухіна</i>	Порівняння методів аналізу торгових обсягів у середовищі python	169
<i>В. Н. Цівка</i>	Цифрова трансформація держави: отримання е-паспорта	172
<i>М. В. Лєдок</i>	Впровадження штучного інтелекту в освіту: перспективи та етичні виклики	174
<i>М. В. Крихівський, С. М. Крихівська</i>	Проблеми людино-машинної взаємодії в контексті штучного інтелекту	176
<i>Є. А. Газукін, Т. М. Вейдер</i>	Особливості використання сучасних інформаційних технологій в освіті	178
<i>Ю.С. Романова, Р. Б. Вовк</i>	Реляційні та нереляційні бази даних: особливості та сфери застосування	180
<i>О. І. Чекан, Н. В. Микитенко</i>	Автоматизація виробничих процесів за допомогою інтелектуальних виробничих систем	182
<i>В. М. Вінтоняк, В. Д. Мельник</i>	Особливості реалізації технологій штучного інтелекту в аналізі вимог до програмних рішень	184
<i>О. Sovhar</i>	Rationale behind using artificial intelligence in education	186
<i>С. Є. Євсєєв</i>	Використання ланцюжків з великих мовних моделей для контролю знань в дистанційному навчанні	188
<i>V. I. Bakalo</i>	Botnets: detection and protection	190
<i>В. Б. Кропивницька, В. Р. Якимів</i>	Дослідження ефективності мурашиних алгоритмів при різних розмірах колоній	193
<i>О. Б. Барна, Н. М. Піндус, С. М. Барна</i>	Роль інформаційних технологій в концепції сталого розвитку	194
<i>Т. Б. Шеремет, В. В. Бандура</i>	Тестування API та сервісів: як забезпечити якість та надійність API за допомогою автоматизованих тестів та інструментів, таких як Postman	196

<i>В. В. Бандура, М. В. Крихівський, Т. О. Ваврик</i>	Метрики безпеки як інструмент оцінки та покращення якості ПЗ	199
<i>Л. І. Лагойда, В. І. Стельмащук</i>	Синтез інтелектуальної системи керування процесом гідроочищення дистилатів дизельних палив в умовах інформаційної невизначеності	201
<i>Р. Б. Вовк</i>	Система прийняття рішень на основі експертних знань для процесу буріння нафтових і газових свердловин	203
<i>Р. О. Семенюк, О. С. Царева</i>	Архітектура розподілених систем: моделі та підходи	205
<i>Т. Б. Голик, О. В. Кучмистенко</i>	Розробка нечіткої системи керування реактором гідрування	207
<i>Л. В. Саманів</i>	Інформаційні технології для вдосконалення професійних умінь та навичок у студентів вищих технічних закладах	209
<i>В. Б. Галас, О. С. Царева</i>	Застосування ші для автоматизації сценаріїв, аналізу результатів тестування та прогнозування дефектів	210
<i>Д. Р. Кропивницький, М. В. Головачук</i>	Огляд стратегій зниження енергоспоживання комп'ютерів	212
<i>М. С. Рудик, О. С. Царева</i>	Клієнт-серверна модель: загальні характеристики	214
<i>В. Д. Мельник, В. В. Бандура, О. Т. Богдан та ін.</i>	Ефективність використання абдуктивного логічного фреймворку в системі штучного інтелекту	216
<i>Т. Я. Вдовичин, Б. В. Гочак</i>	Технологія створення інтелектуальних карт з використанням Draw.io	218
<i>В. Д. Мельник, В. В. Бандура, О.М. Іванотчак та ін.</i>	Особливості задач класифікації на множині контенту в контексті реалізації індуктивного логічного програмування	220
<i>А.Ю. Онищук, В.В. Бандура</i>	Практичне застосування віртуальних потоків у Java	222
<i>В. Д. Мельник, В. В. Бандура, В. В. Головачук та ін.</i>	Використання асоціативних правил в абдуктивних фреймворках загального призначення для ефективного функціонування мультиагентних систем	223
<i>О. Є. Душенко, О. С. Царева</i>	Кібербезпека в тестуванні: методи забезпечення безпеки ПЗ	225

<i>В. Д. Мельник, В. В. Бандура, І. П. Касянчук та ін.</i>	Підвищення загальної якості результатів і рівня автоматизації процесу видобування знань на основі класифікаційних моделей	227
<i>М. Р. Никифорок</i>	Використання технологій машинного зору для підвищення ефективності управління автомобільним трафіком	229
<i>В. П. Касянчук, В. В. Бандура</i>	Вплив штучного інтелекту на розвиток медицини	231
<i>Д. О. Мосюк, В. Б. Кропивницька</i>	Клієнт-серверні архітектури в шкідливому ПЗ: загрози та способи протидії	232
<i>В. Д. Мельник, В. В. Бандура, Б. В. Вацеба та ін.</i>	Застосування методу класифікаційного дерева рішень як способу абдукційного обчислення підвищення ефективності цифрових транзакцій в комп'ютерних системах	234
<i>Р. М. Іванишин</i>	Підвищення ефективності розробки програмного забезпечення на базі Java Spring Data JPA з інтеграцією предметно-орієнтованої мови (DSL)	236
<i>Я. Г. Мельничук, В. Д. Мельник</i>	Переваги використання генеративного штучного інтелекту студентами під час навчального процесу (на прикладі чату GPT)	238
<i>О. Ф. Козак, В. В. Бандура, В. В. Кобелюх</i>	Інтелектуальні інформаційні технології в задачах трубопровідного транспорту газу	240

Математичне моделювання та обчислювальні методи

<i>Б. І. Тимчук</i>	Аналіз математичних моделей об'єктів підготовки природного газу і газового конденсату	243
<i>М. В. Шавранський, Т. Б. Дмитрик</i>	Моделювання мехатронних систем керування електродвигунами під час буріння нафтогазових свердловин	245
<i>М. В. Шавранський, Б. І. Карпінцев</i>	Динамічні моделі парового котла як об'єкта автоматизації	248
<i>М. В. Шавранський, В. В. Стадник</i>	Аналітичне моделювання газорозподільних станцій	250
<i>М. Р. Тимофійв, М. В. Шавранський</i>	Моделювання роботи автоматизованої системи контролю прихоплення бурильного інструменту на основі реальних даних	253
<i>М. В. Шавранський, А. Р. Гуцало</i>	Модель автоматизованої системи для мінімізації енергетичних витрат під час транспортування нафти	255
<i>Н. В. Новікова, О. А. Києнко</i>	Математичне моделювання фізичних процесів	257

<i>В. Б. Кропивницька, А. І. Бойчук</i>	Моделювання процесу обслуговування пацієнтів для аналізу ефективності роботи чергового лікаря	258
<i>В. Б. Кропивницька, І. Б. Незамай</i>	Моделювання складних динамічних процесів на основі клітинних автоматів	260
<i>Д. Р. Кропивницький, В. С. Лецько</i>	Моделювання транспортних потоків за допомогою клітинних автоматів	262
<i>Д. Р. Кропивницький, В. М. Василюк</i>	Моделювання соціальної поведінки людей за допомогою клітинних автоматів	263
<i>І. І. Яремак, Р. О. Яремак</i>	Математична модель надійності синхронного електропривода насосного агрегата	265

Інформаційні комп'ютерні системи

<i>Б. В. Пащковський</i>	Проектування бази даних місць дорожньо-транспортних пригод на території Івано-Франківської міської територіальної громади	267
<i>П. С. Баранов, Я. І. Заячук</i>	Порівняння стандартів кібербезпеки ISO 27001 та NIST CSF	269
<i>О. І. Царюк, Я. І. Заячук</i>	Використання криптоалгоритму ECDSA для цифрових підписів	271
<i>Т. Є. Мохнаткіна, Я. І. Заячук</i>	Метод збільшення швидкодії криптосистеми на основі алгоритму RSA	273
<i>А. В. Манілець, Б. В. Пащковський</i>	Підвищення продуктивності відеоігор з використанням технологій масштабування FSR та DLSS	274
<i>А-М. L. Lishchenko, Y. O. Yuvkovetska</i>	Innovative approaches to optimizing information and computer systems in the era of digital transformation	275
<i>С. М. Бабчук, В. В. Блонський, І. С. Бабчук</i>	Мікроконтролерна система виявлення та інформування щодо початку землетрусу	277
<i>С. М. Бабчук, А. Д. Довганюк, І. С. Бабчук</i>	Система моніторингу рівня води в річках	278
<i>Т. О. Ваврик, Л. М. Гобир</i>	Оптимізація ресурсів у хмарі за допомогою віртуальних машин: стратегії управління ресурсами та оптимізації використання обчислювальних потужностей	279
<i>Л. О. Штаєр, О. І. Белей, М. М. Піх</i>	Розроблення діаграми послідовностей для інформаційної системи "Паводки"	281

<i>Т. Я. Вдовичин, Р. В. Демків</i>	WordPress як ефективний інструмент для програмування	283
<i>С. О. Токарєв, В. В. Бандура</i>	Аналіз моделі конкурентності Loom	285
<i>А. В. Вовк, Т. М. Фасолько</i>	Аналіз сучасного стану системи електронних платежів національного банку України	287
<i>М. М. Піх, В. Я. Піх</i>	Вплив файлових систем на продуктивність комп'ютерних систем	289
<i>В. М. Гарасимів</i>	Розробка структури авто-тестів із використанням патернів проєктування	291
<i>А. А. Мацішин</i>	Створення веб-сторінки дизайну інтер'єру засобами HTML та CSS	293
<i>Н. П. Дуброва</i>	Використання інформаційних технологій при поточному контролі знань студентів економічного напрямку	295
<i>І. З. Лютак</i>	Розроблення додатку для енергетичного менеджменту на основі рекомендацій стандартів та відкритого API	297
<i>М. М. Піх, В. Я. Піх</i>	Веб-фреймворки незмінні помічники у світі цифрових технологій	299
<i>Р. І. Мельник</i>	Розробка додатку персонального фінансового менеджера засобами мови Kotlin для платформ Android	301
<i>В. М. Кушнір, Р. Б. Вовк</i>	Гнучкість та продуктивність NOSQL баз даних: порівняльний аналіз MONGODB, REDIS та NEO4J	303
<i>Ihor Liutak, Nataliia Dubko</i>	Front-end application development for data processing in mv grids using the Open Energy Platform	305
<i>М. Р. Кобута, М. А. Кононенко</i>	Розроблення системи вимірювання статичних параметрів діодів	307
<i>І. І. Яремак, М. М. Юрів</i>	Моделювання електромеханічних систем на основі теорії електричних і магнітних кіл	308
<i>М. Г. Чуйко, М. М. Чуйко</i>	Контроль ступеня розтікання рідин зразком твердого тіла імпедансним методом	309
<i>І. І. Яремак, М. М. Гудзь</i>	Сучасні системи керування технологічними процесами в електроенергетиці	311

<i>Р. О. Яремак</i>	Web-платформи для зберігання та аналізу даних з метою вдосконалення існуючих рішень	313
<i>В. С. Борин, С. А. Чокої</i>	Автоматизація процесу виробництва скла	314
<i>В. С. Борин, С. В. Миколайчук</i>	Автоматизація ваговимірювальних систем на рухомих об'єктах	316
<i>В. С. Борин, М. В. Марунчак</i>	Автоматизація тепличного комплексу з використанням міні-ТЕЦ	318
<i>В. С. Борин, А. М. Ксенофонов</i>	Автоматична система вимірювання параметрів потоку рідини	320
<i>В. С. Борин, Є. В. Іванець</i>	Автоматизація технологічного процесу підготовки природних і попутних нафтових газів	321
<i>В. С. Борин, В. І. Головачук</i>	Автоматизація процесів керування інерційними каналами енергоблоку теплової електростанції з використанням двоканального нечіткого контролера	323
<i>О. Ю. Филищук, Ю. В. Безгачнюк, Л. О. Штаєр</i>	Використання технології Native Federation при проектуванні інтерфейсу тестової системи контролю знань	325
<i>Р. П. Томашівський, Н. С. Лацук</i>	Застосування оцінок інформаційної ентропії для виділення інформативних фрагментів вимірювальних сигналів	327
<i>Р. В. Маліновський, Р. Т. Красняк</i>	Інформаційна ефективність представлення імпульсних джерел на основі циклічних М-послідовностей	329
<i>В. В. Хома, Т. Г. Гарасимів</i>	Розробка методу для виявлення схожості зображень	331
<i>І. І. Возний, С. Л. Івасюк</i>	Основні характеристики комп'ютерних мереж передачі даних	333

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

УДК 658.62:664

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА СУХАРНИХ ВИРОБІВ

Блощенко С. Г., Панов А. О.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна, panovanton1994@gmail.com

Здобні сухарі — це висушені скибки здобного спеціально випеченого хліба, у вигляді різних розмірів і форм продовгуватих плит. Здобні сухарі відрізняються складом рецептури, формою, розмірами та кількістю штук в 1 кг. Машинно-апаратна схема виробництва сухарів представлена на рисунку 1. Сухарні вироби витримують 12...36 год на полицях вагонеток 1 при $t=10\ldots120^{\circ}\text{C}$. Потім розрізається хліборізальною машиною 2 і укладається на стіл 3 в пакети 4, які розміщують на полицях вагонеток 5. Касети 4 укладають на полиці конвеєрної сушарки 6 і сушать 6...8 годин. Після сушки касети укладають на полиці вагонетки 7 і потім на вибракочний стіл 8 і далі на фасування 9 в крафт – мішки 10. При виробленні здобних сухарів заготовки сухарних плит формуються в машині, яка ділить їх на дрібні часточки, розкачує та укладає в ряди на листах [1].

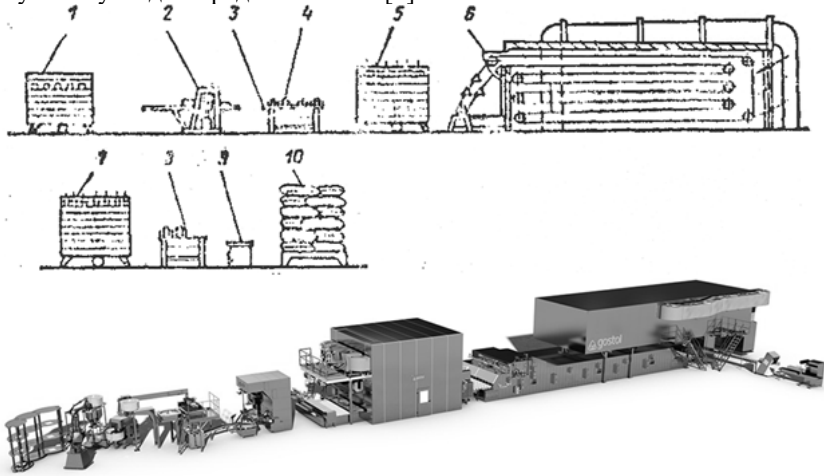


Рисунок 1 - Машинно-апаратна схема виробництва здобних сухарів

Сухарі здобні — висококалорійні вироби. Рецептури на їх виготовлення включають цукор — 10-25 %, масло вершкове або маргарин — 5-15%, яйця в тісто і на мастило — 50-300 шт, а також іншу сировину для надання певних смакових якостей. Вміст пресованих дріжджів складає 2-4, солі — 1,0 % до маси борошна.

Тому створення автоматизованого контролю над показниками та параметрами рецептури є обов'язковим та облегшить роботу персоналу і усунуть людський фактор помилок. Алгоритм блок схема технологічного

процесу виробництва здобних сухарів представлено на рисунку 2. Так як тісто на здобні сухарі готують переважно двофазними способами: опарним з виздобою або без неї при періодичному приготуванні опари і тіста в діжах; опарним без виздобу в агрегатах безперервної дії з традиційним чи скороченим періодом бродіння тіста перед обробленням; на рідкій опарі; на диспергованій фазі, то автоматизований контроль над процесом створить чітке дозування усіх інгредієнтів, які є у рецептурі [2].

Із вибродженого тіста формують сухарні плити. Цю операцію здійснюють на спеціальних машинах або вручну, і для зменшення помилок буде під'єднано до всіх виконавчих механізмів програмований логічний контролер, за допомогою якого оператор самостійно запрограмує потрібний час та швидкість приготування [3].



Рисунок 2 - Блок-схема технологічного процесу виробництва здобних сухарів

Літературні джерела

1 Розрахунок здобних сухарних виробів Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності 181 Харчові технології освітнього рівня «бакалавр» / Уклад.: М.П. Ксенюк, – Чернігів: ЧНТУ, 2016. - 49 с.

2 А. О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.

3 І. О. Фурман Автоматизовані системи керування технологічними процесами / І. О. Фурман, В. А. Краснобаєв, П. П. Рожков, С. О. Тимчук, С. С. Радченко - Харків: Факт, 2006. – 317 с.

АЛГОРИТМ РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄТАМИ, ЯКІ ФУНКЦІОНУЮТЬ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Тимчук Б.І., Шавранський М.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, kafatp@ukr.net

Для автоматизації технологічних об'єктів, які функціонують за умов апіорної та поточної невизначеності щодо їх структури і параметрів, якими є деякі об'єкти нафтової і газової промисловості, наприклад, установки для буріння нафтових і газових свердловин роторним способом, електробурами або турбобурами, найбільш сприятливим є застосування принципів фаззи-логіки. Ця задача є актуальною у зв'язку з широким впровадженням в галузі комп'ютерно-інтегрованих технологій [1].

Проте, аналіз літературних джерел показує недостатній об'єм проведених досліджень у цьому напрямку, зокрема в напрямку розробки алгоритмів синтезу систем з фаззи-контролерами.

Тому метою даної роботи є синтез алгоритму процесу розробки системи автоматизації процесів керування об'єктами, що функціонують за умов апіорної та поточної невизначеності.

Відомо [1, 2], що основними етапами розробки системи автоматизації такого класу на базі фаззи-контролерів є наступні:

- формалізація поставленої задачі: встановлення функціональної структури системи, вхідних та вихідних величин, вхідних та вихідних фільтрів; складання лінгвістичного опису з конкретними фізичними значеннями параметрів;
- встановлення алгоритмічних ступенів свободи: агрегація, імплікація, акумуляція, метод дефазифікації;
- встановлення параметричних ступенів свободи: можливих інтервалів зміни вхідних та вихідних величин, форми та параметрів функцій належності, фаззи-правил;
- моделювання і оптимізація розробленої системи в режимі off-line: інтерактивний аналіз поведінки фаззи-системи за допомогою програмної моделі керованого об'єкта або з використанням заздалегіть підготовлених промислових даних;
- оптимізація фаззи-системи в режимі on- line: під'єднання створеної системи контролю або керування до реального об'єкта і оптимізація різних компонентів системи в реальних умовах;
- реалізація розробленої системи.

Сукупність всіх названих етапів покладена в основу створення блок-схеми алгоритму (рис.1) розробки системи автоматизації процесів керування об'єктами, що функціонують за умов апіорної та поточної невизначеності.

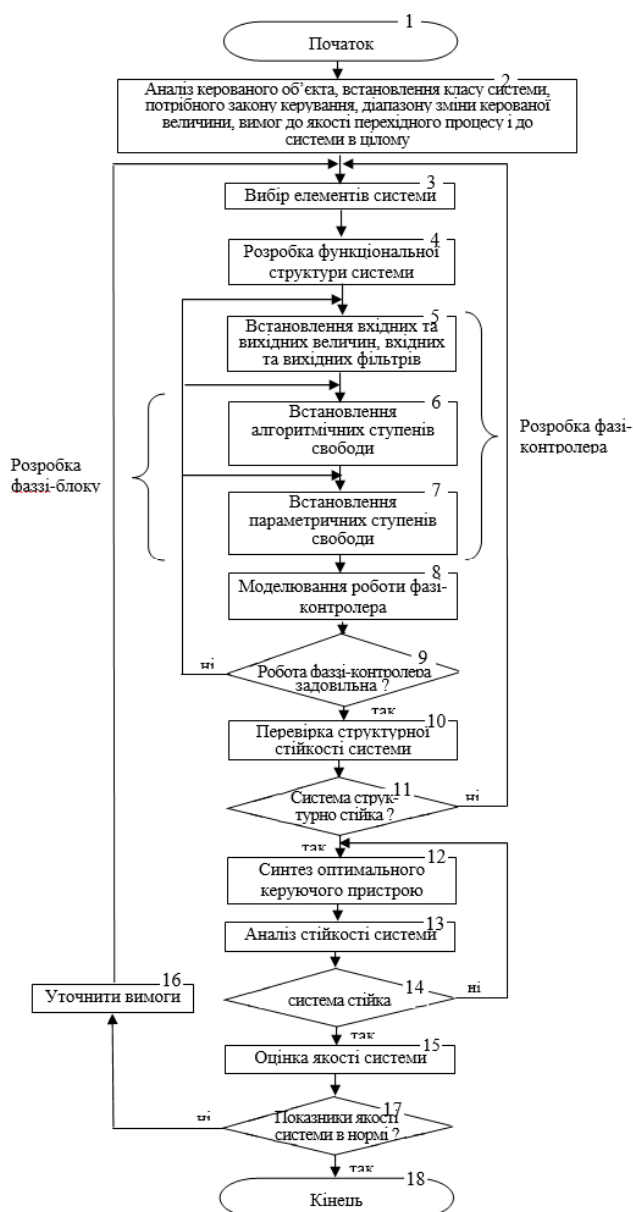


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму розробки системи автоматизації

Отже запропоновано алгоритм розробки системи автоматизації процесів керування об'єктами, що функціонують за умов апіорної та поточної невизначеності, який на відміну від алгоритму створення звичайних систем керування, містить алгоритм розробки фазі-контролера, що дозволяє розробити проект фазі-системи автоматизації процесів керування складними об'єктами.

Літературні джерела

1 Hampel R., Chaker N. Structure analysis for fuzzy-controller // Proceedings of Fuzzy-96, Zittau, Germany, 1996. – 83-91 p.p.

2 Головач І.Р. Аналіз інформативних параметрів і розробка автоматизованої системи керування процесом екстракції: дис...канд.техн.наук: 05.13.07.– Львів, 2004.– 160 с.

УДК 681.513.52:622.691.4

МЕТОД РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ ВІД НОРМИ ПРОЦЕСУ КОМПРИМУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Зварич Г.Г., Кіліштоф І.Р.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
halyna.zvorych@nung.edu.ua*

Однією із ключових проблем автоматизації компримування природного газу є створення швидкодіючих автоматичних систем антипомпажного регулювання та захисту відцентрових нагнітачів. У зв'язку з цим задача дослідження коливань у проточній частині компресора і створення інформаційної технології раннього виявлення помпажу є актуальною, а її розв'язання дасть змогу захистити компресор від помпажу і підвищити надійність його роботи.

Оскільки оператори компресорних станцій краще сприймають графічне зображення поточних ситуацій, то запропоновано метод раннього виявлення відхилень процесу компримування газу від нормальних робочих характеристик, що ґрунтується на формуванні та аналізі фазових портретів показників помпажу та їхньому порівнянні з атракторами.

Як показник помпажу вибрано акустичний сигнал. Для даного інтервалу досліджуваного сигналу, скориставшись програмою Malab [1], знаходимо математичне сподівання $M = 3,71$, дисперсію $D = 0,54$, середньоквадратичне відхилення $S = 0,74$. Для визначення закону розподілу і його перевірки за допомогою критерію Колмагорова поділили вибірку на інтервали та визначили їх абсолютні та відносні частоти. Далі скористалися програмою Distribution Fitting Tool і порівняли 7 законів розподілу – гамбеловський, експоненціальний, гамма, логнормальний, нормальний, релеєвський, рівномірний. Встановлено, що краще всього підходить логнормальний розподіл (рис. 1). Критичний рівень значущості для нього дорівнює 0,398.

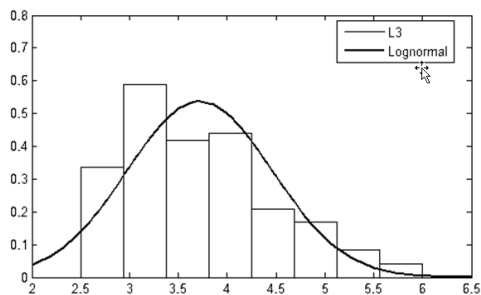


Рисунок 1 – Закон розподілу для акустичного сигналу

Для побудови фазових портретів використали пакет Simulink програми MatLab (рис. 2) і модель для побудови фазових портретів

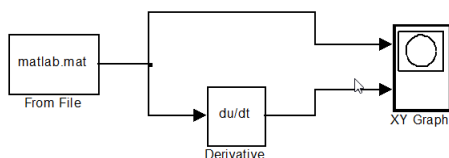


Рисунок 2 – Модель для побудови фазових портретів

Для полегшення виявлення помпажних явищ запропоновано використати аттрактор, за допомогою якого можна візуально спостерігати, коли фазовий портрет переходить в передпомпажний стан і "м'який" помпаж (рис. 3).

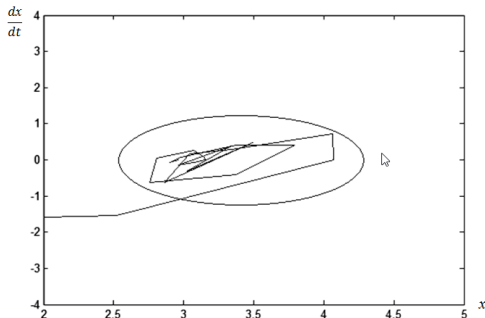


Рисунок 3 – Фазовий портрет і граничний цикл стаціонарного режиму роботи ГПА

Фазовий портрет, що побудований у координатах $dx/dt = f(x)$, де x – контрольований акустичний сигнал, порівнюється з аттрактором – еліпсом надійності $ax^2 + by^2 = 1$. Якщо поточні дані є у межах аттрактора, то процес компримування газу класифікують як «норму». Якщо точка фазового портрету виходить за межі еліпсу, то це є «передпомпажне явище» або «аномалія».

Літературні джерела

1 Довгий Б.П. Використання математичного пакету Matlab для розв'язання прикладних задач / Б.П.Довгий, Є.С.Вакал, Ю.Є.Вакал, А.В. Попов. – К.:Фітосоціоцентр, 2012. – 77 с.

УДК 681.5.015.42

ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ ПЕРЕДАЧІ ФОРМУЮЧОГО ФІЛЬТРУ

Кіліштов І.Р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, kafatr@ukr.net

При дослідженні автоматичних систем керування виникає необхідність створювати типові випадкові впливи штучно – за допомогою спеціальних генераторів. Найпростіше ця задача вирішується з використанням методу формуючого фільтра. Суть методу полягає в тому, що потрібний випадковий сигнал отримується шляхом пропускання білого шуму через фільтр з відповідною частотною характеристикою. Це задача розглянута на прикладі графіка зміни в часі осового зусилля на долото. Розглянуто зміни значення зусилля на долото впродовж 420с. У програмі Mathlab Curve Fitting Tools [1] побудовано автокореляційну функцію і визначено рівняння апроксимації (рис.1).

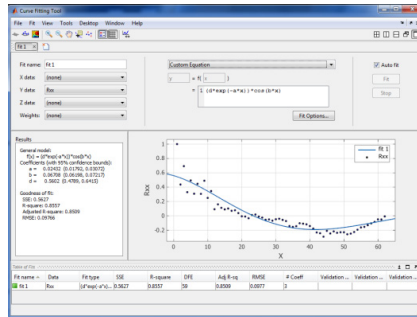


Рисунок 1 - Графічні зображення нормованої автокореляційної функції досліджуваного процесу в програмі Mathlab Curve Fitting Tools

Generalmodel:

$$f(x) = (d \cdot \exp(-a \cdot x)) \cdot \cos(b \cdot x)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

$$d = 0.5602; \quad a = 0.02432; \quad b = 0.06708.$$

У результаті апроксимації рівнянням автокореляційної функції є:

$$y(t) = 0,5602 \cdot e^{-0.02432 \cdot t} \cdot \cos(0,06708 \cdot t).$$

Застосовуючи до кореляційної функції $R(\tau) = D e^{-a(\tau)}$ перетворення, визначимо спектральну щільність, використовуючи програму MatLab.

За отриманими даними побудуємо графік залежності S від ω (рис. 2).

$$w=0:0.1:10;$$

$$S=0.01362 ./ [0.00059 + (0.06708 - w.^2) + 0.01362 ./ (0.00059 + (0.06708 + w.^2))]; \text{plot}(S).$$

Оскільки частотна передавальна функція $W_{\phi}(j\omega)$ фільтра зв'язана з спектральною щільністю $S(\omega)$ формуючого сигналу співвідношенням

$$\{W_{\phi}(j\omega)\}^2 = S(\omega)$$

то для пошуку функції $W_{\phi}(j\omega)$ необхідно розкласти спектральну щільність $S(\omega)$ на спряжені множники $W_{\phi}(j\omega)$ і $W_{\phi}(-j\omega)$. З цих двох множників фізично реалізованим у вигляді фільтра є лише перший.

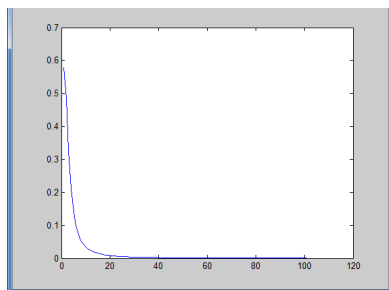


Рисунок 2 - Графічне зображення спектральної щільності досліджуваного процесу в програмі MatLab

Для сигналу з експоненціально-косинусною кореляційною функцією маємо передавальну функцію фізично реалізованого фільтра:

$$W_{\phi}(j\omega) = \sqrt{2Da} \frac{j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(j\omega + a)^2 + b^2} = 0.1651 \frac{j\omega + 0.0713}{(j\omega + 0.02432)^2 + 0.0045}$$

За допомогою програми MatLab побудуємо амплітудно-фазову характеристику формуючого фільтра щодо зміни осьового навантаження на долото (рис. 3):

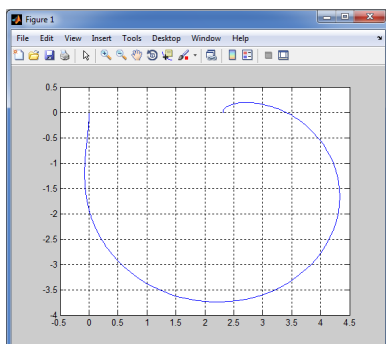


Рисунок 3 - Графічне зображення амплітудно-фазової характеристики формуючого фільтра

Отже, на основі отриманих результатів, можна констатувати, що під час проведення статистичного дослідження отриманих даних, в якості вхідних даних було використано графік неперервного сигналу, з якого були обраховані характеристики досліджуваного процесу. Побудували і визначили передавальну функцію формуючого фільтра на основі автокореляційної функції та спектральної щільності потужності досліджуваного сигналу.

Літературні джерела

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

УДК 681.513.6

АНАЛІЗ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ КРИТЕРІЇВ ОПТИМАЛЬНОСТІ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ДОЛОТАМИ ТИПУ PDC

Цицик М.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, kafatp@ukr.net

Алгоритм оптимального керування процесом буріння, побудований на базі математичної моделі керованого об'єкта, передбачає наявність критерію оптимальності. Для буріння нафтових і газових свердловин традиційними шарошковими долотами основними критеріями оптимальності є критерій собівартості метра проходки, максимуму проходки на долото та критерій максимуму рейсової швидкості, які досліджені досить глибоко.

У процесі буріння долотом типу PDC, що не затуплюється, оцінка математичного сподівання механічної швидкості проходки не змінюється в часі, тобто

$$V = V(\bar{U}), \quad (1)$$

а функція зношування є часом $T_{\text{вд}}$ відпрацювання долота

$$\varphi(\bar{U}, t) = T_{\text{вд}}(\bar{U}) . \quad (2)$$

Оскільки можна підібрати деяке значення часу T , протягом якого відбувається процес буріння в однорідних за міцністю породах, а саме $|0 < T < \infty|$, і для якого виконується умова

$$\int_{t_2 - \frac{T}{2}}^{t_2 + \frac{T}{2}} V(\tau) d\tau = \text{const} , \quad (3)$$

то такий режим буріння є усталеним (рис.1).

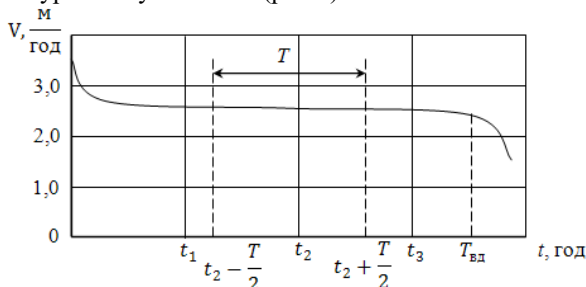


Рисунок 1 - Графік зміни оцінки математичного сподівання механічної швидкості проходки у часі

Визначимо необхідні умови максимуму механічної швидкості проходки.

$$\frac{\partial V(\bar{U})}{\partial F} = 0, \quad \frac{\partial V(\bar{U})}{\partial n} = 0, \quad (4)$$

і максимуму проходки на долото

$$\frac{\partial h_o}{\partial F} = 0, \quad \frac{\partial h_o}{\partial n} = 0. \quad (5)$$

Розглянемо показник рейсової швидкості проходки долотами типу PDC

$$V_p = \frac{h}{t_o + t_{cno}}, \quad (6)$$

де t_o – час чистого буріння; t_{cno} – час, що витрачається на спуско-підймальні операції.

Враховуючи, що $h = V \cdot T_{вд}$ і $t_o = T_{вд}$, отримаємо

$$V_p = \frac{V \cdot T_{вд}}{T_{вд} + t_{cno}}, \quad (7)$$

тобто рейсова швидкість проходки долотами типу PDC залежить від механічної швидкості проходки $V(\bar{U})$ і функції зношування долота $T_{вд}(\bar{U})$.

Отже максимум рейсової швидкості проходки у процесі буріння долотами типу PDC збігається з максимумами механічної швидкості проходки і проходки на долото.

Окрім того, розглянемо критерій собівартості метра проходки

$$C = \frac{B_r(T_{вд} + t_{cno}) + B_d}{h}, \quad (8)$$

де B_r – вартість однієї години роботи бурової установки без урахування вартості долота, B_d – вартість долота.

Отже за відсутності зношування долота усі оптимальні режими буріння збігаються. Це означає, що статична оптимізація процесу буріння свердловини долотами типу PDC може бути реалізована на базі одного із критеріїв

$$h_i(x) \xrightarrow{x \in S} \max \vee V_i(x) \xrightarrow{x \in S} \max \vee V_p(x) \xrightarrow{x \in S} \max \vee C(x) \xrightarrow{x \in S} \min, x \in S, \quad (10)$$

які є мультиколінеарними.

Отож, наліз критеріїв оптимальності процесу буріння нафтових і газових свердловин долотами типу PDC довів, що за умови відсутності зношування оснащення долота усі оптимальні режими буріння збігаються. Це означає, що статична оптимізація процесу буріння нафтових і газових свердловин долотами типу PDC може бути реалізована на основі будь-якого критерію оптимальності: максимуму проходки на долото, максимуму механічної швидкості проходки, максимуму рейсової швидкості проходки, або мінімуму собівартості метра проходки, оскільки усі вони мультиколінеарні.

Літературні джерела

1 Горбійчук М.І. Оптимізація процесу буріння глибоких свердловин: [навч. посіб.] / М. І. Горбійчук, Г. Н. Семенцов. – Івано-Франківськ, 2003. – 493 с.

УДК 637.33

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА СИРУ

Донов Д. О., Панов А. О.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна, panovanton1994@gmail.com

Сир – білковий кисломолочний продукт, виготовлений сквашуванням культурами кисломолочних бактерій із застосуванням або без застосування молокозсідального ферменту і хлориду кальцію пастеризованого нормалізованого або знежиреного молока (допускається змішування з пастою) з подальшим видаленням з згустку частини сироватки і відпресованої білкової маси. Сир має чисті кисломолочні смак і запах; для першого сорту допускається слабо виражений присмак кормів, тари, легкої гіркоти. Консистенція ніжна, однорідна; для жирного сиру першого сорту допускається кілька пухка і мажуча, для нежирного – розсипчаста, з незначним виділенням сироватки. Колір білий, злегка жовтуватий, з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі; для жирного сиру першого сорту допускається деяка нерівномірність кольору. Залежно від масової частки жиру сир поділяють на три види: жирний, напівжирний і нежирний.

Стадії технологічного процесу. Виробництво сиру можна розділити на наступні стадії і основні операції: приймання молока; нормалізація молока до необхідного складу; очищення і пастеризація молока; охолодження молока до температури заквашування; внесення закваски і сичужного ферменту в молоко; заквашування молока; розрізання згустку; відділення сироватки; охолодження сиру; фасування; пакування в тару і зберігання готової продукції. Машинно-апаратна схема лінії виробництва сиру традиційним способом представлена на рисунку 1 [1].

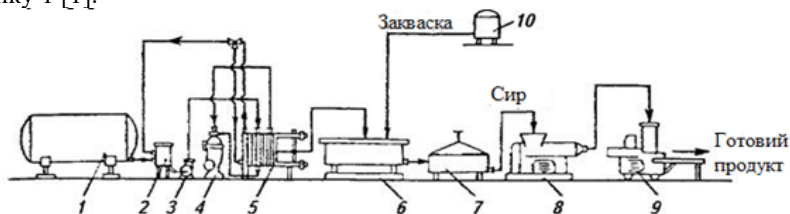


Рисунок 1 - Машинно-апаратна схема лінії виробництва сиру традиційним способом

У розробленій блок-схемі алгоритму управління передбачений контроль спрацювання всіх механізмів в ході технологічного процесу, а при порушенні послідовності роботи, заданої алгоритмом, або при не спрацюванні якого-небудь механізму передбачене відпрацювання алгоритму аварійних ситуацій, який передбачає зупинку робочих органів лінії і включення сигналізації аварійного режиму роботи. Схема алгоритму роботи системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва сиру представлена на рисунку 2 [2].



Рисунок 2 - Блок-схема виробництва сиру

Підготовку молока для забезпечення нормального сичужного згортання і розвитку молочнокислих бактерій називають дозріванням. У процесі дозрівання молока змінюються фізико-хімічні та технологічні властивості молока (збільшується кількість розчинних азотистих речовин, укрупнюються міцели казеїну, частина нерозчинних кальцієвих солей переходить у розчинний стан) [3]. Ці глибокі зміни внаслідок дозрівання молока позитивно позначаються на якості сиру. Молоко, що направляється на виробництво сиру, потрібно витримувати при температурі 10-12 °С протягом 10-14 годин з метою наростання кислотності. Витримання застосовується як для сирого, так і для пастеризованого молока.

Літературні джерела

- 1 Панов А. О., Скляр Д. А. Розробка системи автоматизованого керування технологічним процесом виробництва кисломолочного сиру / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Технічні науки. Випуск 204 "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". Харків: ХНТУСГ, 2019. Т.1, №204. С.94–96.
- 2 А. О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
- 3 І. О. Фурман Автоматизовані системи керування технологічними процесами / І. О. Фурман, В. А. Краснобаєв, П. П. Рожков, С. О. Тимчук, С. С. Радченко - Харків: Факт, 2006. - 317 с.

УДК 681.5

СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛУКТУАЦІЙ ЧАСУ, ЩО ВИТРАЧАЄТЬСЯ НА БУРІННЯ 1М ПОРІД ПО ГЛИБИНІ СВЕРДЛОВИНИ

Зварич Г. Г., Тимчук Б.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
 halyna.zvarych@nung.edu.ua, kafatp@ukr.net

Розглядається актуальна науково-прикладна задача підвищення ефективності управління бурінням свердловин на основі розпізнавання його динамічних режимів у реальному часі. Для розпізнавання динамічних режимів процесу буріння нафтових і газових свердловин використовуємо зміни часу буріння 1 м порід по глибині свердловини $E = \Delta t_0 / \Delta h$, год/м. Тут Δt – це час в годинах, що витрачається на буріння інтервалу Δh , м порід. Статистичні дослідження флуктуацій $E(t)$ проведені на основі реальних даних, отриманих на буровій установці Прикарпатського УБР (рис. 1).

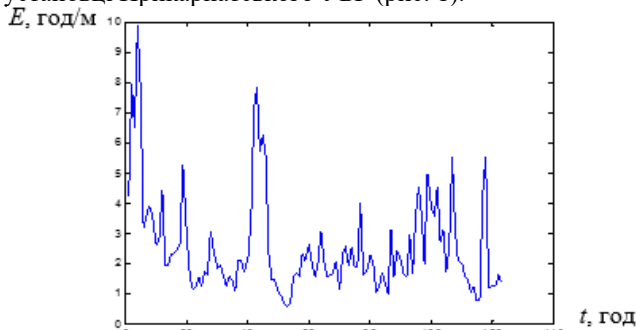


Рисунок 1 – Вихідний графік зміни досліджуваного процесу $E(t)$ у часі

Оскільки реалізація $E(t)$ є сукупністю дискретних значень сигналу, отриманих через рівні проміжки часу Δt , то автокореляційну функцію обчислювали за формулою [1]:

$$R_x(\tau) = R(k\Delta t) \approx \frac{1}{n-k} \sum_{i=0}^{n-k} x^0(i\Delta t) x^0(i\Delta t + k\Delta t),$$

де $x^0(t) = x(t) - m_x$ – центровані значення.

Графічне зображення нормованої автокореляційної функції $R_{xx}(\tau)$ для досліджуваного процесу $E(t)$, наведено на рис.2.

Для одержання рівняння автокореляційної функції скористались програмою CurveExpert:

$$y(t) = 0.2273 \cdot e^{-1.265 \cdot t} \cdot \cos(0.1966 \cdot t)$$

Визначимо спектральну щільність, використовуючи програму MATLAB:

w=0:0.1:10; S=0.1966./[0.0516+(1.265-w.^2)]+0.1966./(0.0516+(1.265+w.^2));
 plot(S).

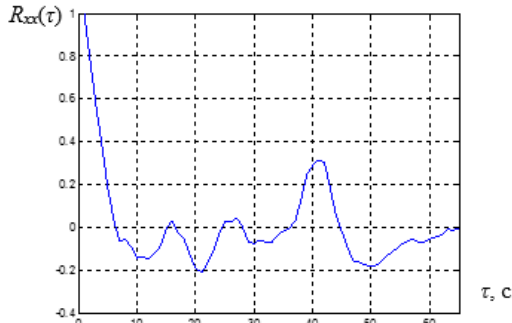


Рисунок 2 – Графічне зображення нормованої автокореляційної функції досліджуваного процесу $E(t)$ у програмі MATLAB

По отриманих даних визначаємо частотну передавальну функцію $W_\phi(j\omega)$ формуючого фільтра, яка пов'язана з спектральною щільністю $S(\omega)$ сигналу наступним співвідношенням [2]:

$$\{W_\phi(j\omega)\}^2 = S(\omega).$$

Для пошуку функції $W_\phi(j\omega)$ необхідно розкласти спектральну густину $S(\omega)$ на спряжені множники $W_\phi(j\omega)$ і $W_\phi(-j\omega)$. З цих двох множників фізично реалізованим у вигляді фільтра є лише перший множник. Для сигналу з експоненціально-косинусною кореляційною функцією маємо:

$$S(\omega) = \sqrt{2Da} \frac{j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(j\omega + a)^2 + b^2} \sqrt{2Da} \frac{-j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(-j\omega + a)^2 + b^2}.$$

Звідси частотна передавальна функція фізично реалізованого фільтра:

$$W_\phi(j\omega) = \sqrt{2Da} \frac{j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(j\omega + a)^2 + b^2} = 0.2989 \frac{j\omega + 1.2852}{(j\omega + 0.2273)^2 + 1.6002}.$$

За допомогою програми MATLAB побудуємо амплітудно-фазову характеристику формуючого фільтра (рис. 3).

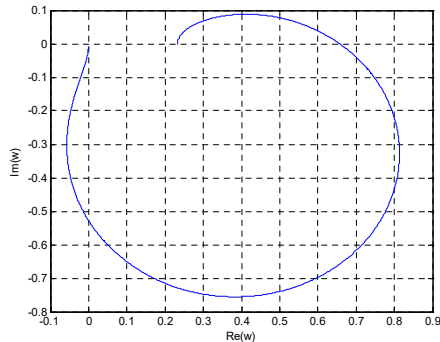


Рисунок 3 - Графік АФХ формуючого фільтра у програмі MATLAB

Отже, на основі проведених досліджень визначили автокореляційну функцію та спектральну щільність, що дало змогу визначити АФХ формуючого фільтру, який призначений для штучного створення випадкових впливів під час дослідження системи керування на імітаційній моделі.

Літературні джерела

1 Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування: [підруч.] / Г.Н.Семенцов. – ІФНТУНГ, 2016. – 600 с. ISBN-966-7327-11-6.

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: 62.192

МОНІТОРИНГ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Кучмистенко О.В., Тимчук Б.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

На даний час діагностика технічного стану газоперекачувальних агрегатів (ГПА) проводиться в основному вручну. Постійно ведеться робота щодо удосконалення механічних елементів, систем керування та інших вузлів щоб підвищити надійність та ефективність обладнання. Як для ГПА так і для інших коштовних систем є необхідність отримувати інформацію в реальному часі про технічний стан обладнання та мати змогу прогнозувати технічний стан та готовність обладнання в близькому майбутньому. Прогнозування технічного стану ГПА дозволить скоротити час на обслуговування, удосконалити діагностику, розширити готовність, забезпечити оптимізацію планування обслуговування. За умови повної реалізації запропонована система буде вести моніторинг та прогнозування стану ГПА. Штучна нейро-мережа яка отримуватиме на вході fuzzy сигнал здатна визначати відмову давача. Врешті, впроваджена на ГПА система надасть важливу інформацію про стан обладнання як для оперативного персоналу так і для планування профілактично-ремонтних робіт. Система складається з математичної моделі ГПА і штучної нейро-мережі (ШНМ). Цей підхід дозволяє моделювати звичайну поведінку ГПА, розпізнавати відхилення та класифікувати їх як умови, що вимагають уваги персоналу, який обслуговує ГПА.

Інформація з давачів спочатку аналізується чи вона є дійсною/достовірною (наприклад чи є сигнал в межах очікуваних робочих значень). У випадку ідентифікації відмови давача значення з математичної моделі заміняє хибний сигнал. ШНМ і набір правил використовуються для моделювання значень технологічного параметру хибного давача. Після перевірки вірогідності сигналу він обробляється діагностичними модулями (рис.1).

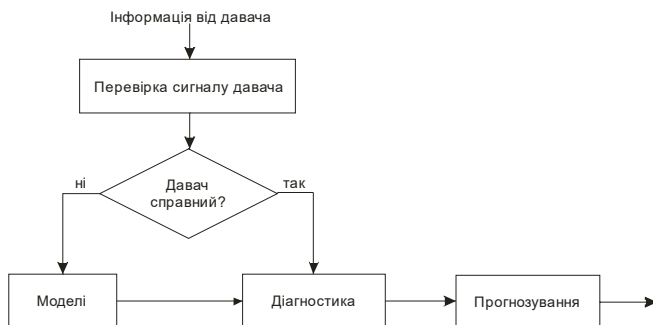


Рисунок 1 – Блок-схема системи моніторингу та прогнозування технічного стану ГПА

Прогнозування (передбачення в часі відмов та/чи зниження продуктивності) може бути відображене з використанням лінійної регресії на основі вимірних даних (рис.2). Круглими маркерами позначена крива з попереднього запуску. Квадратними маркерами позначена крива поточного запуску.



Рисунок 2 – Приклад лінії регресії на основі вимірних даних

Візуалізація системи включає в себе тренди даних, відображення поточних даних та сумарного коефіцієнту оцінки стану ГПА (рис.3).



Рисунок 3 – Зв'язок системи з керованим об'єктом

Запропоновано ефективну систему акустичного моніторингу технічного стану ГПА і метрологічної атестації електричних трактів системи автоматичного керування ГПА, яка дозволяє уникати аварійних ситуацій, що виникають в процесі компримування природного газу в тому числі явищ помпажу. Результати експлуатації системи акустичного моніторингу ГПА Ц-6,3 ДКС «Опари-2» УМГ «Львівтрансгаз» підтвердили результати теоретичних досліджень.

Літературні джерела

1 Коваленко, О.В., Смірнов, І.В. Діагностика та прогнозування технічного стану компресорного обладнання. – Львів: Львівська політехніка, 2019.

УДК 681.514:622.24

ВИБІР ФОРМУЮЧОГО ФІЛЬТРУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВХІДНОГО СИГНАЛУ

Зварич Г.Г., Матеїк Г.Д.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
halyna.zvorych@nuing.edu.ua*

Розглядається актуальна нвуково-прикладна задача визначення амплітудно-фазової характеристики формуючого фільтру на основі аналізу властивостей стохастичного часового ряду вхідного впливу з використанням інтерактивної системи Matlab [1].

Відзначимо, що методом формуючого фільтру вирішується задача штучного створення типового випадкового впливу для дослідження автоматичної системи керування з випадковими вхідними впливами. Потрібний випадковий сигнал отримується шляхом проходження білого шуму через формуючий фільтр з відповідною частотою характеристикою. Для цього використовуємо відомий [2] зв'язок амплітудно-фазової функції фільтра $W_{\phi}(j\omega)$ із спектральною щільністю $S(\omega)$: $\{W_{\phi}(j\omega)\}^2 = S(\omega)$. Оскільки спектральна щільність $S(\omega)$ функціонально пов'язана з автокореляційною функцією $R_{xx}(\tau)$, яка визначається на основі аналізу властивостей вхідного сигналу, розглянуто експериментально отриманий графік зміни осьового зусилля на долото в часі $F(t)$, кН. Експериментальні дані занесемо у командне вікно (рис. 1).

Для знаходження оцінок математичного сподівання M дисперсії D та середньоквадратичного відхилення S досліджуваного процесу скористаємося програмою Matlab: $M_F = 104,91$; $D_F = 6,61$; $S_F = 2,58$. Оскільки ці характеристики не є достатніми для оцінювання характеру протікання випадкового процесу $F(t)$ у часі, необхідно встановити зв'язки між значеннями випадкового процесу $F(t)$ у різні моменти часу.

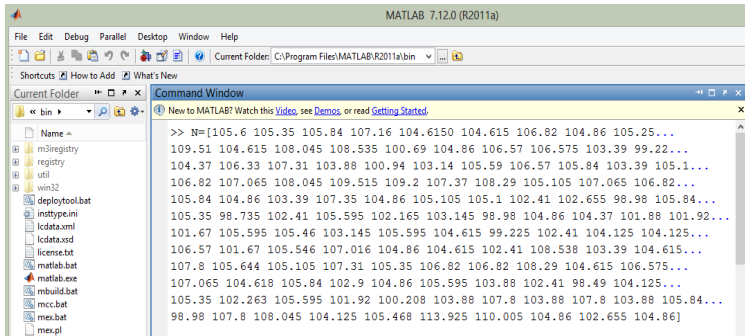


Рисунок 1 – Командне вікно із вхідними даними

Для оцінки інтенсивності зміни випадкового сигналу $F(t)$ у часі скористаємося автокореляційною функцією:

$$R_{FF}(\tau) = R(k\Delta t) \approx \frac{1}{n-k} \sum_{i=0}^{n-k} F^0(i\Delta t) F^0(i\Delta t + k\Delta t),$$

де $F^0(t) = F(t) - M_F$ – центровані значення, τ – кореляційний зсув (лаг); Δt – рівні проміжки часу, через які отримані сукупності дискретних значень сигналу $F(t)$.

Отримані результати підтверджують, що досліджуваний процес $F(t)$ є стаціонарним і ергодичним. Автокореляційна функція добре апроксимується рівнянням експоненти $R_{FF}(\tau) = 0,992e^{-0,0341\tau} = De^{-\alpha(\tau)}$. За отриманим рівнянням автокореляційної функції $R_{FF}(\tau)$ визначили спектральну щільність

$$S(\omega) = \frac{2D\alpha}{\alpha^2 + \omega^2} = \frac{2 \cdot 0,992 \cdot (-0,341)}{(-0,341)^2 + \omega^2} = \frac{-0,677}{0,001163 + \omega^2}$$

та амплітудно-фазову функцію фізично реалізованого фільтру

$$W_{\phi}(j\omega) = \frac{\sqrt{2D\alpha}}{\alpha + j\omega}.$$

Графік амплітудно-фазової характеристики формуючого фільтру, побудованого за допомогою програми Matlab, наведено на рис. 2.

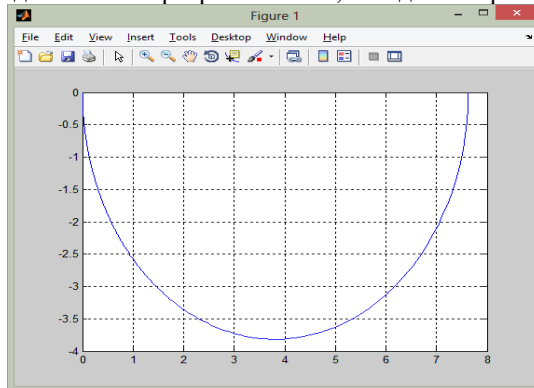


Рисунок 2 – Графік АФХ формуючого фільтру

Отже, на основі отриманих результатів для досліджуваного сигналу $F(t)$ визначено амплітудно-фазову характеристику формуючого фільтру, який є фізично реалізованим і має властивості інерційної ланки першого порядку.

Літературні джерела

1 Стеценко І.В. Моделювання систем: [навч.посібн., Електронний ресурс] / І.В.Стеценко // МОНУ, Черкаси: Черкаський держ.техн.ун-т, 2010. – 399 с.

УДК 681.5.03:681.5.075:681.518.2

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄМНОЇ ГУСТИНИ ЕНЕРГІЇ ЯК ІНТЕГРАЛЬНОЇ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ОЦІНКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА ВИБОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Матейк Г.Д., Зварич Г.Г., Кіліштов І.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
galyna.mateik@gmail.com, halyna.zvarych@nung.edu.ua, kafatp@ukr.net

Задача визначення властивостей гірських порід в процесі поглиблення свердловини ускладнюється ще й тим, що для опису цих властивостей використовується багато показників: густина, твердість, пористість, міцність, проникність, буримість, абразивність, які можна оцінити лише в лабораторних умовах, що суттєво відрізняються від умов в свердловині [1, 2]. Фізико-механічні і абразивні властивості гірських порід є головним видом недетермінованих збурень, що впливають на ефективність процесу буріння нафтових і газових свердловин. Буріння свердловини прийнято розглядати як багатомірний технологічний процес, структура моделі “вхід-вихід” якого наведена на рис.1.

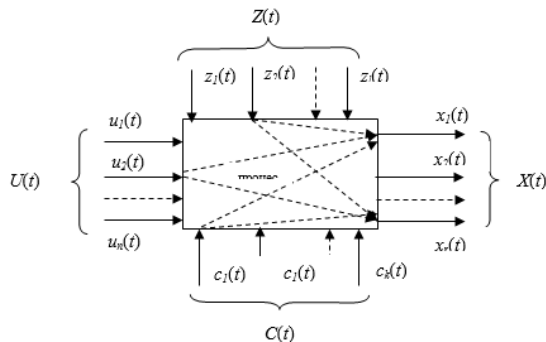


Рисунок 1 – Структура моделі “вхід-вихід” для процесу буріння свердловин

Параметри режиму буріння $F(t)$, $n(t)$, $Q(t)$ є компонентами вектора вхідних керувальних дій

$$U(t) = U(F(t), n(t), Q(t)), \quad (1)$$

а показники процесу $h(t)$, $\mu(t)$, $g(t)$ та ін. є компонентами вектора $X(t)$ вихідних змінних.

$$X(t) = X(h(t), \mu(t), g(t)). \quad (2)$$

При постійних властивостях розбурюваних порід одержана велика кількість моделей, які зв'язують $X(t)$ і $U(t)$. Вони можуть бути записані у формі рівняння “вхід-вихід”.

$$\Phi(F(t), n(t), Q(t); h(t), \mu(t), g(t)) = 0. \quad (3)$$

Аналіз рівнянь, запропонованих різними авторами, показує, що в кожне з них входить функція зношення оснащення долота. Об'ємна густина енергії інформативно зв'язана з такими властивостями гірських порід як густина, пористість, проникність, твердість, буримість [1,2] і зростає із збільшенням глибини H свердловини і зносу долота. Типовий графік залежності $w(H)$ наведено на рис. 2

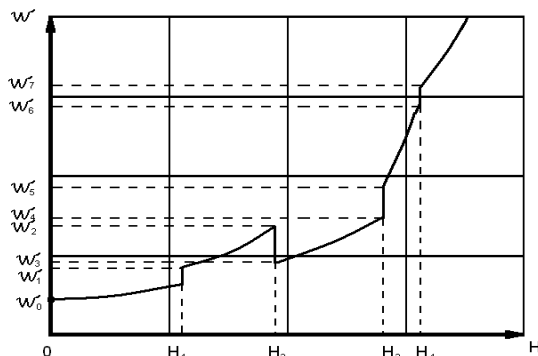


Рисунок 2 – Графік залежності $w = f(H)$

Контроль об'ємної густини енергії w сприяє розв'язанню таких важливих геолого-технологічних задач, як виявлення меж пластів гірських порід, визначення колекторських властивостей пластів, оцінка ефективності роботи доліт, оптимізація процесу буріння за критерієм [2]:

$$w(x) \xrightarrow{x \in S} \min, \quad (4)$$

де $S = \left\{ (F_i, n_i)_{i=1, \dots, N}; F_{\min} \leq F_i \leq F_{\max}; n_{\min} \leq n_i \leq n_{\max}; \sum_{i=1}^N h_i = H; h_i > 0 \right\}$; F_i , n_i – сила, що

діє на долото і швидкість його обертання у i -му рейсі.

Перехід долота із одного пласта в інший супроводжується ступінчатою зміною показника w , яка викликана неоднорідністю геологічного розрізу по енергоємності гірських порід. На межі розділу порід з різними властивостями виконується така умова:

$$K_w > 1 \cup K_w < 1,$$

де

$$K_w = \frac{w_2}{w_1} = \frac{\frac{P_2}{V_2}}{\frac{P_1}{V_1}} = \frac{\frac{P_2}{\Delta h_2 / \Delta t}}{\frac{P_1}{\Delta h_1 / \Delta t}}, \quad (5)$$

яка дає змогу розбити геологічний розріз за об'ємною густиною енергії.

Якщо $K_w > 1$, то це означає, що долото перейшло в породу з більшою об'ємною густиною енергії. Якщо $K_w < 1$, то це означає що долото перейшло в породу з меншою об'ємною густиною енергії.

Отож, розроблено модель об'ємної густини енергії як інтегральної контрольованої оцінки властивостей гірських порід на вибої свердловини, яка може бути використана для контролю питомих витрат енергії на поглиблення свердловин, що дає змогу оцінювати властивості порід в реальному часі.

Літературні джерела

1. Кузь Т.Я. Теоретичні основи методу контролю твердості порід при поглибленні свердловини // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ, №37(6). – 2001. – С.93-98.

2. Матеїк Г.Д. Оцінки статистичних характеристик флуктуацій осьової сили на бурове долото в процесі поглиблення нафтових і газових свердловин Всеукраїнська наук.-практ.конф.молодих учених і студентів ІФНТУНГ, 8 жовтня, м. Івано-Франківськ -2020. С. 23-25.

УДК 681.5.049.77

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА

Тимчук Б.І., Матеїк Г.Д.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
galyna.mateik@gmail.com, kafatp@ukr.net*

Для автоматизації технологічних процесів використовується програмований логічний контролер (ПЛК) — це електронний пристрій, що розроблений на основі мікроконтролера. Основною його відмінністю від комп'ютерів загального призначення є значна кількість пристроїв вводу-виводу для давачів та виконавчих пристроїв, а також можливість надійної роботи при несприятливих умовах.

Система програмування реалізована відповідно до вимог стандарту Міжнародної Електротехнічної Комісії (МЕК) ІЕС 61131-3 і призначена для розробки програмного забезпечення призначеного для збору даних і управління технологічними процесами, що виконується програмованими контролерами.

В якості мови програмування в системі реалізовано мову функціональних блокових діаграм Function Block Diagram (FBD), що надає користувачеві механізм об'єктного візуального програмування.

УДК 613.22

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА РІДКИХ ДИТЯЧИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Кінтілій М. В., Панов А. О.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна, panovanton1994@gmail.com

Молоко призначається для харчування дітей віком від одного року і старше. Продукт може вироблятися таких видів: молоко для дітей масовою часткою жиру 2,5 і 3,2 %; молоко для дітей вітамінізоване масовою часткою жиру 2,5 і 3,2 %. Технологічний процес виробництва молока дитячого стерилізованого вітамінізованого може здійснюватися з використанням стерилізаторів періодичної дії або сучасного обладнання для ультра високотемпературного оброблення [1].

Молоко приймають за масою та якістю, фільтрують або очищають на сепараторах-молокоочисниках. Очищене молоко охолоджують до температури 4...6 °С і направляють в резервуар для зберігання. Далі молоко спрямовують на пастеризаційно-охолоджувальну пластинчасту установку, де нагрівають до 58...62 °С. нормалізують у потоці за масовою часткою жиру. Нормалізоване молоко пастеризують за температури 76...80 °С з витримкою 20 с, охолоджують до температури 2...6 °С і подають у резервуар для тимчасового зберігання. Перед подачею на УВТ-установку молоко перевіряють на термостійкість. У разі виробничої потреби, для підвищення термостійкості молока можливо використання лимоннокислих солей, калій та натрію або інших солей стабілізаторів, що мають дозвіл МОЗ України на його застосування у виробництві дитячих молочних продуктів. Апаратурно-технологічна схема виготовлення стерилізованого вітамінізованого представлена на рисунку 1 [2].

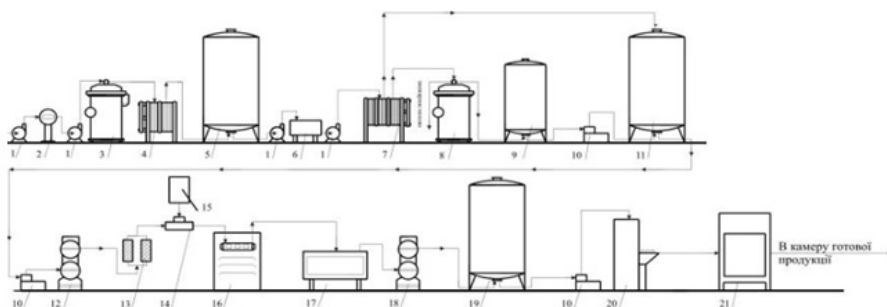


Рисунок 1 – Апаратурно-технологічна схема виготовлення стерилізованого вітамінізованого дитячого харчування

У залежності від термостійкості молока масова частка внесених солей калію або натрію має бути в межах 0,01...0,05 % від загальної маси нормалізованого молока. Дозволяється застосування одного або двох видів солей у співвідношенні 1:1. Розчин розрахованої маси солей вносять у нормалізоване

пастеризоване молоко перед високотемпературною обробкою. Зберігання молока з додаванням солей стабілізаторів перед темповим обробленням не допускається.

Алгоритм системи керування процесом виробництва рідких дитячих молочних продуктів представлений на рисунку 2. Де можна побачити блок-схему виробничого процесу. У ній відображають всі етапи технологічного процесу виробництва конкретного продукту. Складається перелік і проводиться аналіз всіх небезпечних чинників, що можуть виникнути на кожному етапі – від первинного виробництва, переробки, виготовлення, реалізації і споживання. Складається перелік і проводить аналіз небезпечних чинників, що можуть виникнути на кожному етапі від первинного виробництва, переробки, виготовлення, реалізації та споживання [3].

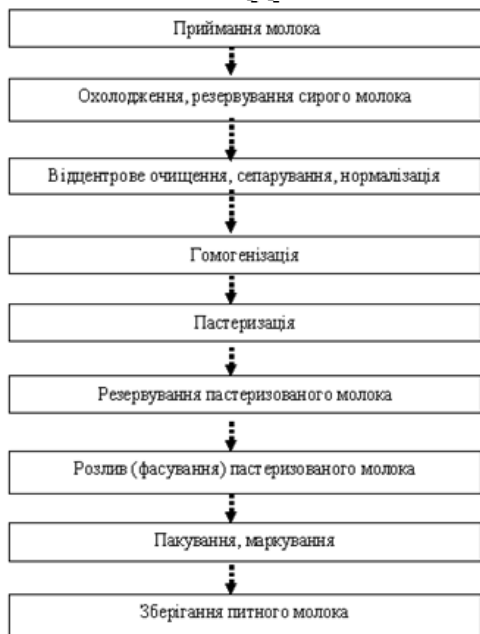


Рисунок 2 – Блок-схема виробничого процесу

Літературні джерела

- 1 І. О. Фурман Автоматизовані системи керування технологічними процесами / І. О. Фурман, В. А. Краснобаєв, П. П. Рожков, С. О. Тимчук, С. С. Радченко - Харків: Факт, 2006. - 317 с.
- 2 А. О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
- 3 Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2018. – 202 с.

УДК 681.513.5:622.24

КРИТЕРІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ ГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН ДОЛОТАМИ З ПОЛІКРИСТАЛЕВИМ ОЗБРОЄННЯМ ТИПУ PDC

Цицик М.М., Матеїк Г.Д.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
galyana.mateik@gmail.com, kafatp@ukr.net

Питання розроблення і дослідження критеріїв оптимізації технологічного процесу буріння нафтових і газових свердловин є актуальною науково-прикладною задачею у зв'язку із інтенсивним впровадженням в нафтогазовій галузі промисловості бурових доліт нового покоління типу PDC з проходкою на одне долото до 6000 м, що на два порядки більше в порівнянні з традиційними шарошковими долотами, а також комп'ютерно-інтегрованих технологій керування [1,2]. Для досягнення поставленої мети в роботі сформульовано і вирішено такі задачі: аналіз відомих критеріїв оптимальності і методів оптимізації, завдання незалежних змінних, обмежень, функціонального зв'язку між критерієм оптимальності і незалежними змінними, розроблення функціональної структури інтелектуальної системи керування.

З існуючих наукових досліджень [1,2,3] відомо, що під час буріння долотами типу PDC чинниками, що визначають оптимальність процесу, є механічна швидкість буріння V і питомі витрати електроенергії w .

Осьова сила на долото F , швидкість обертання долота n і об'ємна витрата промивальної рідини Q створюють вектор керувальних дій

$$\bar{U}^T = (F, n, Q),$$

що відповідає певному рівню потужності P . Йому відповідає максимальна механічна швидкість буріння V_{max} і мінімальні енерговитрати w_{min} .

Із зміною потужності P рівні V_{max} і w_{min} також змінюються і приймають ряд значень. Найбільшому значенню механічної швидкості V_{max} із ряду значень цієї величини відповідають оптимальне значення керувальних дій:

$$\bar{U}_{\text{opt}}^T = (F_{\text{opt}}, n_{\text{opt}}, Q_{\text{opt}}) \Big|_{P=P_{\text{opt}}}.$$

Отже, на увагу заслуговують такі критерії керування процесом буріння:

$$V(x) \xrightarrow{x \in S} \max \vee w(x) \xrightarrow{x \in S} \min, \quad (1)$$

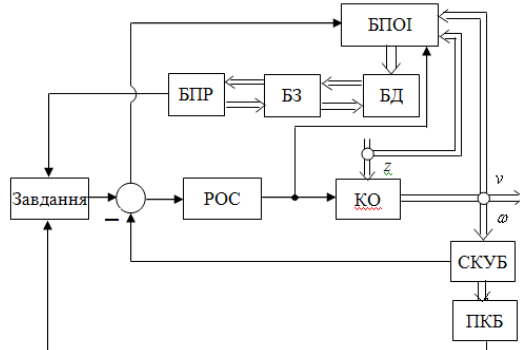
де $S = \left\{ (F_i, n_i)_{i=1, \dots, N}; F_{\text{min}} \leq F_i \leq F_{\text{max}}; n_{\text{min}} \leq n_i \leq n_{\text{max}}; Q = \text{const}; \sum_{i=1}^N h_i = H; h_i > 0 \right\}$; H – проектна глибина свердловини, яка може бути розділена на N рівнів; h_i – проходка на долото в i -му рейсі.

Оскільки під час рейсу долота $n = \text{const}$ і $Q = \text{const}$, то критерій $V(x) \xrightarrow{x \in S} \max$, аби $w(x) \xrightarrow{x \in S} \min$ можна реалізувати лише шляхом пошуку оптимальної осьової сили на долото, тобто оптимального статичного режиму.

Отже, критерій $V(x) \xrightarrow{x \in S} \max$ може бути застосований для оптимізації буріння незатуплюючим долотом типу PDC або типовими шарошковими долотами в умовах буріння м'яких порід класу міцності M , коли інтенсивність

зношення озброєння долота приблизно дорівнює нулю. У всіх інших випадках буріння нафтових і газових свердловин вибір завдання регулятора, осьової сили на долото слід здійснювати, виходячи із мінімальної собівартості 1м проходки свердловини, тобто $\tilde{n}(x) \xrightarrow{x \in S} \min$.

Функціональну структуру інтелектуальної системи керування процесом буріння, яка реалізує поставлену задачу, наведено на рис.1.



БПОІ – блок підготовки оперативної інформації; БД – база даних; БЗ – база знань; БПР – блок прийняття рішень; РОС – регулятор осьової сили на долото; КО – керований об’єкт; Z – збурення; СКУБ – система контролю і управління процесом буріння; ПКБ – пульт контролю буріння

Рисунок 1 – Функціональна структура інтелектуальної системи керування процесом буріння нафтових і газових свердловин долотами нового покоління

Система має чітко визначену можливість адаптації до змінювання умов роботи – глибини свердловини і фізико-механічних властивостей гірських порід та виробки і реалізації клерувальних дій у відповідності із заданим критерієм оптимальності (1).

Отже, запропоновано як критерії оптимальності процесу буріння нафтових і газових свердловин долотами нового покоління типу PDC два критерії: максимум механічної швидкості проходки і мінімум питомих витрат енергії, які разом з незалежними змінними, обмеженнями, функціональними зв’язками між критерієм оптимальності і незалежними змінними, забезпечують створення алгоритму оптимального керування, побудованого на базі математичної моделі керованого об’єкта, що дозволяє синтезувати функціональну структуру інтелектуальної системи керування процесом буріння.

Літературні джерела

- 1 Драганчук О.Т., Пригоровська Т.О. Аналіз відпрацювання доліт PDC на родовищах України і світу. Нафтогазова енергетика, №4(9). – 2008. – С.11-15.
- 2 Фадєєва О.В. Аналіз і удосконалення математичної моделі Галлі-Вудса. Науковий журнал Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, №3. – 2009. – С.198-208.
- 3 Мислюк М.А., Зарубін О.В. Моделювання явищ і процесів у нафтогазовій справі. Підручник. – К.:Екор. – 1999. – 458 с.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РАНЬОГО ВІЯВЛЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПІД ЧАС БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

М. В. Шавранський, М. Р. Тимофійв

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

Буріння нафтогазових свердловин є складним технологічним процесом, що супроводжується високим рівнем невизначеності та ризику виникнення аварійних ситуацій. Помилки під час буріння можуть призвести до серйозних екологічних і економічних наслідків, таких як забруднення навколишнього середовища, втрати продуктивності та дорогий ремонт обладнання. Внаслідок цього, забезпечення безпеки бурових операцій і попередження аварій мають критично важливе значення для галузі [1-5].

Аварійні ситуації під час буріння можуть бути викликані низкою факторів, таких як зміна тиску в свердловині, викиди газу, зсуви ґрунту, поломки обладнання та технічні несправності. Вчасне виявлення цих подій дозволяє мінімізувати шкоду і запобігти катастрофічним наслідкам. Однак без ефективних систем моніторингу та раннього попередження, можливість своєчасного реагування на аварії значно знижується.

Завдяки розвитку сучасних технологій, автоматизація буріння стає все більш актуальною. Впровадження автоматизованих систем дозволяє знизити вплив людського фактора, підвищити точність і надійність контролю за процесом буріння, а також забезпечити безперервний моніторинг ключових параметрів свердловини. Автоматизовані системи раннього виявлення аварійних ситуацій можуть використовувати сенсори, що забезпечують збір даних у реальному часі, а також алгоритми машинного навчання для аналізу цих даних і прогнозування аварій [6-8].

Сучасні національні та міжнародні нормативи вимагають від нафтогазової індустрії впровадження систем моніторингу, які б відповідали найвищим стандартам екологічної та технічної безпеки. З урахуванням підвищеної уваги до захисту навколишнього середовища та сталого розвитку, застосування автоматизованих систем раннього виявлення аварійних ситуацій стає необхідністю для зниження впливу людської діяльності на екологію.

Автоматизовані системи дозволяють використовувати сучасні технології, такі як сенсорні мережі та алгоритми штучного інтелекту [9], що забезпечують більшу точність виявлення проблем і дозволяють прогнозувати потенційні аварійні ситуації задовго до їх виникнення. Такі системи сприяють створенню більш безпечних і ефективних умов роботи на бурових платформах.

Впровадження автоматизованих систем раннього виявлення аварій знижує витрати на ліквідацію наслідків аварійних ситуацій, підвищує ефективність роботи і забезпечує безперервність бурових операцій. Крім того, це сприяє

підвищенню безпеки робітників і зниженню ризиків для їхнього життя та здоров'я.

Розробка автоматизованої системи раннього виявлення аварійних ситуацій під час буріння нафтогазових свердловин є актуальною та необхідною для сучасної нафтогазової галузі. Її впровадження сприятиме підвищенню рівня безпеки, мінімізації економічних втрат та зниженню негативного впливу на довкілля.

Літературні джерела

1. Kazem Sohraby, Daniel Minoli, and Taieb Znati. *Wireless Sensor Networks: Principles, Design and Applications*: Wiley, 2007. – 576 p.
2. Charles A. Brown and Lauren A. Schmidt. *Machine Learning for Cyber Physical Systems*: Springer, 2020. – 292 p.
3. S. H. Lee, H. Kim. *Data-Driven Approaches for Fault Detection and Diagnosis in Industrial Systems*: CRC Press, 2016. – 330 p.
4. Aboul Ella Hassanien, and S. A. El-Sappagh. *Advanced Machine Learning Technologies and Applications*: Springer, 2020. – 505 p.
5. N. V. Khazova, M. A. Kasyanov. *Predictive Maintenance for Industrial Equipment Using Machine Learning: A Review*: Journal of Industrial Engineering and Management, 2020. – 15 p.
6. Шавранський В.М., Шекета В.І., Шавранський М.В. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень при керуванні процесом буріння свердловин в ускладнених умовах. Методи та прилади контролю якості, 2020. № 1 (44). С. 119-137.
7. Шавранський М.В., Микитин З.Г. Модель ідентифікації ускладнень процесу буріння /Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 12 жовтня – Івано-Франківськ-2023. С.23-24.
8. Шавранський М.В., Сененко П.І. Моделювання процесу буріння нафтових і газових свердловин як об'єкта автоматизації // Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 12 жовтня – Івано-Франківськ-2023. С.19-20.
9. Shavranskyi M.V., Karpinets B.I. DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR THE OPTIMIZATION OF WELL DRILLING TIME BASED ON THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD/ International periodic scientific journal / MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES. Issue № 32. Part 1. April 2024. – С.90-95. <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit32-00-020> DOI: 10.30890/2567-5273.2024-32-00-020

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ КЕРУЮЧОЇ НАПРУГИ ДЛЯ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Матеїк Г.Д., Куриш В.Я.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
galyna.mateik@gmail.com*

Формування керуючої напруги для п'єзокерамічних перетворювачів є важливим аспектом їхнього ефективного функціонування. Існує кілька методів, які використовуються для цього, залежно від вимог до точності, потужності та частоти керування. Ось основні з них [1,2]:

- керування постійною напругою (DC), тобто подається постійна або змінна напруга для збудження п'єзокерамічного перетворювача. Це найбільш простий метод, де напруга керується безпосередньо від джерела живлення;

- керування змінною напругою (AC), тобто синусоїдальні або прямокутні сигнали: Для керування п'єзоперетворювачами часто використовуються змінні сигнали високої частоти (ВЧ). Наприклад, синусоїдальні сигнали можуть збуджувати коливання п'єзоелектричних елементів;

- імпульсне керування (PWM – Pulse Width Modulation), тобто широтно-імпульсна модуляція (ШІМ): Один із найпоширеніших методів для регулювання потужності поданої напруги. ШІМ дозволяє змінювати середнє значення поданої напруги шляхом регулювання ширини імпульсів при постійній частоті. Цей метод забезпечує ефективне керування напругою без значних втрат енергії.

П'єзоактюатори, тобто, п'єзомеханічні пристрої, які забезпечують перетворення управляючих електричних сигналів в каліброване переміщення, широко застосовують в адаптивній оптиці, в якості приводів для оптичних фазових модуляторів, в тунельній мікроскопії, тощо [1]. Включення зворотної напруги може привести до переполяризації і виходу з ладу п'єзокераміки. Допустиме значення короткочасного підключення до актюатора напруги від'ємної полярності не повинно перевищувати 20% від максимального значення напруги управління, вказаної в специфікації. Тому було розглянуто застосування джерел управляючих сигналів з реалізацією напруги зміщення нуля на базі операційних підсилювачів (ОП) різних типів.

Реакція актюатора на управляючу напругу практично лінійна і теоретично дозволяє забезпечити роздільну здатність (мінімально можливе переміщення робочого тіла актюатора на одиницю управляючої напруги), яка обмежується такими факторами, як електромагнітні завади, електронні шуми джерел живлення, мікротертя з пристроями, що контактують з датчиками. В умовах малого сигналу управління тангенс кута діелектричних втрат $\operatorname{tg}\delta=0.01\div0.02$, тобто лише до 2% електричної потужності, що протікає через пристрій, перетворюється в тепло. Швидкодія актюаторів визначається їх резонансною частотою f_0 : номінальне переміщення здійснюється за час $t_{\min}=1/3f_0$, який складає, як правило, одиниці мікросекунд.

Для реалізації мікрозміщень в межах ± 10 мкм розроблено пристрій подачі сигналів управління на два п'єзоактюатори, який включає генератор синусоїдних коливань, двополярний стабілізований блок живлення ± 12 В, джерело опорної напруги та формувач напруги управління на базі ОП LM2904. Дана мікросхема включає незалежні операційні підсилювачі, максимальна двополярна напруга живлення яких складає ± 13 В. На входи підсилювачів подають синусоїдну напругу з виходу генератора низької частоти та постійну напругу зміщення від джерела опорної напруги $+5$ В (рис. 1). Регулювання розмаху синусоїдної напруги управління актюаторів для даної схеми здійснюють в межах від нуля до $+12$ В. Для збільшення амплітуди вихідного сигналу застосовано схему неінвертуючого включення ОП TDA2050 з однополярним живленням, максимально допустима напруга якого $U_{ж}$ складає 50 В. Розроблено схему електричну принципову такого формувача управляючої напруги актюатора, основу якої складає типовий варіант включення даного ОП з однополярним живленням.

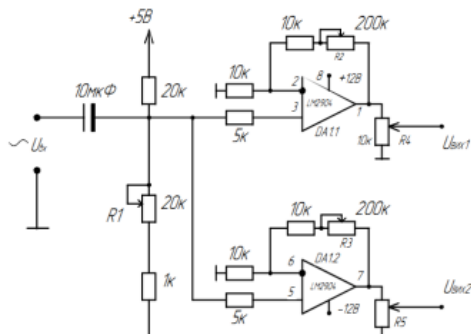


Рисунок 1 – Схема електрична принципова формувача напруги управління актюаторів

Вхідну напругу $u_{вх}$ амплітудою ~ 100 мВ подають з генератора синусоїдних коливань низької частоти. Амплітуду вихідної напруги регулюють резистором в колі зворотного зв'язку ОП. Постійну напругу зміщення формує керований стабілізатор напруги на мікросхемі TL783.

Перевагою такого включення ОП є наявність тільки одного джерела живлення і можливість отримання вихідної напруги вище 40 В. Показано, що найбільш пріоритетним є застосування двополярної схеми живлення і високовольтного ОП, яким є, наприклад ОРА454 фірми Texas instruments [2]. Розглянуто мостову схему живлення п'єзоелектричного перетворювача на базі двох ОП ОРА454 з подвоєнням максимальної вихідної напруги, яка може складати величину до 195 В.

Літературні джерела

1. Цигика В. В., Цигика М. В., Іваницький В.П. Джерела напруги управління для п'єзокерамічних перетворювачів.- Матеріали УІП всеукраїнської наук.-практ. конф. 18-19 березня 2019 р., Харків, 2019, с. 72-742
2. <http://www.physikinstrumente.com>. – сайт фірми Physik Instrumente.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФІНАНСОВОГО МОНІТОРИНГУ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ

В. А. Сотніков

*Національний Технічний Університет "Дніпровська Політехніка", м. Дніпро, Україна,
Sotnikov.V.A@ntu.one*

Автоматизація фінансового моніторингу в сучасних умовах економічної глобалізації та стрімкого розвитку інформаційних технологій стає однією з ключових складових ефективного управління фінансами в організаціях. Впровадження автоматизованих систем моніторингу не лише підвищує ефективність фінансових процесів, але й забезпечує прозорість, що є критично важливим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. У цьому контексті автоматизація фінансового моніторингу дозволяє підприємствам адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі та відповідати вимогам ринку.

Однією з основних переваг автоматизації є суттєве підвищення точності обробки фінансових даних. Сучасні програмні рішення здатні обробляти великі обсяги інформації в режимі реального часу, що знижує ризик людських помилок, які часто виникають під час ручного введення даних. Такі системи дозволяють не лише акумулювати, але й аналізувати інформацію, виявляючи відхилення від планових значень. Це дає можливість своєчасно реагувати на негативні тенденції і вжити необхідних заходів для їх усунення.

Автоматизація також забезпечує інтеграцію фінансового моніторингу з іншими бізнес-процесами, такими як управління ризиками, бюджетування і фінансове планування. Ця інтеграція формує єдину інформаційну платформу, яка дозволяє уникнути розрізненості даних, зменшуючи час, необхідний для підготовки фінансової звітності. Підприємства, що впроваджують автоматизовані системи, отримують можливість швидше адаптуватися до змін на ринку і приймати більш обґрунтовані управлінські рішення, що безпосередньо впливає на їх конкурентоспроможність [1].

Необхідно відзначити, що автоматизація фінансового моніторингу не є панацеєю, і з нею пов'язані певні виклики. По-перше, впровадження нових технологій вимагає значних фінансових інвестицій. Вартість програмного забезпечення, його налаштування та інтеграції в існуючі системи нерідко є значним бар'єром для багатьох підприємств, особливо для малих і середніх. Крім того, навчання персоналу ефективному використанню нових інструментів також є важливим аспектом, що потребує додаткових витрат і часу.

Безпека даних є ще одним важливим питанням, яке потребує особливої уваги при автоматизації фінансового моніторингу. Автоматизовані системи ризикують стати об'єктом кібератак, що вимагає від підприємств впровадження систем захисту. Відсутність належного контролю за безпекою загрожує призвести до витоків конфіденційної інформації, що негативно позначається не лише на фінансовому становищі підприємства, а й на його репутації.

Окрім того, важливо розуміти, що автоматизація не завжди може вирішити існуючі проблеми організації, якщо вона не супроводжується відповідними змінами в управлінських практиках і організаційній структурі. Для досягнення максимального ефекту від автоматизації необхідно розробити комплексну стратегію, яка включає оцінку потреб підприємства, визначення ключових показників ефективності та інтеграцію автоматизованих систем у загальну бізнес-стратегію. Це передбачає системний підхід до управління змінами, щоб уникнути опору з боку персоналу і забезпечити їхнє належне навчання.

Впровадження автоматизованих систем також вимагає активної участі топ-менеджменту, який має формувати сприятливе середовище для змін. Лідерство в цьому процесі має бути не лише стратегічним, а й комунікаційним: важливо пояснити співробітникам переваги автоматизації, її мету і перспективи, що можуть бути досягнуті завдяки новим технологіям. Створення позитивного іміджу автоматизації сприяє підвищенню мотивації персоналу, що в свою чергу вплине на успішність реалізації проекту.

Однак, незважаючи на всі виклики, автоматизація фінансового моніторингу має величезний потенціал для поліпшення фінансового управління. Наприклад, впровадження аналітичних інструментів в автоматизовані системи дозволяє здійснювати глибший аналіз фінансових показників, виявляючи нові тренди і можливості для оптимізації витрат. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню загальної фінансової стійкості підприємства.

Сучасні технології, такі як штучний інтелект і машинне навчання, відкривають нові горизонти для автоматизації фінансового моніторингу. Вони дозволяють не лише здійснювати базовий моніторинг, але й передбачати потенційні фінансові ризики, пропонуючи управлінням своєчасні рекомендації для їхнього усунення. Це формує новий підхід до управління фінансами, де основна увага приділяється проактивному управлінню ризиками, а не лише реагуванню на вже існуючі проблеми [2].

Отже, автоматизація фінансового моніторингу є не лише інструментом підвищення ефективності, а й важливим елементом стратегії сталого розвитку підприємств. Хоча вона супроводжується викликами, такими як фінансові витрати та потреба в навчанні персоналу, її переваги є значними. Автоматизація підвищує точність і швидкість обробки даних, інтегрує фінансовий моніторинг з іншими бізнес-процесами і дозволяє оперативно реагувати на зміни в ринковій ситуації. Для ефективного впровадження необхідний системний підхід, що включає оцінку потреб, стратегічне планування, активну участь керівників та навчання персоналу. Це формує основу для успішного використання автоматизованих систем, які можуть суттєво поліпшити фінансову стійкість і конкурентоспроможність підприємств.

Літературні джерела

1. Бочко О. Ю., Піхоцька О. М. Вплив цифровізації на фінансовий моніторинг підприємницької діяльності. Академічні візії, (23). 2023. С.1-7.
2. Шкроміда В.В., Шкроміда Н.Я., Гнатюк Т.М. Модифікація документування у контексті цифровізації бухгалтерського обліку. Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. 2023. 2(19). С. 69-78.

УДК 681.5:665.6:66.097

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІСБРЕКІНГУ

М. В. Шавранський, В. С. Романів

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

Вісбрéкiнг – це термічний процес переробки нафти, що зменшує в'язкість важких нафтових залишків (мазуту або вакуумного гудрону) шляхом термічного розкладу вуглеводнів. Основна мета процесу – отримання більш легких фракцій (наприклад, дизельного палива та мазуту з меншою в'язкістю), які можна використовувати як готові продукти або піддавати подальшій переробці.

Технологічна схема зображена на рисунку 1. Вона включає основні елементи установки, такі як: теплообмінники для підігріву сировини; печі для нагріву до температури крекінгу; реактор для здійснення термічного крекінгу; фракціонатор для розділення продуктів крекінгу; насоси та компресори для переміщення сировини та продуктів.

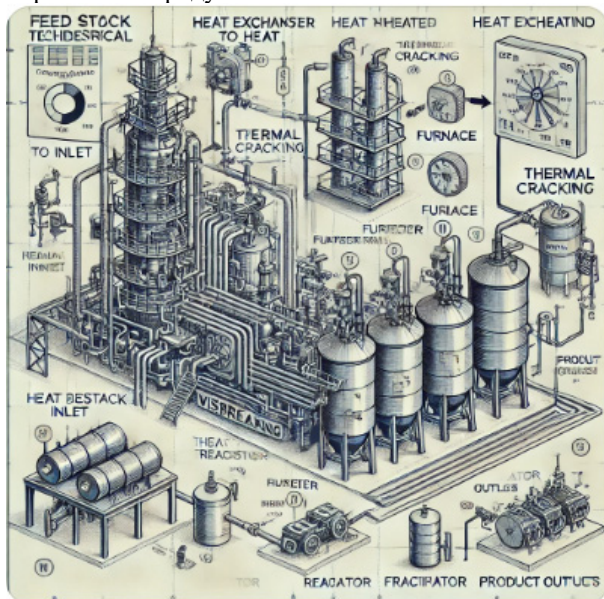


Рисунок 1 – Технологічна схема процесу вісбрéкiнгу

Автоматизація процесу вісбрéкiнгу є важливим елементом для підвищення ефективності, безпеки та стабільності роботи нафтових переробних заводів. Процес вісбрéкiнгу включає термічний розклад важких нафтових залишків при високих температурах і потребує постійного контролю та регулювання таких параметрів, як температура, тиск, потік сировини, а також стан каталізаторів (якщо використовуються).

Основні етапи автоматизації процесу вісбрекінгу [1-5]:

1. Контроль температури та тиску.

Процес вісбрекінгу потребує точного контролю температури в межах 450–500°C і тиску в реакторі (зазвичай 0,1–1 МПа). Ці параметри безпосередньо впливають на швидкість реакції термічного розкладу, а також на розподіл продуктів (легкі гази, дизельне паливо, залишки).

Для автоматизації цього етапу використовуються:

- Температурні датчики для постійного вимірювання температури на різних ділянках реактора.
- Тискозапобіжні системи та датчики тиску для моніторингу та регулювання тиску в реакторі.
- Підігрівачі та системи охолодження, керовані за допомогою автоматичних регуляторів, що підтримують оптимальний температурний режим.
- Автоматичні клапани та регулятори тиску, які забезпечують стабільний тиск в установці.

2. Контроль потоку сировини та продуктів.

Процес вісбрекінгу вимагає безперервного подавання сировини (мазуту, вакуумного гудрону) та виведення продуктів реакції. Для цього використовуються:

- Витратоміри для вимірювання потоку сировини та продуктів.
- Автоматичні насоси, які регулюють подачу сировини на вхід в реактор.
- Системи контролю рівня для вимірювання об'ємів фракцій, які виводяться з процесу.

Ці системи інтегровані в автоматичні блоки управління, що дозволяють коригувати швидкість подачі сировини та підтримувати необхідні об'єми продуктів на виході.

3. Контроль складу продуктів.

Метою процесу є отримання певних фракцій з визначеними характеристиками (наприклад, дизельного палива з потрібною в'язкістю та октановим числом). Для цього автоматизація включає:

- Аналізатори якості продуктів, що дозволяють в режимі реального часу контролювати склад продуктів на виході.
- Онлайн-хроматографи, які вимірюють кількість та склад газових і рідких фракцій, що утворюються під час вісбрекінгу.
- Автоматизовані системи коригування процесу, що змінюють параметри, такі як температура або швидкість подачі сировини, для отримання продуктів з потрібними властивостями.

4. Системи захисту та безпеки.

Процес вісбрекінгу проходить при високих температурах і тисках, що створює ризики аварійних ситуацій. Для забезпечення безпеки використовуються:

- Автоматичні системи відключення у випадку перевищення допустимих параметрів температури або тиску.
- Системи детектування витоків та контроль за герметичністю системи.

- Газоаналізатори, що контролюють концентрацію вибухонебезпечних та шкідливих газів у виробничих приміщеннях.

5. Системи збору даних та управління процесом.

Автоматизовані системи збору даних (SCADA) та системи керування технологічними процесами (DCS) забезпечують централізоване управління всіма аспектами процесу вісбрекінгу:

- Моніторинг і візуалізація даних в реальному часі на екранах операторів.
- Автоматичний запис і аналіз параметрів процесу для оцінки ефективності та оптимізації роботи установки.
- Прогнозування та запобігання аварійним ситуаціям через впровадження систем штучного інтелекту (AI) і машинного навчання для аналізу поведінки процесу в реальному часі.

6. Інтеграція з іншими технологічними процесами.

Вісбрекінг часто є лише однією з частин загальної технологічної схеми нафтопереробки. Для підвищення ефективності всього заводу автоматизовані системи процесу вісбрекінгу інтегруються з іншими установками (наприклад, каталітичним крекінгом або гідроочищенням). Це дозволяє автоматично координувати виробництво між різними етапами, оптимізуючи роботу всього заводу.

Висновок

Автоматизація процесу вісбрекінгу є важливим кроком для підвищення ефективності, зменшення витрат та покращення екологічних характеристик нафтопереробних заводів. Сучасні технології дозволяють здійснювати постійний моніторинг, управління та оптимізацію процесу в реальному часі, забезпечуючи високу якість продукції та безпеку виробничого процесу.

Літературні джерела

1. Зайченко Ю. П., Карпінський Б. М. Автоматизація технологічних процесів у нафтовій та газовій промисловості: Львівська політехніка, 2017. – 356 с.
2. Мартинюк О. С., Петрович І. Г. Технологія та автоматизація процесів переробки нафти і газу: Кондор, 2019. – 412 с.
3. Кулінка П. С. Автоматизація нафтогазових технологічних процесів: НТУУ "КПІ", 2018. – 278 с.
4. Савчук В. А., Іванов В. П. Основи автоматизації хімічних та нафтопереробних виробництв: Львівська політехніка, 2016. – 298 с.
5. Олійник І. О., Яременко С. М. Автоматизація процесів переробки нафти та газу: Політехніка, 2020 – 365 с.

УДК 622.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРЯМОГО НАГРІВНИКА НАФТИ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

М. І. Горбійчук, М. З. Василенчук, Козуляк М. І.

ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, mischa.blaster@gmail.com

Для зменшення в'язкості нафти перед її транспортуванням, її попередньо нагрівають. На сьогодні для нагріву нафти використовують непрямі нагрівники нафти, які на відміну від прямого нагріву нафти, забезпечують рівномірний нагрів робочого продукту, що значно знижує ризики аварій.

Характерною особливістю непрямого нагрівника нафти є наявність ванни циліндричної або прямокутної форми, заповненої водою, у яку занурений змійовик через який протікає робочий продукт (нафта). До ванни підводиться тепло, яке утворюється у результаті спалювання природного газу. Оскільки ванна має значні розміри, то нагрівник як об'єкт автоматичного керування має значну інерційність, що ускладнює автоматичне керування таким об'єктом у випадку застосування одноконтурної системи автоматичного керування.

У статті [1] описано непрямий нагрівач, який має циліндричну або прямокутну форму. На основі аналізу роботи даного нагрівача з проміжним теплоносієм як об'єкта автоматичного керування, створена його структурно-параметрична схема (рис.1).

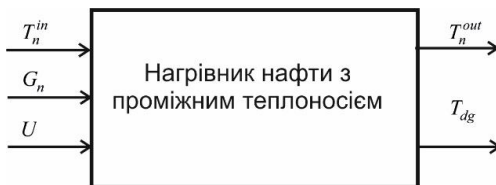


Рисунок 1 – Структурно-параметрична схема нагрівника як об'єкта керування

Групу вхідних величин утворюють – температура нафти T_n^{in} на вході в нагрівач, масова витрата нафти G_n та керуюча дія U , сигнал який поступає на виконавчий пристрій, що подачу палива до форсунок нагрівача. Вихідними величинами об'єкта є температура нафти T_n^{out} на виході нагрівача та температура димових газів T_{dg} .

Математичну модель нагрівника з проміжним теплоносієм створена на основі аналізу руху теплових потоків у технологічному апараті (рис.2).

Після лінеаризації математичної моделі, в якій позначено через θ (з відповідними індексами) відхилення вхідних і вихідних температур від своїх ustalених значень, здійснення математичних перетворень, дістали рівняння, які описують відхилення температур відповідних виходів:

$$\theta_n^{out} = \frac{1}{\Delta_{out}} (A_{22}b_1 - A_{12}b_2); \quad (1)$$

$$\theta_{dg} = \frac{1}{\Delta_{out}} (A_{11}b_2 - A_{21}b_1), \quad (2)$$

$$\text{де } \Delta_{out} = A_{11}A_{22} - A_{12}A_{21}, \quad b_1 = \left((k_{\theta n} - 1 - \tau_n s) + \frac{k_{nep}(\alpha_{21}\alpha_{32} - \alpha_{22}\alpha_{31})}{\Delta} \right) \theta_n^{in}(s) + k_g g_n(s),$$

$$b_2 = -\frac{1}{2\Delta} k_{nep} K_{\theta 1} \alpha_{23} \alpha_{32} \theta_n^{in}(s) + K_u u(s).$$

Після визначення передавальних функцій на основі (1) і (2), які характеризують динаміку непрямого нагрівача нафти і введення відповідних позначень отримаємо матрично-векторне рівняння такого вигляду:

$$Y(s) = \begin{bmatrix} W_1(s) & W_2(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u(s) \\ \bar{f}(s) \end{bmatrix},$$

$$\text{де } W_1(s) = \begin{bmatrix} w_{13}(s) \\ w_{23}(s) \end{bmatrix}; \quad W_2(s) = \begin{bmatrix} w_{11}(s) & w_{12}(s) \\ w_{21}(s) & w_{22}(s) \end{bmatrix}; \quad \bar{f}(s) = \begin{bmatrix} \theta_n^{in} \\ g_n \end{bmatrix}.$$

або

$$Y(s) = W_1(s)u(s) + W_2(s)\bar{f}(s). \quad (3)$$

У рівнянні (3) $\bar{f}(s)$ - вектор зовнішніх збурень, які діють на об'єкт.

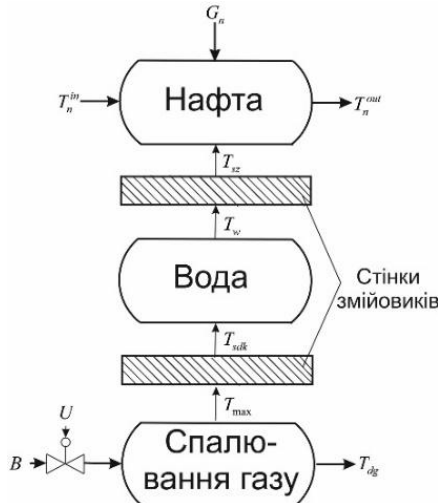


Рисунок 2 – Схема теплових потоків нагрівача

Використовуючи рівняння (3), створимо структурну схему нагрівника як об'єкта автоматичного керування (рис. 3).

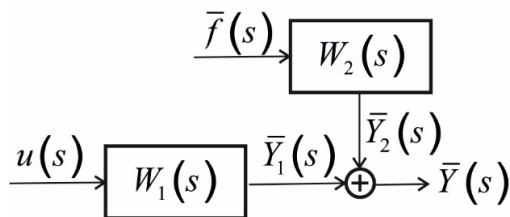


Рисунок 3 – Структурна векторно-матрична схема нагрівника як об'єкта керування

На основі системи рівнянь (1) і (2) створена деталізована структурна схема нагрівника як об'єкта автоматичного керування (рис. 4).

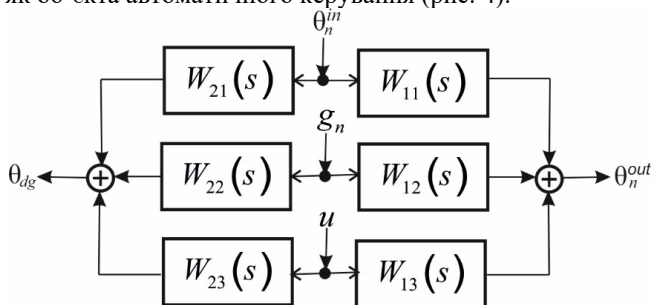


Рисунок 4 – Структурна схема нагрівача нафти як об'єкта автоматичного керування

Лінеаризована математична модель нагрівача та його структурна схема є основою для створення ефективної системи автоматичного керування процесом нагрівання нафти перед її транспортуванням або подачею споживачам. Диференціальні рівняння динаміки шляхового нагнітача, отримані на основі законів збереження енергії, придатні для синтезу автоматичного керування, де температура води водяної бані виступає проміжною координатою, на відміну від роботи [2].

Ця модель нагрівача з проміжним теплоносієм дозволила створити структурну схему нагрівача як об'єкта автоматичного керування. Це стане основою для розробки ефективної системи автоматичного керування процесом нагріву нафти в нагрівнику.

Літературні джерела

1. Amir Ebrahimi Moghadam, Mahdi Deymi Dashtebayaz, Hosein Jafari, Amir Niazmand. Energetic, exergetic, environmental and economic assessment of a novel control system for indirect heaters in natural gas city gate stations. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2020. Vol. 141. Pages 2573 – 2588.
2. Горбійчук М. І., Когутяк М. І., Гарасимів В. М. Математична модель підігрівника з проміжним теплоносієм Методи та прилади контролю якості. 2021. № 2 (47). С. 83 - 95.

УДК: 681.5

ВИКЛИКИ, МОЖЛИВОСТІ ТА МАЙБУТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МОДЕЛЕЙ КОМПОНЕНТНО-БАЗОВИХ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Д. Р. Чанкетадзе, Л. І. Фешанич

*Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу 76019,
м. Івано–Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: pz@iung.edu.ua*

Компонентно-базові системи (КБС) є основним підходом до автоматизації виробництва, який забезпечує інтеграцію різних технологій і компонентів для підвищення ефективності та гнучкості виробничих процесів. Однак їх розвиток супроводжується певними викликами, можливостями та напрямками для подальших досліджень. У цій статті розглянемо основні аспекти, пов'язані з КБС у контексті сучасних технологічних змін.

КБС – це підхід до розробки систем, який дозволяє об'єднувати різноманітні елементи автоматизації в єдину інтегровану систему. Цей модульний підхід забезпечує гнучкість у виробничих процесах і дозволяє швидко адаптуватися до змін у вимогах ринку. КБС надають можливість впровадження нових технологій, таких як Інтернет речей (IoT) і штучний інтелект (AI), що, в свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності та оптимізації витрат [1], [3].

Попри численні переваги, інтеграція нових технологій у КБС стикається з рядом викликів. Серед них:

- **Безпека:** Зростання кількості підключених пристроїв створює нові ризики. Необхідно адаптувати існуючі стандарти безпеки для захисту даних та запобігання кібератакам [2], [4].

- **Надійність:** Висока надійність є критично важливою для забезпечення стабільної роботи КБС. Реалізація механізмів резервування та відмовостійкості стає необхідністю для уникнення односторонніх відмов [3].

- **Сумісність:** Інтеграція нових компонентів у вже існуючі системи може виявитися складною через різноманітність стандартів і протоколів [2].

КБС відкривають нові можливості для підвищення продуктивності виробництва. Завдяки модульному підходу, підприємства можуть швидко адаптувати свої процеси до нових умов, зменшуючи час на введення нових продуктів у виробництво. Дослідження показують, що правильне впровадження компонентно-базових систем може підвищити продуктивність на 17-20% завдяки покращенню використання машин і оптимізації енергоспоживання [1], [3].

Управління даними та синхронізація в реальному часі є важливими аспектами для забезпечення надійності КБС. Використання нових стандартів, таких як Time-Sensitive Networking (TSN), може забезпечити високу точність синхронізації, що є критично важливим для підтримки стабільності в автоматизованих системах [2].

Перспективи розвитку КБС включають дослідження нових підходів до інженерії систем, покращення технологій безпеки та адаптацію до умов

віртуальної та доповненої реальності. Інноваційні рішення можуть значно підвищити ефективність і безпеку виробництва, а також забезпечити більш тісну інтеграцію між різними елементами автоматизації [3], [4].

Виклики, з якими стикаються моделі компонентно-базових систем промислової автоматизації, відкривають нові можливості для досліджень і розробок. Важливо зосередитися на інтеграції нових технологій, удосконаленні механізмів безпеки та забезпеченні надійності систем для досягнення максимальної ефективності в автоматизованому виробництві [1], [2].

Літературні джерела

1. Meier, H. (2017). "Component-Based Approaches in Industrial Automation: Trends and Future Directions." *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 3-13.
2. Kremers, E. (2018). "Challenges in the Integration of IoT and AI in Industrial Automation." *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 15(1), 22-32.
3. Bock, T., & Konnov, I. (2019). "The Role of Component-Based Systems in Enhancing Manufacturing Productivity." *International Journal of Production Research*, 57(3), 703-715.
4. Wang, L., et al. (2020). "Future Directions in Component-Based Industrial Automation Systems." *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(4), 1053-1072.

УДК 681.5:624.7

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІ-ТА ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ МУФЕЛЬНОЇ ПЕЧІ

Горбійчук М. І., Лазорів А. М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м.Івано-Франківськ, Україна, ksm@nuing.edu.ua*

Муфельні печі невеликі за розміром об'єкти, які використовують як в лабораторіях, так і в промисловості для виготовлення невеликих за розміром деталей, якість яких залежить від точності підтримування температурного режиму.

Досліджується муфельна піч з двома незалежними джерелами живлення. У роботі [1] показано, що існують перехресні зв'язки між входами (потужності джерела живлення) і виходами (температури на виході печі). Наявність перехресних зв'язків значно погіршує якість процесу керування. Для усунення перехресних зв'язків в коло керування включений компенсатор, наявність якого перетворює систему керування в автономну систему з двома незалежними контурами.

Для стабілізації температурного режиму в муфельній печі послідовно застосовувались ПІ-регулятор, а потім ПІД-регулятор, параметри налаштування яких визначали як результат мінімізації узагальненого квадратичного критерію

$$J = \int_0^{\infty} (\varepsilon^2(t) + \tau^2 \dot{\varepsilon}^2(t)) dt, \quad (1)$$

де τ – постійна величина; $\varepsilon(t)$ – похибка керування (величина неузгодженості).

Значення критерію (1) знайшли за зображеннями за Лапласом похибки керування та її похідної. У результаті отримали формулу для обчислення критерію (1).

$$J = \frac{1}{J_D} (J_{N0} + \tau^2 J_{N1}). \quad (2)$$

У формулі (2) J_{N0} , J_{N1} і J_D – величини, які значення яких знайдено з таблиць, які наведені в роботі [2].

Критерій (2) є функцією параметрів налаштування ПІ-та ПІД-регуляторів і коефіцієнтів передавальних функцій автономної системи керування.

Була поставлена задача – знайти такі параметри налаштування ПІ-та ПІД-регуляторів, щоб критерій (2) набув найменшого значення, тобто для ПІ-регулятора

$$\min_{C_0, C_1 > 0} J(C_0, C_1) \quad (3)$$

і відповідно для ПІД-регулятора

$$\min_{C_0, C_1, C_2 > 0} J(C_0, C_1, C_2). \quad (4)$$

Задачі мінімізації (3) і (4) є задачами нелінійного програмування. Ефективним методом розв'язування задач цього типу вважається [6] застосування необхідних умов теореми Куна-Таккера з наступним використанням послідовного квадратичного програмування. Такий підхід реалізований в Matlab-функції `fmincon`, яка використана для розв'язання задач мінімізації (3) і (4).

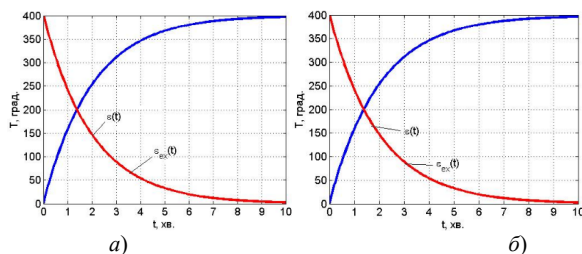
Результат розв'язування задач (4) і (5) зведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз ефективності роботи ПІД- і ПІ-регуляторів

Алгоритм керування		Перерегулювання, %	Час регулювання, t_r , хв	Відхилення похибки $\varepsilon(t)$ від екстремалі
ПІД	Перший контур	0.0777	16.5	4.7121e-01
	Другий контур	0.1176	18.6	5.9701e-0 1
ПІ	Перший контур	0	9,95	0
	Другий контур	0	9,95	8.4876e-01

Додатковою оцінкою якості процесу керування слугує екстремаль перехідного процесу, яка мінімізує критерій (1) (табл.1) і, яка є розв'язком диференціального рівняння: $\varepsilon(t) + \tau \dot{\varepsilon}(t) = 0$.

На рисунку 1 зображені графіки перехідного процесу першого (а) і другого (б) контурів керування



**Рисунок 1 – Графіки перехідних процесів за каналами
«завдання регулятору – температура на виході»**

Аналіз таблиці 1 показує, що ПІ-алгоритм керування у порівнянні з ПІД-алгоритмом забезпечує кращі показники процесу керування як за величинами перерегулювання, часом регулювання так і за екстремаллю перехідного процесу, що було підставою вибору ПІ-регулятора при реалізації автономної системи керування температурним режимом муфельної печі.

Літературні джерела

1. Horbiychuk M. I., Lazoriv N. T., Kohutyak M. I., Manuliak I. Z. Experimental research on muffle furnace dynamic properties. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. №3 (195). 2023. С. 144-150.
2. D. K. Newton, L. A. Guld, and D. F. Kaiser. *Theory of Linear Tracking Systems* (GIF-ML, 1961).

УДК 681.51

РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЛОКОМ РЕГЕНЕРАЦІЇ ДІЕТИЛЕНГЛЮЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ АПЕРІОДИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ

Р. В. Цяпура, А. І. Лагойда

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: andrii.lahoida@nung.edu.ua*

Сучасне промислове виробництво характеризується ростом масштабів і ускладненням технологічних процесів, збільшенням одиничної потужності окремих агрегатів і установок, використанням інтенсивних, високошвидкісних режимів, близьких до критичних, підвищенням вимог до якості продукції, безпеки персоналу, зберігання обладнання і навколишнього середовища.

Система призначена для автоматичного контролю та автоматизованого керування технологічним процесом установки стабілізації газового конденсату.

Система повинна виконувати інформаційні, обчислювальні та керуючі функції, які забезпечують надійну та безпечну експлуатацію технологічного обладнання.

Систему регулювання температури верху і низу дебутанізатора можна представити системою з двома входами і виходами.

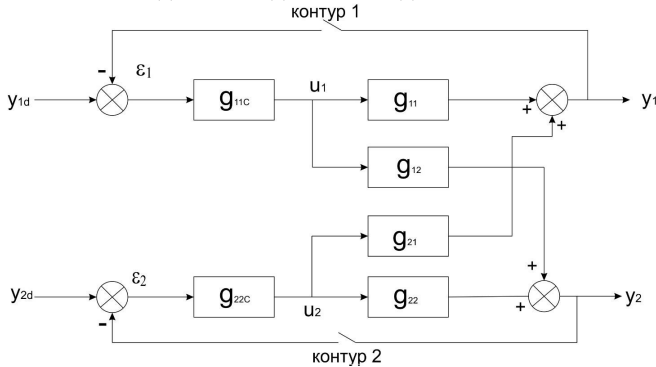


Рисунок 1 – Система з двома входами і виходами

За допомогою імітаційного моделювання перевірено ефективність регулювання температури за допомогою компенсаторів. Для реалізації даного моделювання використаємо програмне забезпечення MatLab.

В якості об'єкта дослідження, для перевірки вищевказаного принципу, виберемо об'єкт з передавальною функцією температури верху колони воно має вигляд:

$$G_0(s) = \frac{638.66s + 0.721}{140800s^2 + 5081s + 1} \quad (1)$$

- для температури низу колоно відповідно:

$$G_0(s) = \frac{2689}{3125s + 1} \quad (2)$$

На рисунку (2) показана модель з PID регуляторами та компенсуючими зв'язками.

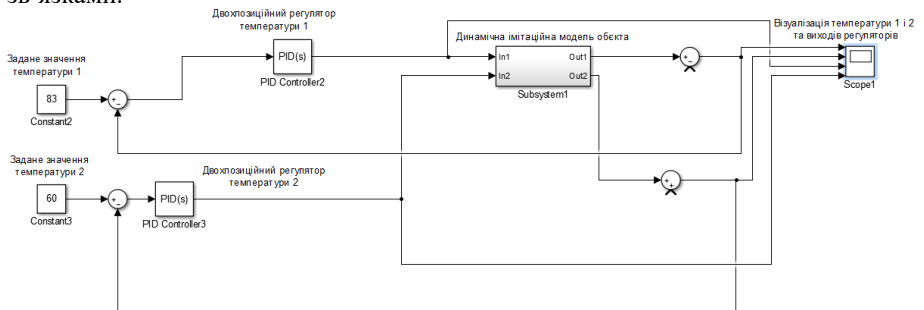


Рисунок 2 – Модель УСК з PID регулятором

В результаті моделювання отримали перехідний процес, який має заступаючий характер із задовільними показниками якості регулювання.

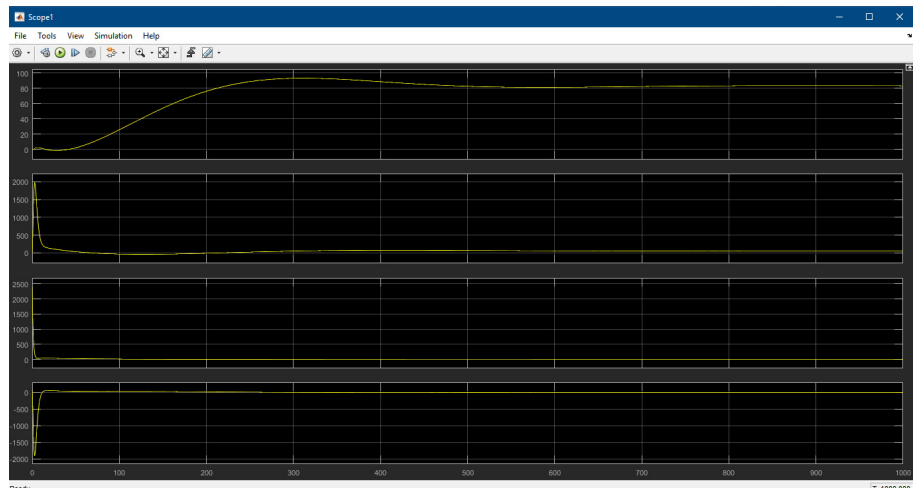


Рисунок 3 – Перехідний процес в УСК з PID регуляторами

Застосування компенсуючих зв'язків показало, що графік перехідного процесу в УСК має більш плавний характер, тобто відфільтруються шуми об'єкта.

Отже, шляхом імітаційного моделювання ми переконалися, що застосовуючи додатковий модуль, а саме: компенсуючі зв'язки, в УСК стохастичного об'єкту з PID регулятором, ми отримуємо задовільний перехідний процес.

Літературні джерела

1. Ракицький В.Л., Мікульонок І.О., Рябцев Г.Л. Основи проектування насадкових ректифікаційних колон: Навчальний посібник – Київ. НМЦВО, 2000. – 200 с.
2. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч.посіб. – К.: НУХТ, 2003. – 320с.

РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

С. С. Жердієва, Н. В. Микитенко

Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна, knute@knute.edu.ua

За сучасних економічних умов інноваційна діяльність відіграє важливу роль у досягненні стійкого зростання та конкурентних переваг підприємства, адже дає змогу збільшити прибуток, посилити власні конкурентні переваги, розширити діяльність підприємства та зменшити ризик кризових ситуацій.

Епоха промислової автоматизації розпочалась з появи програмованих логічних контролерів (PLC) у другій половині XX ст. У 70-х і 80-х рр. комп'ютерні технології та роботи почали відігравати ключову роль в оптимізації виробничих процесів. Розвиток цифрового управління підприємствами, зокрема, в харчовій промисловості, є важливим шляхом реалізації Індустрії 4.0., оскільки створює умови для ефективного виробництва безпечних продуктів здорового харчування. Сучасні технології: робототехніка, штучний інтелект, програмні системи, сенсорні пристрої, датчики дали змогу створити «розумні» фабрики, де машини взаємодіють без втручання людини. Їх інтеграція дозволяє передбачати простоти та оптимізувати продуктивність [1].

Основним завданням промислової автоматизації в харчовій промисловості є побудова систем інформаційного забезпечення й автоматизованого управління високонапруженими технологічними процесами, які виключають контакт працівників з продуктами харчування та забезпечують їх якість і безпечність. Сучасні підприємства харчової промисловості впроваджують системи автоматизованого керування для контролю температурних режимів, забезпечення швидкості виробничих ліній та інших технологічних параметрів. Автоматизація не лише підвищує ефективність виробництва, але й гарантує відповідність стандартам якості та безпечності продукції [4, с. 14].

Однак, попри очевидні переваги автоматизації, харчова галузь стикається з низкою викликів у впровадженні інновацій, пов'язаними із суворими технологічними вимогами при виготовленні, зберіганні і транспортуванні продукції, відсутністю чітких стандартів та постійних досліджень попиту на продукцію з інноваційними компонентами і купівельною спроможністю споживачів, а також потребою в адаптації до швидко змінюваного ринку.

Окреслені фактори ускладнюють інноваційну активність у харчовій промисловості. За даними Державної служби статистики України, можна спостерігати тенденцію до скорочення числа інноваційно активних підприємств харчової промисловості у 2021 році порівняно з 2020 роком на 98,8% [2]. Разом з тим, загальна чисельність підприємств галузі зростає, про що свідчать дані Держстату [3]. Найкращі показники має олійно-жирова галузь: і хоча в 2022 році кількість підприємств зменшилась на 116, проте вже в 2023 році відбулося їх зростання на 14 підприємств. Таким чином, галузь хоч і розвивається, але здебільшого слабо орієнтується на новітні наукові та технологічні розробки.

Одним із прикладів підприємств, які активно імплементують сучасні технології в харчовій промисловості, є ТОВ «КАПРО ОЙЛ» — один з найбільших виробників високотехнологічних жирів та масел для виробництва продуктів харчування, який постійно впроваджує передові європейські і світові технології та має власні розробки і ноу-хау. Новітні технології дозволяють бути конкурентоспроможним на ринку, виготовляючи високоякісну продукцію [5].

ТОВ «КАПРО ОЙЛ» активно впроваджує промислову автоматизацію на ключових етапах виробництва харчових олій, використовуючи:

- автоматизовані системи PLC — для автоматизації роботи обладнання на виробничих лініях, що дозволяє точно контролювати процеси виробництва,
- системи автоматизованого контролю якості (датчики і системи моніторингу), що відстежують стан сировини та продукції на всіх етапах виробництва (контроль температури, тиску та вологості при обробці насіння),
- системи ERP (Enterprise Resource Planning) для автоматизації управління запасами сировини, пакувальними матеріалами та готовою продукцією,
- автоматизовані лінії розливу і пакування харчових олій.

Отже, автоматизація процесів виробництва харчових продуктів дає змогу зменшити витрати підприємства шляхом заміни людської праці широким арсеналом інструментів, обладнання, програмного забезпечення тощо. Рішення щодо промислової автоматизації додатково гарантують вищу якість продукції, підвищену точність інформації, кращу безпеку та більшу гнучкість виробництва. Незважаючи на наявність підприємств, які впроваджують автоматизовані технології у виробництво, загалом має місце тенденція до скорочення числа інноваційно активних підприємств, що свідчить про потребу в системних змінах для підтримки інноваційної діяльності в галузі. Таким чином, промислова автоматизація є безальтернативним кроком до розвитку харчової промисловості в Україні, який вимагає активної підтримки з боку держави та усвідомлених інвестицій у новітні технології.

Літературні джерела

1. Що таке промислова автоматизація? Комплексний огляд [Електронний ресурс] // Fiberroad Technology. – Режим доступу: <https://fiberroad.com/uk/resources/new-trends/what-is-industrial-automation-a-comprehensive-overview/>. – Назва з екрану.
2. Кількість інноваційно активних промислових виробництв [Електронний ресурс] // Держстат України. – Режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ni.htm. – Назва з екрану.
3. Кількість активних підприємств за регіонами України та видами економічної діяльності [Електронний ресурс] // Держстат України. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/kap/kap_u/arh_kap_u.html. – Назва з екрану.
4. Хорольський, В. П., Коренець, Ю. М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: Підручник. Кривий Ріг: [ДонНУЕТ], 2023. 557 с.
5. Capro oil | [Електронний ресурс] // Capro Oil |. – Режим доступу: <https://www.caprooil.com/>. – Назва з екрану.

УДК 681.51

РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БЛОКОМ РЕГЕНЕРАЦІЇ ДІЕТИЛЕНГЛІОЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ АПЕРІОДИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ

Н. І. Гаврильчук, А. І. Лагойда

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: andrii.lahoida@nung.edu.ua*

Гази в надрах землі знаходяться довгий час в контактi з водою і насичуються її парами. Вміст вологи в газах залежить від їх складу, тиску та температури. За деяких умов вода в з'єднанні з легкими вуглеводнями утворює тверді речовини, в вигляді снігу або льоду, які називаються гідратами. Гідрати відкладаються на стінках газопроводів, звужують вільний переріз труб, а іноді й повністю його закупорюють.

Саме тому осушення вуглеводневих газів – важлива ланка в процесі підготовки вуглеводневих газів до транспорту по магістральних трубопроводах. Всі гази, що подаються в магістральні газопроводи підлягають обов'язковому осушенню від вологи.

На практиці для висушування вуглеводневих газів застосовують абсорбційні та адсорбційні методи, причому з абсорбційних частіше за все застосовують висушування гліколями (етилєнгліколь, дієтилєнгліколь та триєтилєнгліколь), а із адсорбційних – силікагелями або цеолітами.

Найбільш поширеним методом висушування газу при транспортуванні його по газопроводах є абсорбція вологи саме рідкими абсорбентами – гліколями. Осушення газу твердими сорбентами застосовується рідше. За останні роки накопичено багато матеріалу щодо проектування та експлуатації установок абсорбційної та адсорбційної осушки.

З метою підвищення точності регулювання температури в ректифікаційній частині колони температури пропонується створити каскадну схему регулювання. Тут основним провідним регулятором буде власне регулятор температури, а підлеглим - регулятор витрати. Утворений в регуляторі температури сигнал поступає в якості завдання регулятору витрати. Останній відпрацьовує регулюючий вплив, який поступає на регулюючий канал (Кл.93) на подачі зрошення в колону К-1.

Сигнал утворений регулятором температури має досить виражений коливний характер, що зумовлено “шумом об'єкта”, який накладається на цей контур регулювання. Оскільки цей сигнал є завданням підлеглому регулятору, то останній буде реагувати на ці флуктуації завдання. Це призводить в свою чергу до необґрунтованих переміщень регульованого каналу. Щоб уникнути цього явища пропонується застосувати регулятор температури з аперіодичним характером перехідного процесу на його виході. Тобто замість стандартного застосування PID-алгоритму застосовано аперіодичний регулятор.

Щоб переконалися в можливостях такої каскадної схеми регулювання виконано імітаційне моделювання в програмному продукті Matlab.

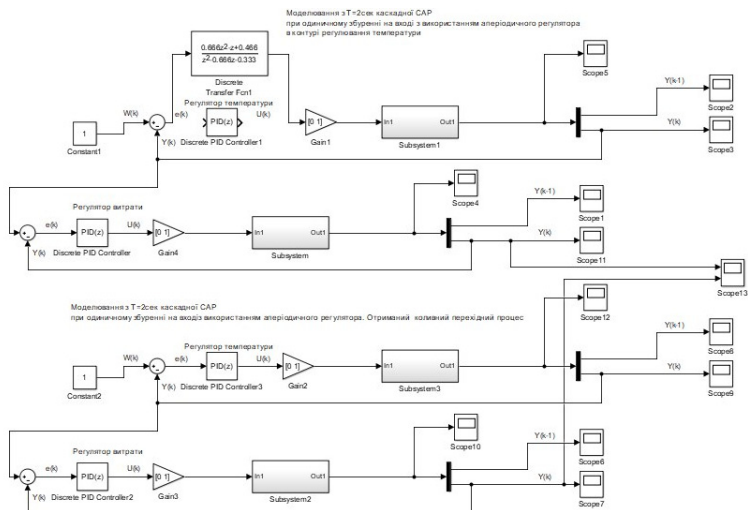


Рисунок 1 – Порівняльна модель каскадних схем регулювання температури

В нижній частині моделі показана САР із звичайним PID-регулятором в контурі регулювання температури, а в верхній - з аперіодичним регулятором в цьому контурі. Графік перехідних процесів регулювання температури в цих двох каскадних схемах виведені в цій моделі на один дисплей.

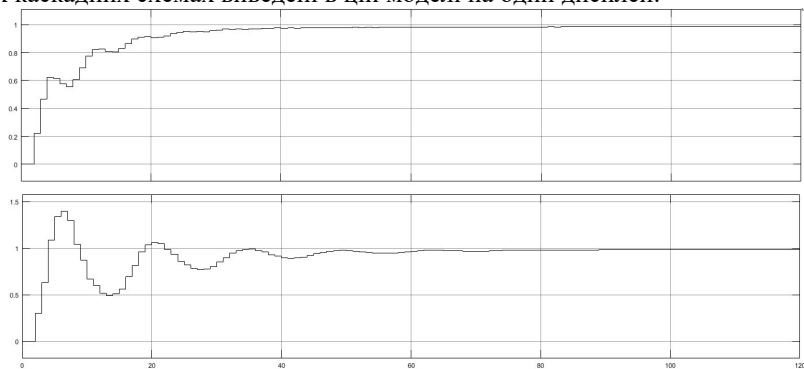


Рисунок 2 – Графік перехідних процесів регулювання температури в двох різних каскадних схемах

Як видно з рис. 2. графік процесу регулювання температури з аперіодичним регулятором порівняно з таким же графіком із звичайним PID-регулятором має набагато кращі показники якості регулювання.

Літературні джерела

1. Назаренко М. В. Теоретичні засади та принципи побудови моделей динамічних процесів та їх регуляторів: Кривий Ріг 2010. – 204 с.
2. Семенцов Г. Н. Теорія автоматичного керування: Івано-Франківськ, 1999. – 610 с.

УДК

ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ МЕТОДОМ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ СЕПАРАЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

М. І. Горбійчук, І. С. Єднак

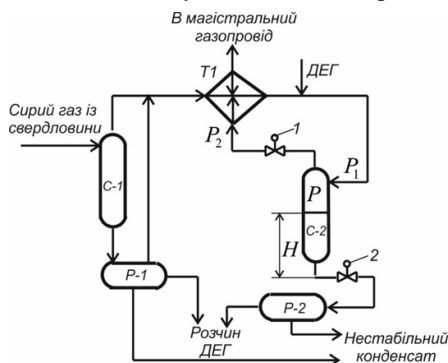
*Івано-Франківський Національний Технічний Університет Нафти і Газу,
м.Івано-Франківськ, Україна, mi_profgorb@ukr.net, ihor4698@gmail.com*

Газ, видобутий із свердловини, містить тверді частки, важкі вуглеводні та конденсат. Перед подачею споживачам або в трубопровід, газ проходить очищення, під час якого видаляються важкі вуглеводні, конденсат та вода. Якщо газ виходить із свердловини під тиском не менше 12 МПа, для його очищення використовується метод низькотемпературної сепарації (НТС), що ґрунтується на ефекті Джоуля-Томсона.

Ефективність процесу НТС залежить від точного контролю технологічних параметрів, таких як температура, тиск і рівень рідини в сепараторі. Температура підтримується на постійному рівні завдяки одноконтурній системі керування. Однак стабілізація тиску та рівня рідини за допомогою окремих систем автоматичного контролю не забезпечує належної якості через взаємний вплив цих параметрів.

Це робить актуальним наукове завдання покращення якості управління процесом, яке можна вирішити шляхом розробки адекватної математичної моделі низькотемпературної сепарації. Система автоматичного керування на основі цієї моделі зрештою підвищить ефективність підготовки природного газу, видобутого зі свердловини.

Спрощена функціональна схема установки НТС представлена на рисунку 1.



Рисunek 1 - Спрощена функціональна схема установки НТС

Газ, видобутий зі свердловини, спочатку подається на установку комплексної підготовки газу (УКПГ). Після проходження через УКПГ, природний газ піддається попередньому дроселюванню (або без нього) і надходить на вхід сепаратора C-1 (рис. 1), де відбувається відокремлення крапельної рідини.

Далі газ проходить через теплообмінник Т1 і подається до сепаратора С-2 через штуцер або ежектор. У теплообміннику Т1 газ охолоджується за допомогою теплоносія, що подається в міжтрубний простір теплообмінника Т1. З виходу сепаратора С-2 осушений газ надходить у теплообмінник, де підігрівається, і після вимірювання прямує до газового колектора. Щоб уникнути утворення гідратів, у вхідний потік газу перед сепаратором С-2 додається діетиленгліколь (ДЕГ). Завдяки різниці густин конденсату та ДЕГ відбувається гравітаційне розділення рідких фаз, і виділений ДЕГ збирається в ємності Р-1 та Р-2 (рис. 1).

На основі закону збереження маси розроблено математичну модель процесу низькотемпературної сепарації у форматі «вхід-вихід», яка враховує реальні умови перебігу процесу НТС і є придатною для цілей керування.

Літературні джерела

1. Szilas A. P. Production and Transport of Oil and Gas. Akademiai Kiado. Budapest, 1975. 264 p.
2. Abdel-Aal H. K., Mohamed Aggour, Fahim M. A. Petroleum and Gas Field Processing. Marcel Dekker, INC. New York Basel. 358 p.
3. Савченко О. О., Балінський О. С. Нагрівання природного газу за допомогою енергетичного роздільника на діючій газорозподільній станції // URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/35d71acb-c02b-487f-860a-28eb2f95134b/content>. 2004. С. 169 – 173.

УДК 681.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВИХ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕАКТОРУ ГІДРУВАННЯ СІРКОВИХ З'ЄДНАНЬ

Берізка В.В., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

Для дослідження була обрана важлива ланка у виробництві метанолу - реактор гідрування сіркових сполук. Цей апарат відіграє важливу роль у підготовці сировини - природного газу - для подальшого синтезу метанолу з синтез-газу. Саме в реакторі гідрування відбувається очищення природного газу від сірковмісних домішок, що є критично важливим для отримання якісного кінцевого продукту [1].

На рис. 1 зображена типова схема даного реактора гідрування сіркових сполук. Розглянемо більш детально її складові та принцип роботи.

Реактор гідрування є ключовим апаратом у підготовчій стадії виробництва метанолу. Від ефективності його роботи та повноти видалення сірчистих домішок безпосередньо залежить якість синтез-газу, а отже, і кінцевого продукту - метанолу. Тому автоматизація процесів в реакторі та забезпечення їх

стабільного протікання в заданих технологічних межах є вкрай важливим завданням.

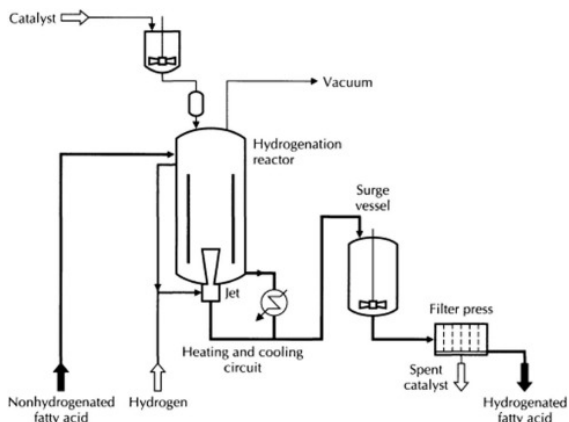


Рисунок 1 – Приклад типової схеми реактору гідрування

З цієї схеми (рис. 1) дійсно помітно, що процес гідрування сіркових сполук повинен відбуватися за певного робочого тиску. У наведеному прикладі це вакуум, а в розглядуваному нами випадку - тиск 3 МПа. Це вказує на необхідність ретельного контролю та підтримання заданого тиску в системі реактора для забезпечення належного перебігу процесу. Відповідно, в схемі автоматизації обов'язково повинні бути передбачені засоби контролю тиску та сигналізації про будь-які відхилення від заданих меж.

Розглянувши наступну типову схему реактора гідрування зображену на рис. 2, ми можемо проаналізувати інші важливі параметри процесу та способи їх автоматизованого контролю та регулювання.

Порівняльний аналіз кількох типових схем автоматизації дозволяє виявити спільні риси та відмінності, а також визначити найбільш критичні параметри, від регулювання яких залежить ефективність та якість процесу гідрування сіркових сполук в цілому. Це дасть змогу розробити оптимальну схему автоматизації досліджуваного реактора.

Дійсно, розглядаючи типову схему реактора гідрування, зображену на рис. 2, можна помітити наявність регулювальних клапанів на всіх лініях подачі вихідних реагентів на вхід реактора. Це свідчить про необхідність точного контролю та регулювання витрат кожного з реагентів, що подаються в реактор.

Правильне співвідношення витрат реагентів, таких як природний газ, водяна пара, водень та інші, є важливим для забезпечення оптимального перебігу реакції гідрування сіркових сполук і отримання необхідної якості продукту на виході реактора. Відхилення від заданих співвідношень може призвести до неповного вилучення сірчистих домішок, порушення складу цільового газу і, як наслідок, негативно вплинути на наступні стадії виробництва метанолу.

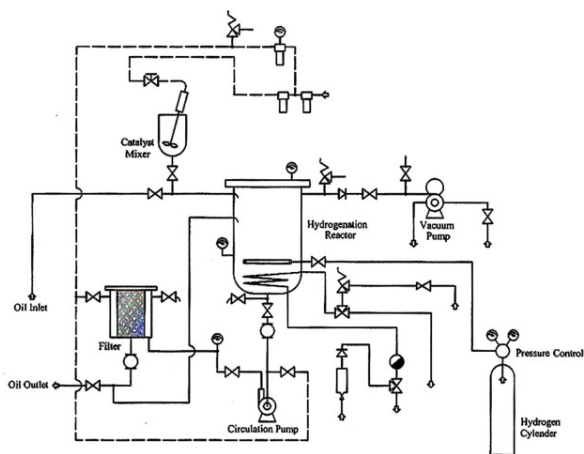


Рисунок 2 – Приклад типової схеми реактору гідрування

Тому в схемі автоматизації обов'язково повинні бути передбачені засоби точного контролю та регулювання витрат реагентів за допомогою регулювальних клапанів, витратомірів та відповідних регуляторів співвідношення витрат. Це дозволить забезпечити стабільність технологічного режиму в реакторі гідрування та отримувати продукт необхідної якості.

Літературні джерела

1. Ядав Р. та ін., «Передові стратегії контролю для установок видалення сірки», Дослідження промислової та інженерної хімії, том 57, No 32, с. 11021-11035, 2018.

УДК 681.5

АЛГОРИТМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ І УПРАВЛІННЯ КВАДРОКОПТЕРОМ НА ОСНОВІ ПІД-РЕГУЛЯТОРА

Вашечкін О.А., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

ПД-регулятор зручно використовувати в якості попереднього алгоритму управління через простоту його настройки і реалізації. Загальна схема системи управління квадрокоптера, що включає підсистему стабілізації його кутового руху і підсистему приведення в задані точки маршруту (координати траєкторного руху), показана на рис. 1. [1].

Горизонтальне переміщення апарата відбувається під дією горизонтальної проекції сумарного вектору тяги, відхиленого від вертикалі. В даному варіанті відхилення вектору тяги відбувається за рахунок зміни кутів тангажу і крену при фіксованому положенні кута ролання.

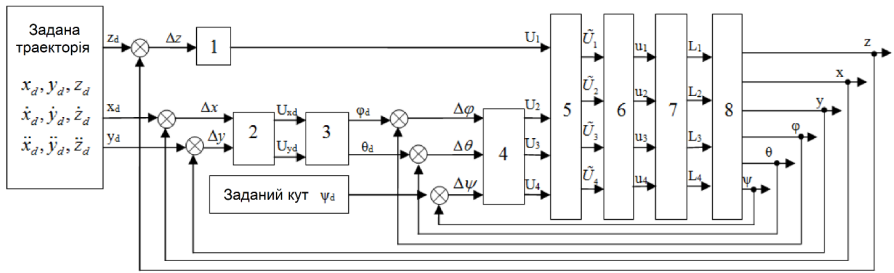


Рисунок 1 – Схема системи управління квадрокоптера. Блоки: 1,2,4-ПІД-регулятор, 3-перетворювач координат, 5-розподільник сигналів, 6-обмежувач напруги, 7-модель гвинтомоторні групи, 8-модель квадрокоптера

Зміна кутового положення досягається шляхом диференційованого управління швидкостями обертання гвинтів, що дає відповідні відмінності їх сил тяги і моментів. Стабілізація і управління в вертикальному напрямку забезпечується зміною сумарної величини тяги. Підсистему, що забезпечує необхідні значення кутових параметрів і висоти за рахунок зміни тяги гвинтів, будемо вважати системою стабілізації, а підсистему, здійснює приведення в задані точки маршруту - системою траєкторного управління.

ПІД-регулятори кутового положення і висоти мають вигляд:

$$\begin{cases} u_2 = K_{p\varphi}(\varphi_d - \varphi) + K_{i\varphi} \int (\varphi_d - \varphi) dt + K_{d\varphi}(\dot{\varphi}_d - \dot{\varphi}) \\ u_3 = K_{p\theta}(\theta_d - \theta) + K_{i\theta} \int (\theta_d - \theta) dt + K_{d\theta}(\dot{\theta}_d - \dot{\theta}) \\ u_4 = K_{p\psi}(\psi_d - \psi) + K_{i\psi} \int (\psi_d - \psi) dt + K_{d\psi}(\dot{\psi}_d - \dot{\psi}) \\ u_1 = \frac{m}{c_\varphi c_\psi} (K_{pz}(z_d - z) + K_{iz} \int (z_d - z) dt + K_{dz}(\dot{z}_d - \dot{z}) - g) \end{cases} \quad (1)$$

Схема моделювання в середовищі Matlab Simulink показана на рис. 2, реакції моделі на ступінчатий вплив (рис. 3).

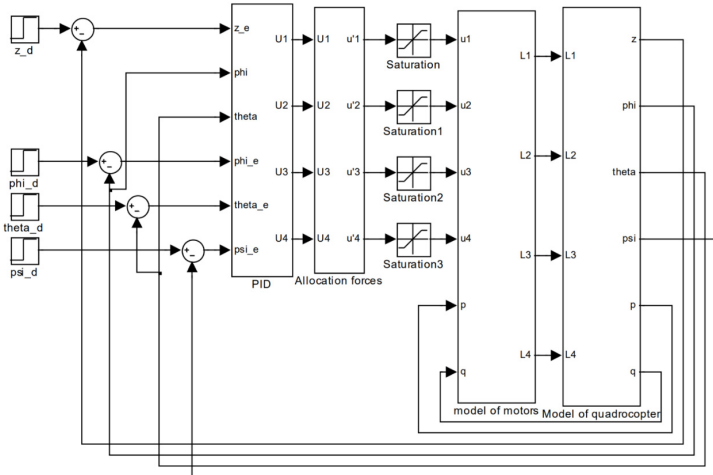
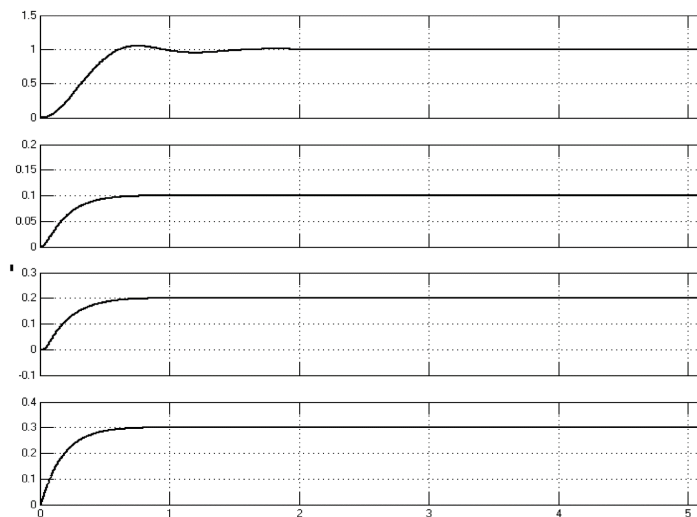


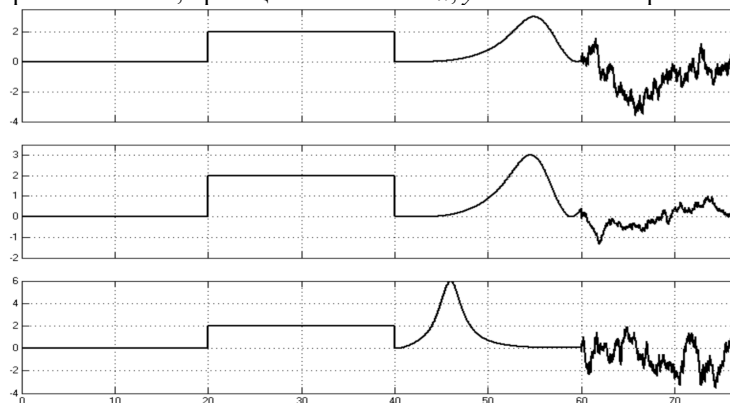
Рисунок 2 – Схема моделі регулювання кутового положення і висоти

Рисунок 3 – Реакції на ступінчатий вплив (z, φ, θ, ψ)

Робота алгоритму стабілізації перевірена також в режимах відстеження гладких вхідних сигналів виду:

$$\begin{cases} z_d = 3 + 0.3\sin 0.5t \\ \varphi_d = 0.5 + 0.05\sin 0.5t \\ \theta_d = 0.5 + 0.05\cos 0.5t \\ \psi_d = 0.5 + 0.12\sin(0.5t + \pi/5) \end{cases} \quad (2)$$

і при вітрових впливах, проекції яких по осях x, y і z показані на рис. 4.

Рисунок 4 – Модель вітрових впливів по осях x, y, z

Результати моделювання, наведені на рис. 5, свідчать про прийнятну працездатності алгоритму стабілізації.

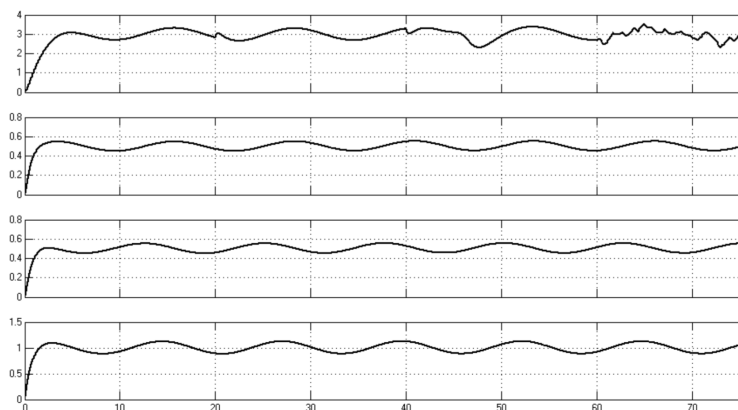


Рисунок 5 – Результати моделювання за координатами (z , φ , θ , ψ)

Літературні джерела

1. Моделювання процесу стабілізації та керованості безпілотного квадрокоптера у польоті / Б. Благітко, Ю. Мочульський, Л. Кіт, І. Заячук // Фіз.-мат. моделювання та інформ. технології. – 2013. – Вип. 18. – С. 21-31.

УДК 681.536.5

АНАЛІЗ І ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИПІКАННЯ В ХЛІБОПЕКАРНІЙ ПЕЧІ

О. А. Ворона, О. В. Кучмистенко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

У сучасних умовах розвитку хлібопекарної промисловості зростає потреба у підвищенні ефективності технологічних процесів випікання. Одним із ключових елементів є точне регулювання параметрів печі, що дозволяє досягти стабільної якості продукції та знизити енергоспоживання. Структурна схема технологічного процесу випікання відіграє важливу роль у розумінні взаємозв'язків між вхідними та вихідними параметрами системи, що безпосередньо впливають на якість кінцевого продукту [1].

Метою дослідження є аналіз структурної схеми хлібопекарної печі, визначення основних взаємозалежностей технологічних параметрів і розробка рекомендацій щодо впровадження контурів регулювання для підвищення ефективності процесу випікання.

На основі проведеного аналізу технологічного процесу випікання в хлібопекарній печі було розроблено структурну схему, що ілюструє основні технологічні параметри та їх взаємозв'язки рис. 1).

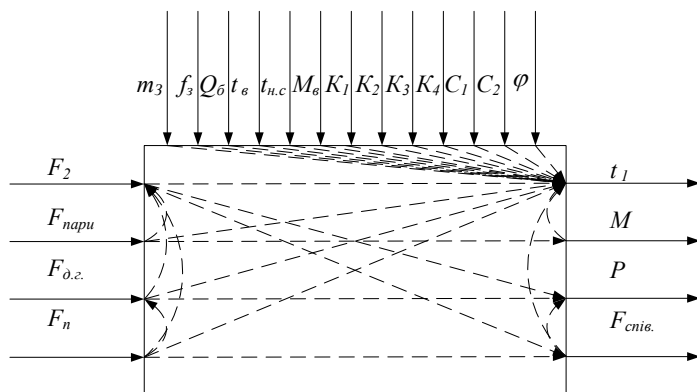


Рисунок 1 – Структурна схема хлібопекарної печі

Температура в першій зоні печі (t_1) – один із основних чинників, що впливає на процес теплопередачі до хлібних заготовок.

Вологість у пекарній камері (M) – визначає рівень якості та структури хліба.

Співвідношення "паливо-повітря" ($F_{спів}$) – важливий фактор, що впливає на процес горіння та температуру в пекарній камері.

Тиск у камері (P) – регулює процес розрідження, що впливає на рівномірність випікання.

Крім цього, аналіз виявив значний вплив таких факторів, як витрата пари, газу, повітря та теплопередачі між різними компонентами системи.

На основі аналізу структурної схеми та факторів, що впливають на процес випікання, пропонується впровадити низку контурів регулювання для оптимізації процесу:

- Регулювання температури в першій зоні печі дозволить більш точно контролювати процес теплопередачі до заготовок, забезпечуючи їх рівномірне випікання.
- Регулювання вологості в пекарній камері сприятиме підтримці необхідної структури та якості хліба, зменшуючи можливі дефекти.
- Регулювання тиску розрідження в топці дозволить забезпечити стабільні умови горіння, що позитивно вплине на кінцеві параметри випічки.
- Регулювання співвідношення "паливо-повітря" дасть змогу оптимізувати енерговитрати, зменшуючи витрати газу та підвищуючи ефективність роботи печі.

Впровадження контурів регулювання, зокрема температури, вологості та співвідношення "паливо-повітря", сприятиме підвищенню ефективності процесу випікання, поліпшенню якості хліба та зниженню енергоспоживання.

Літературні джерела

1. Гвоздев О.В., Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О. Машины та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник / О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – К.: Вища освіта, 2010. - 307 с.: іл.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООБМІННИКА

Гаєвський Ю.Л., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

Теплообмінник, який використовується для нагрівання газоподібного аміаку перед реактором, є важливим елементом у процесах, пов'язаних із обробкою аміаку, наприклад, у виробництві добрив. Цей пристрій складається з різних компонентів, що забезпечують ефективну передачу тепла від теплоносія до аміаку, щоб підготувати його до подальших реакцій. Основний принцип роботи полягає в тому, що газоподібний аміак проходить через теплообмінник, де він нагрівається до необхідної температури за допомогою контакту з гарячим теплоносієм, який циркулює через систему. Ця циркуляція створює умови для ефективної передачі теплової енергії.

Конструкція теплообмінника передбачає наявність труб або пластин, через які відбувається контакт між теплоносієм та аміаком, а також спеціальних ізоляційних матеріалів, що зменшують теплові втрати. Важливими параметрами, що впливають на його роботу, є температура та тиск аміаку, а також швидкість потоку теплоносія. Всі ці показники ретельно контролюються, щоб забезпечити стабільність процесу і досягнення необхідної температури аміаку перед тим, як він надійде до реактора. Така система дозволяє точно регулювати умови, що є критично важливими для успішного перебігу хімічних реакцій у реакторі.

При постановці задачі математичного моделювання технологічного процесу в теплообміннику передбачається розробка математичних рівнянь, які відображають тепловий обмін та перенос маси в системі. Це має велике значення для вирішення різноманітних завдань, таких як оптимізація теплообміну, прогнозування температурного режиму або розробка автоматизованих систем керування. Завдання, які потрібно вирішити в процесі математичного моделювання технологічного процесу в теплообміннику, включають:

а) Визначення типу теплообмінника та всіх його компонентів, таких як теплоносії, теплообмінні поверхні, витрати теплоносія, параметри та фізичні властивості робочих речовин;

б) Встановлення основних припущень для моделі, таких як стаціонарність процесу, однорідність речовини, ізотермічність теплообміну тощо;

в) Формулювання рівнянь масо-енергетичного балансу для кожного компонента системи та для системи в цілому. Це включає рівняння збереження маси, рівняння збереження енергії та рівняння, що описують тепловий обмін між компонентами;

г) Формування рівнянь теплопередачі, які описують тепловий обмін між теплоносієм і робочим середовищем на поверхнях теплообмінника.

г) Розв'язання системи рівнянь, що включає в себе рівняння масо-енергетичного балансу та рівняння теплопередачі;

д) Проведення аналізу результатів моделювання та формулювання висновків щодо ефективності та оптимальності технологічного процесу в теплообміннику.

Теплообмінник - це пристрій або система, що призначена для передачі тепла від одного середовища до іншого без прямого контакту між ними. Структурно-параметрична схема теплообмінника для нагрівання газоподібного аміаку перед реактором зображена на рис. 1.

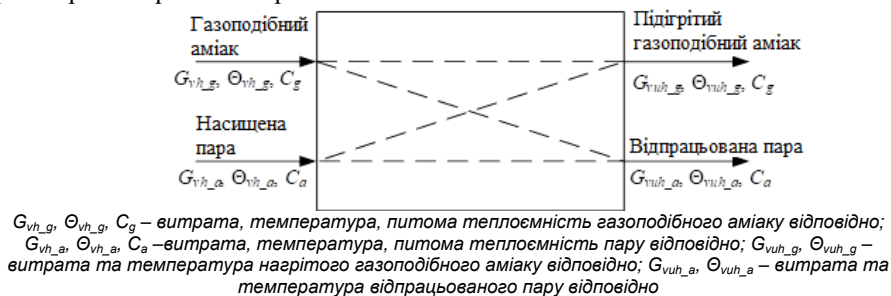


Рисунок 1 – Структурно-параметрична схема теплообмінника

В автоматизованому керуванні теплообмінником для нагрівання газоподібного аміаку перед реактором існує кілька потенційних проблем, які пов'язані з необхідністю точного контролю над основними параметрами. Основні виклики включають підтримання стабільної температури та тиску аміаку, що потребує високої точності вимірювальних пристроїв та належної синхронізації роботи регуляторів. Коливання температури або тиску можуть негативно вплинути на ефективність реактора, тому автоматизація має гарантувати надійне й безперебійне функціонування системи.

Іншою проблемою є контроль за станом теплоносія, оскільки від його температури і швидкості залежить ефективність процесу теплопередачі. Погана регуляція потоку або перепади у роботі можуть призвести до перегрівання аміаку або недостатнього його нагрівання, що знижує загальну ефективність процесу.

Також варто враховувати складність у підтриманні теплоізоляції, яка необхідна для зменшення теплових втрат. Автоматизовані системи контролю повинні бути здатні швидко реагувати на зміни умов експлуатації, наприклад, у разі зміни властивостей теплоносія або аміаку, щоб уникнути збоїв. Таким чином, основними проблемами автоматизованого керування є необхідність безперервного моніторингу і точного регулювання параметрів, від яких залежить ефективність і безпека роботи теплообмінника [1].

Літературні джерела

1. Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

УДК

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК FPV-ДРОНІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОНУВАНОГО ЗАВДАННЯ

С. І. Гонтарук, В. Р. Куць

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна, coffice@lp.edu.ua

З розвитком технологій військові дрони стають важливою частиною збройних сил багатьох країн. Одним із типів дронів, які використовуються у військових цілях є FPV-дрони — вид безпілотних літальних апаратів, пілотування яких здійснюється з використанням технології FPV («First Person View», укр. вид від першої особи). Відповідно до виконуваних завдань, FPV-дрони відрізняються конструктивними рішеннями, типами зв'язку і технічними характеристиками.

Найважливішими вимогами для розвідувальних FPV-дронів є: висока якість зображення, великі швидкість та маневреність, а також значний час польоту і здатність долати велику відстань. Також перевагою буде наявність системи нічного бачення, тепловізора тощо. Одним з найпопулярніших розвідувальних FPV-дронів є квадрокоптер DJI MAVIC 3. Він розроблений для високоякісної тривалої аерофотозйомки, отже ідеально підходить для розвідувальних цілей. Завдяки багатьом сенсорам камера має високу роздільну здатність і ефективна при слабкому освітленні. Також вона підтримує 28-кратний гібридний зум, що є надзвичайно корисним у розвідці. У MAVIC 3 передбачений політ у складних умовах. FPV-дрон має функцію RTH, яка визначає найкращу траєкторію повернення до вихідної точки польоту. Квадрокоптер Dji Mavic 3 оснащений безколекторними потужними CCW двигунами та надійними 9" гвинтами, а також LiPo 4S акумулятором ємності 5000 мАг, який забезпечує 46 хвилин польоту. Дрон здатний літати з дальністю передачі 15 км без ретранслятора (якщо власної дальності польоту не достатньо, застосовуються ретранслятори, які можуть бути високою антеною або іншим дроном, піднятим в повітря). Проте в даного дрону є суттєвий недолік: він вразливий до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та розвідки (РЕР). Ці системи можуть перехоплювати сигнали управління дроном, створювати радіоперешкоди або навіть повністю виводити їх з ладу. Зміна частоти керуючого сигналу є оптимальним рішенням для застосування у розвідників, адже воно не обмежує дальність польоту, як, наприклад, використання оптоволоконного кабелю. Системи для зміни частоти вже активно використовуються військовими. У випадку коли дрону-розвіднику потрібно повернутися до оператора можна застосувати орієнтування на місцевості за допомогою створення фотографій маршруту. Це надає можливість автономного повернення FPV-дрона не залежно від зв'язку з оператором чи системами навігації, як-от GPS. [1]

На відміну від дронів-розвідників, камікадзе розраховані на перенесення вантажів, наприклад гранат або снарядів. Також вони повинні мати високу маневреність і якість зв'язку, щоб точно попадати у ціль. Для дронів-камікадзе також дуже важливою є висока швидкість польоту, яка пов'язана з потребою

догнати рухому мішень. FPV-дрон камікадзе 10" Малюк "Нічний сокіл" від українського виробника BattleBorn розроблений для використання як камікадзе. Він успішно пройшов випробування в бойових умовах. "Нічний сокіл" здатний нести на собі до 4 кг корисного навантаження і летіти на відстань до 15 км завдяки 6s3r акумулятору, потужним двигунам BattleBorn 3214 800kv та 10" гвинтам. Також на карбоновій рамі встановлена тепловізійна камера для ефективного проведення операцій навіть вночі. Для протидії засобам РЕБ та РЕР застосовують систему зміни частот, як і у розвідувальних дронів. [2]

Відмінністю FPV-дронів зі скидом від камікадзе є те, що вони багаторазові. Крім того, на рамі встановлена спеціальна система скидів, що додатково обтяжує дрон. Прикладом є Combat 10" – FPV-дрон, розроблений для перевезення вантажів. Серед інших він вирізняється вбудованим скидом, можливістю перенесення вантажу до 3,5 кг та механізмом камери, який дозволяє змінювати її нахил вниз на 90°, що важливо для точності скидання боєприпасу. Маса самого дрона становить 0,6 кг, забезпечуючи маневреність. Крейсерська швидкість, від 70 до 80 км/г, дозволяє наздоганяти навіть відносно швидкі цілі та при цьому зберігати енергію для довгого часу польоту. Максимальна швидкість Combat 10" становить 100 км/год, що дозволяє здійснювати швидке повернення, не наражаючись на небезпеку. Час польоту залежить від навантаження та становить 10-25 хв. Максимальна дальність польоту Combat 10" – 10 км, а висота – 2 км. FPV-дрон використовує міцну карбонову раму Apex, двигуни 3115 900kv, 10" гвинти. Для цього виду дронів також застосовується система зміни частот для обходження засобів РЕБ та РЕР, але є можливим і використання оптоволоконного кабелю, який взагалі виключає потребу радіопередачі, повністю усуваючи можливість втрати апарату через дію РЕБ/РЕР. [3]

Висновки: аналіз показує, що кожен тип FPV-дронів має специфічні технічні характеристики, адаптовані під їх цільові завдання: розвідники акцентують увагу на якості зображення та тривалості польоту, дрони-камікадзе – на швидкості та точності удару, а дрони зі скидом – на багаторазовості та точні скидання. Захист від засобів РЕБ і РЕР, а також використання автономних алгоритмів навігації підвищують їхню ефективність в умовах сучасної війни.

Літературні джерела

1 [Електронний ресурс], «Дрони для розвідки: ТОП-5 найкращих моделей», режим доступу: <https://www.flydron.com.ua/sovety/drony-dlya-razvedki>

2 [Електронний ресурс], «FPV дрон камікадзе 10" Малюк "Нічний сокліл"», режим доступу: <https://drontech.com.ua/fpv-dron-kamikadze-10-maljuk-10-nichnij-soklil-maljuk>

3 [Електронний ресурс], «Квадрокоптер Combat 10" – 10 дюймовий ударний FPV дрон зі скидом та поворотною камерою», режим доступу: https://fx-drones.com/kvadrokopter-combat-10-10-diimovyi-udarnyi-fpv-dron-zi-skydom-ta-povorotnoiui-kameroiu/?srsltid=AfmBOoozFbza6kx7yDrG7Kig_n3xj2muuLrcBgs1i1Uv4HvfQzaI2UHY

СИНТЕЗ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Чубатий Ю.І., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

Для забезпечення надійності і ефективності функціонування різноманітних технологічних процесів і установок в нафтогазовій і хімічній промисловості необхідні сучасні системи управління і моніторингу. Світові тенденції до побудови систем управління передбачають інтеграцію систем контролю і управління різними ділянками виробництва і енергоресурсами в єдину систему управління виробництвом. Вважається, що управління технологічними процесами і виробництвами повинно бути зв'язаним з ефективним управлінням енергоресурсами. При такій інтеграції систем управління інформація про наявність і використання енергоресурсів стає доступною і необхідною для всіх ланок управління підприємством [1].

Використання цієї інформації для керування дозволяє оптимізувати технологічні процеси, зменшити непродуктивні втрати часу, впливати на собівартість продукції і показники рентабельності підприємства.

Системи такого виду забезпечують функціональну, інформаційну, технічну і програмну інтеграцію.

Функціональна інтеграція в умовах багаторівневої системи заключається в узгодженні критеріїв кожного рівня.

Інформаційна інтеграція реалізується на основі банку даних, що обслуговує функціональні задачі управління в системі вводу, контролю, управління і контролю баз даних.

Технічна інтеграція забезпечується сумісністю технічних засобів.

Програмна інтеграція базується на комплексній організації програмного забезпечення функціональних задач.

В інтегрованій автоматизованій системі управління можна виділити дві основні групи задач: задачі автоматизованого управління технологічними процесами і техніко-економічні задачі управління підприємством в цілому.

Враховуючи традиції вітчизняного приладобудування і потужний потік систем західних фірм, розглянемо питання класифікації об'єктів і систем автоматизації, що використовуються в розвинутих країнах світу.

Виробничі процеси і об'єкти, якими керують автоматизовані системи управління, прийнято розділяти на такі категорії:

- Manufacturing - мануфактурні виробництва переважно з обробкою дискретних сигналів (обробка металів, фасовка, упаковка, поточно-транспортні виробництва);

- Continuous - неперервні процеси переважно з обробкою аналогових сигналів: реактори, печі, котли і т. п.;

- Batch - групові об'єкти, де підготовка асоціюється з паралельною обробкою і наступним етапом обробки (змішувачі, дозуючі пристрої).

За допомогою цих керуючих пристроїв забезпечують загальновідомий ПІД-закон керування

$$F(P) = K_o + K_i / P + K_a P, \quad (1)$$

де: $F(P)$ - передавальна функція;

K_o, K_i, K_a - коефіцієнти пропорційної, інтегральної та диференційної складової закону керування.

Формула (1) - стандартна передавальна функція ПІД - регуляторів (PID - controlles).

Останні 10 років в розвинутих країнах світу широко використовуються нечіткі логічні регулятори НЛР (FLC -Fuzzy Logic Controlles).

Вони основані на виконанні логічних правил такої форми:

ЯКЩО (умова) ТО (дія) і всі правила використовуються рандомізовано.

Наприклад:

$$\text{ЯКЩО } (x_1 \in a_1, x_2 \in a_2, \dots, x_n \in a_n) \text{ ТО (вихід } \in b_j), \quad (2)$$

де: $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - деякі змінні системи:

a_j - належать $A \{i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, k\}$;

b_j - належать $B \{j = 1, \dots, k\}$.

A і B є множинами, елементи яких є нечіткими множинами. Припустимо для прикладу, що

$$A = B = \{ВД, СД, МД, НР, Н, НВ, МВ, СВ, ВВ\},$$

де: ВД - велике додатне;

СД - середнє додатне;

МД - мале додатне;

НР - нульове додатне;

Н - нульове;

НВ - нульове від'ємне;

МВ - мале від'ємне;

СВ - середнє від'ємне;

ВВ - велике від'ємне (рис 1).

Сукупність функцій нечіткої множини a_{ij} , і b_j може бути визначена різними шляхами, наприклад, за допомогою Z-функцій, S-функцій, трапецевидних, експоненціальних функцій та ін. Використання конкретної сукупності функцій залежить від практичної ситуації.

Якщо сукупність нечіткої множини a_{ij} , позначити як $U_{bj}(x)$, то використовуючи нечітке правило (2), вихід нечіткого регулятора повинен розраховуватись

$$U_j = U_{bj}(x) \cdot y_j, \quad (3)$$

де U_j - задовільняє

$$U_{bj}(yk) = 1 \quad (4)$$

і

$$U_{bj}(x) = \min(U_{U_{bj}}(x)) \text{ для } i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

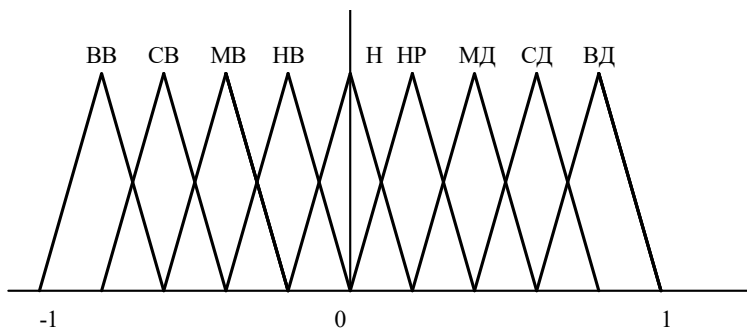


Рисунок 1 – Сукупність функцій трикутного типу

Вихід шукають як всю множину правил, що визначається як центр тяжіння або центр максимумів, або іншим методом комбінації вихідної сукупності функцій.

Літературні джерела

1. Семенцов Г.Н. Теорія автоматичного керування / Г.Н. Семенцов; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ: Факел, 1999.-320с.

УДК 681.5

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ

Іванець Є.В., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

В нелінійних системах питання стійкості виявляється значно складнішим, оскільки, в зв'язку з невиконанням принципу суперпозиції, неможливо розділити процес на перехідну і вимушену складові. Можливість автоколивань.

До наближених методів аналізу стійкості відносяться: метод гармонічної лінеаризації і критерій В.М. Попова [1]. Цим методом можна визначити умови виникнення і параметри автоколивань як в системах другого порядку, так і в більш складних системах. Метод полягає у заміні суттєво нелінійного елемента еквівалентною лінійною ланкою. Ця операція називається гармонічною лінеаризацією.

Суть методу зводиться до того, що на вхід системи діє гармонічний синусоїдальний сигнал $x_n(t) = x_{nm} \cdot \sin \omega t$. При цьому на вході нелінійного елемента будуть виникати періодичний сигнал $y_n(t)$, форма якого залежить від характеру нелінійності і в загальному випадку суттєво відрізняється від синусоїдального. Для визначення коливної межі можна використати будь-який із критеріїв стійкості. Так згідно критерію Найквіста система знаходиться на

коливній межі стійкості, якщо АФХ розімкнутого контуру проходить через точку $(-1; j0)$. Отже умовою існування автоколивань є рівність

$$W_{\lambda}(j\omega_a) \cdot W_{\mu}(x_{ma}) = -1, \quad (1)$$

або

$$W_{\lambda}(j\omega_a) = \frac{-1}{W_{\mu}(x_{ma})}. \quad (2)$$

Ліва частина рівняння (2) являє собою АФХ всіх лінійних ланок системи, а права – обернену характеристику нелінійного елемента, взяту з протилежним знаком. Рівняння (2) зручно розв'язати графічно. Для цього необхідно побудувати вказані характеристики в одній системі координат. В точках пересічення кривих виконується рівність (1).

Запишемо передавальну функцію лінійної частини системи підставивши відповідні значення

$$WK_{\text{роз}}(p) = \frac{-64p^2 + 15.75p + 0.05}{800p^3 + 355p^2 + 42p + 1}. \quad (3)$$

Запишемо передавальну функцію нелінійного елемента

$$W_{HE}(p) = K - \frac{2K}{\pi} \left(\arcsin \frac{b}{x_m} + \frac{b}{x_m^2} \sqrt{x_m^2 - b^2} \right), \quad (4)$$

Підставивши відповідні значення $c=2.5$; $b=2$; $K=1.5$; $x_m > b$ в формулу отримаємо

$$W_{HE}(p) = 1 - \frac{2.5}{\pi} \left(\arcsin \frac{2}{x_m} + \frac{2}{x_m^2} \sqrt{x_m^2 - 4} \right). \quad (5)$$

Для побудови АФХ скористаємося уже проведеними розрахунками, і запишемо одразу дійсну і уявну частину АФХ лінійної частини розімкнутої АСК

$$P(w) = \frac{-35320w^4 + 708w^2 + 1}{6400 \cdot 10^5 w^6 + 5.883 \cdot 10^4 w^4 + 1054w^2 + 1};$$

$$Q(w) = \frac{-8420w^3 + 51200w^5 + 13.35w}{6400 \cdot 10^5 w^6 + 5.883 \cdot 10^4 w^4 + 1054w^2 + 1}.$$

Для побудови скористаємося програмою MathCAD

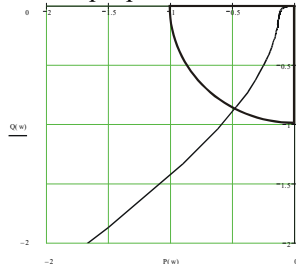


Рисунок 1 – Графік АФХ лінійної частини АСК

Виразимо другу частину рівняння (2)

$$-\frac{1}{W_H(x_m)} = \frac{1}{\frac{2.5}{\pi} \left(\arcsin \frac{2}{x_m} + \frac{2}{x_m^2} \sqrt{x_m^2 - 4} \right) - 1} \quad (6)$$

Побудуємо отриману залежність

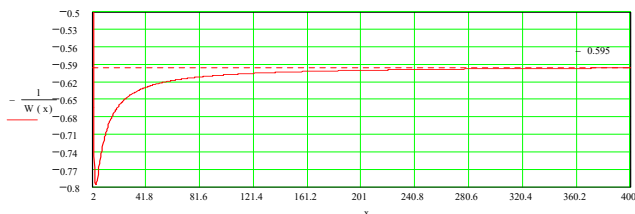


Рисунок 2 – графік залежності $-\frac{1}{W_H(x)}$ від x

Виходячи з отриманого графіка характеристика один раз проходить вздовж дійсної осі $P(\omega)$. При x_m збільшенні від 2 до $+\infty$ характеристика прямує від $-\infty$ і досягає -0.595 при $x_m \rightarrow \infty$.

Тобто характеристики лінійної і нелінійної частин не перетинаються. Це свідчить про відсутність автоколивань, а також про те, що систему можна вважати стійкою.

Літературні джерела

1. Семенцов, Г. Н. Теорія автоматичного керування [Текст]: навч. посіб. / Г. Н. Семенцов. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2016. – 610 с.

УДК 681.5

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АТМОСФЕРНОЇ ПЕРЕГОНКИ НАФТИ, ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Чокої С.А., Кучмистенко О.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com

Автоматизація процесу атмосферної перегонки нафти має вирішальне значення для ефективного, безпечного і стабільного функціонування нафтопереробних заводів. По-перше, вона дозволяє підвищити точність контролю ключових параметрів процесу, таких як температура, тиск, рівень пари й рідини в ректифікаційній колоні, а також флегмове число. Це забезпечує стабільний розподіл фракцій нафти з мінімальними відхиленнями, що напряду впливає на якість кінцевих продуктів, таких як бензин, дизельне паливо, гас і мазут.

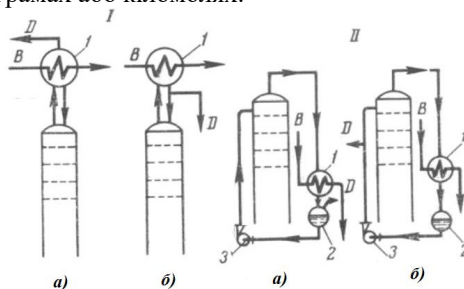
Зрошення, яке необхідне для проведення ректифікації, у відгінних колонах досягається шляхом подачі живлення в рідкому виді на верхню тарілку.

У повних і зміцнювальних колонах зрошення здійснюється за рахунок конденсату пару, що виходить із верхньої частини колони. Інші пари утворюють дистилат – верхній продукт колони, тому зрошення й відбір дистилату кількісно зв'язані між собою.

Відношення кількості гарячого (при температурі конденсації) зрошення або флегми L до кількості дистилату D називається флегмовим числом v :

$$v = \frac{L}{D} = \frac{G-D}{D} \quad (1)$$

де: $G = L + D$ – кількість пари, що виходить із колони. Всі величини приймаються в кілограмах або кіломолях.



I — самопливом; II — примусово: а) — із частковою конденсацією пари; б) — з повною конденсацією пари; 1 — дефлегматор; 2 — ємність для флегми; 3 — насос; D — дистилат; В — вода

Рисунок 1 – Способи зрошення колон

Флегмове число – це відношення кількості флегми, що повертається в колону на зрошення тарілки, до кількості дистилата, що відбирається. Воно показує у якому відношенні паровий потік колони ділиться на флегму і дистилат. Воно може змінюватися від 0 до ∞ .

При $v = 0$ зрошення колони також дорівнює нулю, отже, паровий потік колони не буде зустрічатися з потоком рідини, тобто не буде масообміну й збагачення пари легколетючим компонентом. Інакше кажучи, можна сказати, що без зрошення колони процесу ректифікації бути не може.

При $v = \infty$ весь конденсат пар, що виходять із колони, повністю надходить на зрошення. У цьому випадку відбір дистилату дорівнює нулю. Процес ректифікації в колоні йде, але немає виходу легколетючого продукту - колона працює «на себе». При сталому процесі нижній продукт колони буде мати той же склад, що й вихідне живлення.

Практично колона повинна забезпечувати поділ і давати дистилат, отже, вона повинна працювати при $0 < v < \infty$.

Зрошення може бути організовано самопливом (коли дефлегматор установлений вище верхньої тарілки) і примусово- за допомогою насоса (рис. 1). У другому випадку дефлегматор установлюється нижче верхньої тарілки колони, що дозволяє зменшити загальну висоту установки.

Відбирати дистилат можна після часткової або повної конденсації пари. У першому випадку забезпечується додаткове збагачення дистилату

легколетючим компонентом внаслідок часткової конденсації пари та масообміну між флегмою й парою при їх протиточному русі. Таким чином, дефлегматор певною мірою виконує й функції ректифікаційної колони. У другому випадку пар, що виходить із колони, дистилат і флегма мають однакову сполуку й дефлегматор не дає ніякого зміцнювального ефекту.

Тепло конденсації пари звичайно приділяється за допомогою води і продуктів, що підлягають нагріванню. Відомі випадки відводу тепла конденсації за допомогою повітряних дефлегматорів, які коштують дешевше, ніж кожухотрубні з водяним охолодженням.

При охолодженні водою можливий паралельний або послідовний хід її через теплообмінники. При паралельному введенні полегшується регулювання системи охолодження, але, як правило, потрібна більша витрата води в порівнянні з послідовним введенням.

Вивчивши ділянку технологічного процесу атмосферної перегонки нафти і визначившись з типом колони та фракціями, що відбираються (рис. 2), виділено 6 керуючих впливів та 6 керованих змінних для побудови математичної моделі динаміки [1].

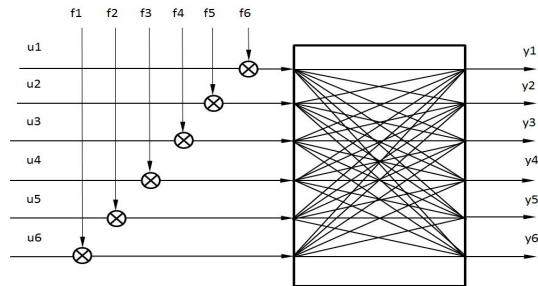


Рисунок 2 – Параметрична схема об'єкта управління

Параметрична схема об'єкта управління представлена на рис. 2, а параметри та їх номінальні значення в табл.1.

Таблиця 1 – Змінні і номінальні значення

Змінна	Параметр	Од. вим.	Номінал
u_1	Витрата газойля з основної колони	кг/с	9.594
u_2	Витрата дизеля з основної колони	кг/с	35.667
u_3	Витрата гасу з основної колони	кг/с	17.872
u_4	Витрата відбору зрошення з колони	кг/с	73.75
u_5	Витрата флегми в колону	кг/с	21.536
u_6	Витрата теплового потоку	кДж/с	$31.6 \cdot 10^3$
y_1	Витрата газойля зі стріппінгу	$\text{м}^3/\text{с}$	$8.28 \cdot 10^{-3}$
y_2	Витрата дизеля зі стріппінгу	$\text{м}^3/\text{с}$	$35.4 \cdot 10^{-3}$
y_3	Рівень гасу в ребойлері	%	50
y_4	Температура зрошення	$^{\circ}\text{C}$	59.31
y_5	Рівень в конденсаторі	%	50
y_6	Температура флегми	$^{\circ}\text{C}$	43.83

Автоматизація процесу атмосферної перегонки нафти має вирішальне значення для ефективного, безпечного і стабільного функціонування нафтопереробних заводів. По-перше, вона дозволяє підвищити точність контролю ключових параметрів процесу, таких як температура, тиск, рівень пари й рідини в ректифікаційній колоні, а також флегмове число. Це забезпечує стабільний розподіл фракцій нафти з мінімальними відхиленнями, що напряму впливає на якість кінцевих продуктів, таких як бензин, дизельне паливо, гас і мазут.

Крім того, автоматизація сприяє оптимізації енергоспоживання. Оскільки процес перегонки вимагає великих енергетичних затрат, автоматизовані системи допомагають знайти баланс між ефективним розділенням компонентів і мінімізацією енерговитрат. Це досягається завдяки точному керуванню флегмовим числом, що дозволяє уникати непотрібного повторного випаровування великої кількості рідини, знижуючи навантаження на теплообмінники і котли.

Автоматизовані системи також підвищують безпеку виробництва. Процес перегонки є потенційно небезпечним через високі температури та тиск, тому автоматизація дозволяє своєчасно реагувати на будь-які відхилення або аварійні ситуації. Завдяки датчикам, системам моніторингу та швидкому втручання автоматики, можна запобігти небезпечним подіям і зменшити ризик виникнення аварій.

Літературні джерела

1. Гаєва Л.І. Електронний конспект лекцій з дисципліни виробничі процеси і обладнання об'єктів автоматизації / Л.І. Гаєва.-Івано-Франківськ, 2011. – 89 с.

УДК 851.5

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ КЕРУВАННЯ КЛАПАНАМИ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Іванюк Ю. О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, iv.yurka@gmail.com

Останні роки характеризуються стрімким зростанням обсягів виробництва електромобілів, що супроводжується численними заявами про їхню екологічну перевагу та неминучість витіснення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Проте, поряд із розвитком електромобілів, деякі інженери продовжують працювати над удосконаленням традиційних ДВЗ. Однією з перспективних інновацій у цій галузі є технологія **Freevalve**, яка передбачає електрифікацію системи керування клапанами, що значно підвищує ефективність та гнучкість роботи двигуна, відкриваючи нові можливості для його подальшої еволюції.

Від назви (Freevalve), одразу зрозуміло що система якось пов'язана з клапанами. Одразу згадується система зміни газорозподілу компанії Honda

VTEC [1]. Однак, в порівнянні з VTEC (Variable Valve Timing and Lift Electronic Control), яка передбачає механічне керування фазами відкриття клапанів за допомогою електронного контролю та гідравлічних систем, Freevalve робить значний крок вперед.

Розроблена в першу чергу відповідно до все більш суворих законів про викиди протягом останніх двох десятиліть, безкулачкові двигуни продемонстрували значний виробничий потенціал в автомобільному секторі, пропонуючи на 20% знизити споживання палива та на 60% зменшити викиди при холодному запуску в середньому за цикл руху.

Середній світовий показник, силові агрегати

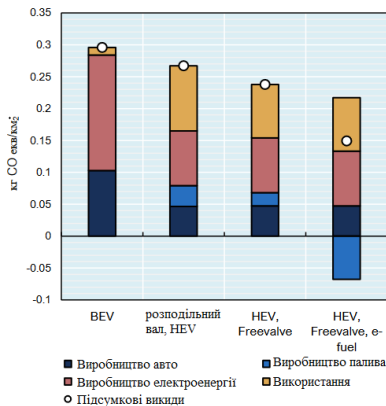


Рисунок 1 – Показник викидів в атмосферу протягом життєвого циклу автомобілів [3]

У традиційних двигунах клапани відкриваються та закриваються через розподільний вал, який синхронізує їхню роботу з обертанням колінчатого вала. Freevalve працює інакше, дозволяючи повністю гнучке керування кожним клапаном.

Принцип роботи системи Freevalve:

1. Незалежне керування клапанами: У традиційній системі двигуна всі клапани відкриваються та закриваються одночасно згідно з розташуванням розподільного вала. У системі Freevalve кожен клапан керується окремо за допомогою електромагнітів, пневматичних або гідравлічних приводів. Це дозволяє набагато точніше регулювати момент відкриття, тривалість та висоту підйому клапана залежно від поточних умов роботи двигуна.

2. Гнучкість у часі відкриття: Система дозволяє відкривати та закривати впускні та випускні клапани саме тоді, коли це найбільш ефективно, незалежно від обертів двигуна. Наприклад, клапан може відкриватися раніше або пізніше, залежно від навантаження та потреб у паливі, що підвищує продуктивність і знижує витрату палива.

3. Зменшення споживання палива та викидів: Завдяки оптимізації процесу подачі повітря і випуску вихлопних газів система Freevalve дозволяє зменшити

споживання палива та викиди CO₂. Це досягається за рахунок більш точного дозування пального і кращого контролю процесу згоряння.

4. Більша потужність і крутий момент: Оскільки кожен клапан може керуватися незалежно, це дозволяє двигуну краще адаптуватися до різних режимів роботи. Наприклад, на низьких обертах система може зменшити підйом клапанів, щоб підвищити ефективність, а на високих обертах – збільшити підйом для забезпечення максимальної потужності.

5. Відсутність механічного зносу розподільного вала: У традиційних двигунах розподільний вал є механічною частиною, яка зазнає зносу з часом. У системі Freevalve немає розподільного вала, що зменшує механічний знос і необхідність регулярного технічного обслуговування.

Отже, технологія Freevalve відкриває нові можливості для модернізації ДВЗ, роблячи їх більш екологічними, ефективними та конкурентоспроможними в умовах розвитку автомобільної промисловості, що все більше орієнтується на стійкі рішення. Її впровадження може стати важливим кроком до збереження традиційних двигунів в епоху електричної мобільності, при цьому забезпечуючи зменшення негативного впливу на довкілля [4].

Літературні джерела

1. [Електронний ресурс] //- Режим доступу: <https://honda.ua/news/honda-vtec-shcho-vono-take-prosto-pro-henial-ne-systemu-vtec/>
2. [Електронний ресурс] //- Режим доступу: <https://www.freevalve.com/>
- 3.[Електронний ресурс]//- Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/369993843_Freevalve_A_Comparative_GWP_Life_Cycle_Assessment_of_E-fuel_Fully_Variable_Valvetrain-equipped_Hybrid_Electric_Vehicles_and_Battery_Electric_Vehicles
4. [Електронний ресурс]//- Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/369941899_Freevalve_Control_and_Optimization_of_Fully_Variable_Valvetrain-Enabled_Combustion_Strategies_for_Steady-State_Part_Load_Performance_and_Transient_Rise_Times.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ ОЛЕФІНІВ РЕАКТОРА ПІРОЛІЗУ ЕТИЛЕНУ

Попенюк Р.Р., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

При паровому крекінгу газоподібні або рідкі вуглеводневі сировини, такі як нафта, зріджений газ або етан, розбавляються парою і короткочасно нагріваються в реакторі без присутності кисню. Як правило, температура реакції дуже висока, близько 850 °С, при низькому тиску(4 бари), але реакція може проходити дуже короткочасно.

У сучасних крекінгових печах час перебування навіть скорочується до мілісекунд, що призводить до швидкості руху газу швидше, ніж швидкість звуку, для поліпшення виходу. Після досягнення температури розтріскування газ швидко гасить, щоб зупинити реакцію в теплообміннику лінії передачі.

Як правило, піч для парового крекінгу використовує в якості джерела тепла променеве тепло, яке подається пальниками, такими як звичайні газові або масляні пальники. Пальники часто розміщують на підлозі та / або стінках печі, і вони визначають зону високої температури в печі, яку також називають зоною "випромінювання" печі.

Безпосередньо над згаданою зоною є зона конвекції, через яку гарячі гази, що згоряють, виходять із зони випромінювання, зона конвекції зазвичай використовується для попереднього нагрівання суміші вуглеводнів, які піддаються крекінгу, також відома як "вихідна сировина".

Таким чином, суміш зазвичай попередньо нагрівають до приблизно 500 °C в зоні конвекції печі, після чого вона потрапляє в зону випромінювання печі, де вона досягає температури реакції, зокрема температури в діапазоні від 700C до 900 °C. Потім суміш охолоджують і стискають для відновлення певної кількості тепла та очищення відходів.

Після цього дотримуються складної послідовності методів розділення та різних хімічних обробок. Щоб забезпечити правильні умови для розвитку реакції піролізу, важливо пропорційно розподілити реагенти у співвідношенні 3: 1 (1500 м3/год палива та 500 м3/год пари).

Рівень управління представляє базовий рівень в будь-якій ієрархічній системі управління і включає в себе обладнання, що використовуються для реалізації алгоритмів управління, а також пристрої, що підключають їх до фізичної установки, а саме датчики та виконавчі механізми.

Рівень контролю повинен виконувати два важливі завдання: отримання даних з фізичної установки та регулювання основних параметрів процесу. Фізичні дані, отримані з установки, обробляються і використовуються на цьому рівні для ідентифікації математичних моделей, на основі яких обчислюються команди, пов'язані з різними системами регулювання.

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.

Розглянемо структурну схему реактора піролізу етилену у вигляді моделі «вхід-вихід» рис. 1, як об'єкта керування.



Рисунок 1 – Структурна схема об'єкта керування

Основні входні параметри: F_c – витрата сировини; t_p – температура у реакторі; T_k – час контакту; P_p – тиск у реакторі.

Основні вихідні параметри: $F_п$ – витрата пари з реактора; $F_{ол}$ – витрата олефінів (суміш: алкен, бутілен, пропилен, вуглеводень, етилен).

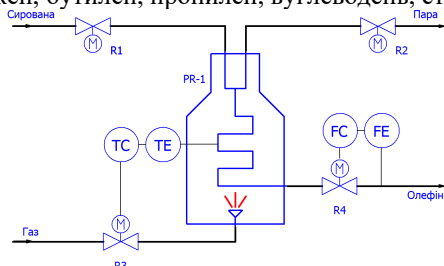


Рисунок 2 – Схема каналу регулювання витрати олефінів реактора піролізу етилену

Для дослідження оберемо канал регулювання (стабілізації) витрати олефіну з якого потім буде отриманий етилен (рис. 2).

Літературні джерела

1. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення./ Під ред. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с.

УДК 681.5

ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ ЗОВНІШНІХ З'ЄДНАНЬ У САПР EPLAN ELECTRIC P8

Кривцун А.В., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

Електричну схему з'єднань між давачами регуляторами та регулюючими органами системи автоматизації установки очищення нафти від сірководню спроектовано у САПР (системі автоматизованого проектування) EPLAN Electric P8 [1]. Це було необхідно для забезпечення ефективного та автоматизованого контролю та регулювання процесу очищення нафти від сірководню.

Початковим етапом було вивчення технічних вимог до системи очищення нафти від сірководню, включаючи вимоги до точності вимірювання, стабільності та швидкодії регулювання, інтерфейсів з іншими системами тощо.

Було визначено необхідні давачі регуляторів для вимірювання рівня сірководню у нафті. Враховувалися такі параметри, як діапазон вимірювання, точність, стабільність та інтерфейси зі схемою з'єднань.

Було визначено регулятори, які забезпечуватимуть контроль за рівнем тиску сірководню та виконуватимуть необхідні регулюючі дії для підтримання оптимального рівня очищення. Розглядалися регулятори з підтримкою різних типів сигналів (RTD, типи B, E, J, K, L, N, PLII, R, S, T, U, W) та режимів регулювання (увімкнення/вимкнення, пропорційне PID).

Було визначено регулюючі органи, які впливатимуть на робочі параметри установки очищення, такі як температура, тиск, потік тощо. Розглядалися регулюючі органи, які забезпечували точне та швидке регулювання з урахуванням вимог до процесу очищення нафти.

У САПР EPLAN Electric P8 була розроблена електрична схема з'єднань, в якій були відображені всі давачі регуляторів, регулятори, регулюючі органи та зв'язки між ними. Для зручності та чіткості схеми використовувалися символи, підписи, з'єднувальні лінії та кабельні маршрути (рис.1).

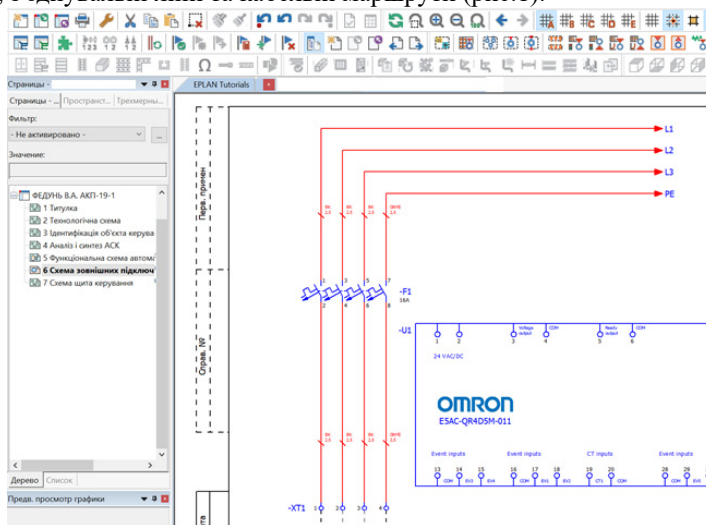


Рисунок 1 – Проектування схеми зовнішніх з'єднань у САПР EPLAN Electric P8

Під час проектування було враховано електричні характеристики пристроїв, такі як вхідний діапазон сигналів, напруга живлення, кількість символів на рядку дисплея, тип виводу сигналу тощо.

Завершальним етапом було виконання монтажу електричної схеми з'єднань згідно з проектом, а також налагодження системи автоматизації для перевірки та оптимізації її функціональності.

Проектування електричної схеми з'єднань у САПР EPLAN Electric P8 дозволило зручно та ефективно створити докладний та структурований опис всіх з'єднань між давачами регуляторами та регулюючими органами. Це сприяло зменшенню помилок під час монтажу та налагодження, підвищенню ефективності та надійності системи автоматизації установки очищення нафти від сірководню.

Літературні джерела

1. EPLAN Electric P8. URL: <https://electron.in.ua/eplan-electric-p8/> (дата звернення: 10.07.2024).

УДК 681.5

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РЕАКТОРА ПЕРЕМІШУВАННЯ РК-1, ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Петрина І. М., Кучмистенко О. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

Ефективність реакційної суміші суттєво залежить від конструкції та швидкості обертання механічного перемішуючого пристрою. В даний час ці параметри визначаються експериментальним шляхом для кожної суміші [1]. В промисловості і лабораторній практиці застосовуються різні типи механічних перемішуючих пристроїв, такі як лопатеві, пропелерні, якірні, гвинтові (шнекові), скребкові, магнітні, відцентрові і вібраційні [1].

При перемішуванні нагрітої реакційної суміші лопатевим механічним пристроєм з низькими (до 100 об/хв) кутовими швидкостями, суміш обертається по колу, що призводить до розподілу дисперсної фази (ДФ) у реакційній суміші. У цьому випадку спостерігається ламінарний режим диспергування ДФ, який у деяких випадках характеризується повільним процесом механічної деструкції. Це призводить до недостатньої дисперсності ДФ і нерівномірного розподілу по об'єму реакційної суміші, утворення скупчень частинок.

Зі збільшенням швидкості обертання мішалки до досягнення турбулентного режиму виникають вихрові потоки руху суміші в площині обертання від центру ротору перемішуючого пристрою. Це створює область зниженого тиску в осевій зоні, в яку втягуються верстви суміші, розташовані нижче і вище площини активного вузла перемішуючого пристрою. Такий режим диспергування ДФ сприяє більш інтенсивній механічній деструкції полімеру, вищій дисперсності та рівномірному розподілу ДФ по об'єму реакційної суміші.

Важливо враховувати, що найбільш рівномірний розподіл дисперсної фази по об'єму реакційної суміші можна досягти лише в в'язко-текучому стані дисперсної системи, а зокрема - диспергованої фази. Це особливо важливо, коли метою є спрощення технології виготовлення кінцевого продукту шляхом

об'єднання етапів подрібнення диспергованої фази та її усереднення у дисперсній системі. Тому реакційну суміш необхідно нагрівати до температури, яка не нижче температури плавлення полімерної диспергованої фази.

Для отримання мильних і вуглеводних мастил використовуються наступні вхідні реагенти:

Жирні кислоти. Мильні мастила виготовляються з використанням жирних кислот, які можуть бути походження рослинного або тваринного. Популярні жирні кислоти для отримання мильних мастил включають олеїнову, пальмову, кокосову, рапсову та інші;

Луг (наприклад, натрій або калій гідроксид) використовується як реагент для гідролізу жирних кислот у процесі отримання мильних мастил. Луг взаємодіє з жирними кислотами, утворюючи мило і гліцерин;

Розчинники. Для полімеризації вуглеводневих мастил можуть використовуватись різні розчинники, які допомагають утворити бажані полімерні ланцюги. Популярні розчинники включають гексан, толуол, бензол та інші;

Модифікатори та каталізатори. В процесі отримання вуглеводних мастил можуть використовуватись різні модифікатори та каталізатори, що сприяють утворенню бажаної структури та властивостей продукту. Це можуть бути органічні або неорганічні сполуки, які активують реакцію полімеризації;

Інші домішки. Залежно від конкретного процесу та бажаних властивостей продукту, до складу реакційної суміші можуть додаватись інші домішки, такі як стабілізатори, антиоксиданти, антифрикційні добавки та інші речовини, що поліпшують властивості мастила.

Враховуючи, що вуглеводневі мастила можуть мати різні хімічні структури та властивості, вхідні реагенти можуть розрізнятися залежно від конкретного продукту, який має бути отриманий.

На процес утворення мильно-масляного концентрату МММК впливають наступні параметри (рис. 1): $M_{пр}$ – маса присадки, кг; $M_{ПМ}$ – маса присадки з маслом, кг; $M_{НП}$ – маса неконденсованого продукту, кг; МММК – маса мильно-масляного концентрату, кг; $T_{в,рк}$ – температура у верху реактора, 0С;; $T_{н,рк}$ – температура у низу реактора, 0С; t_p – час реакцій, с.



Рисунок 1 – Модель «вхід-вихід» реактора перемішування

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

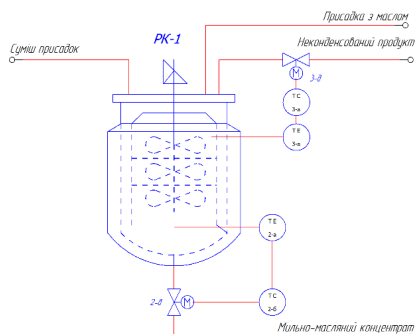


Рисунок 2 – Контур регулювання температури в реакторі зі скребково-лопатевим пристроєм

Математична модель для контуру регулювання температури в реакторі зі скребково-лопатевим пристроєм охоплює опис процесу перемішування, масообмін та теплообмін, енергетичний баланс та урівноваження маси та енергії. У моделі враховуються геометричні та фізичні характеристики пристрою, швидкість обертання, властивості реакційної суміші, коефіцієнти масообміну та теплообміну, джерела тепла та теплові втрати. Модель дозволяє аналізувати та регулювати температуру в реакторі з метою досягнення оптимальних умов для реакції.

Для отримання математичної моделі об'єкта керування, яким є реактор перемішування з давачем і регулюючим органом, необхідно провести експеримент для отримання перехідної характеристики. У цьому експерименті вхідним сигналом є процент відкриття регулюючого органу, а вихідною величиною є температура в реакторі.

Процес експерименту полягає в налаштуванні регулятора і зборі даних при різних значеннях відкриття регулюючого органу. Запускаються послідовні експерименти, де значення відкриття регулюючого органу змінюються від низького до високого рівня або навпаки.

Під час експерименту реєструються значення вхідного сигналу (процент відкриття регулюючого органу) та вихідної величини (температура в реакторі) відповідно до часу. Отримані дані використовуються для побудови перехідної характеристики, яка відображає залежність виходу від вхідного сигналу.

За допомогою математичних методів апроксимації, таких як регресійний аналіз або ідентифікація систем, можна побудувати математичну модель, яка описує залежність між вхідним сигналом і вихідною величиною. Ця модель може бути використана для подальшого аналізу, прогнозування та керування процесом в реакторі перемішування.

Літературні джерела

1. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення./ Під ред. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с.

УДК 681.5

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ НА ВИХОДІ ДЕСОРБЦІЙНОЇ КОЛОНИ DK-100

Куртяк О. М., Кучмистенко О. В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com

Канал автоматизованого регулювання тиску на виході десорбційної колони DK-100 в залежності від ступені відкриття регулюючого органу Т-3 є важливою складовою системи керування процесом десорбції при відділенні сірководню від нафти. Цей канал включає в себе компоненти та пристрої, які забезпечують автоматичне регулювання тиску в системі відповідно до положення регулюючого органу Т-3 [1].

Один з основних компонентів цього каналу - регулятор тиску, який використовується для контролю та регулювання тиску на виході десорбційної колони DK-100. Регулятор тиску сприймає сигнали про тиск в системі та виконує необхідні керуючі дії для підтримки заданого значення тиску на виході колони.

Регулюючий орган Т-3 виступає в якості вхідного сигналу для регулятора тиску. Його ступінь відкриття контролюється автоматично або вручну залежно від потреб системи. Залежно від положення регулюючого органу Т-3, регулятор тиску виконує відповідні дії для забезпечення потрібного рівня тиску на виході десорбційної колони DK-100.

Завдяки автоматизованому регулюванню тиску на виході колони, система може реагувати на зміни в умовах роботи, забезпечуючи стабільний тиск відповідно до встановлених параметрів. Це сприяє ефективному функціонуванню десорбційної колони та забезпечує досягнення необхідних результатів очищення нафти від сірководню.

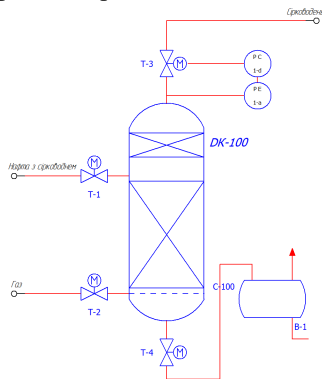


Рисунок 1 – ФСА АСР тиску сірководню на виході десорбційної колони DK-100 в залежності від ступені відкриття регулюючого органу Т-3

Для налагодження PID-регулятора в каналі автоматизованого регулювання тиску на виході десорбційної колони DK-1 можна використати програму

МАТЛАБ для моделювання та оптимізації регулятора. Основні кроки налаштування PID-регулятора включають наступне:

1. Збір даних. Зібрати дані про процес десорбції, зокрема вхідні та вихідні сигнали, які включають ступінь відкриття регулюючого органу Т-3 та вимірний тиск на виході колони;

2. Моделювання процесу. За допомогою програми МАТЛАБ побудувати математичну модель процесу десорбції з використанням зібраних даних;

3. Налагодження PID-регулятора. Використовуючи методи оптимізації та аналізу, налаштувати параметри PID-регулятора (коефіцієнти пропорційності, інтегральної та диференціальної ділянки), щоб досягти бажаної швидкості реакції та стабільності системи;

4. Симуляція та перевірка. Виконати симуляцію моделі з налаштованим PID-регулятором та перевірити його працездатність, спостерігаючи реакцію системи на зміни вхідних сигналів;

5. Тестування та налаштування. Провести експериментальне тестування реальної системи з налаштованим PID-регулятором, вносячи поступові зміни вхідних сигналів та спостерігаючи реакцію системи. В разі необхідності внести корективи в налаштування регулятора.

Цей процес дозволить оптимально налаштувати PID-регулятор для каналу автоматизованого регулювання тиску в залежності від степені відкриття регулюючого органу Т-3 в десорбційній колоні DK-100.

Літературні джерела

1. Ткачова С. М. Технологія переробки нафти і газу. Процеси глибокої переробки нафти і нафтових фракцій: навч. - метод. комплекс. Ч. 1. Курс лекцій / С. М. Ткачова – Новополюцьк: ПГУ, 2006. – 392 с.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОЛІЗУ ЦЕЛЮЛОЗНОГО СУБСТРАТУ

Орбов А.В., Кучмистенко О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

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 І стадії процесу. Завантаження реактору виконується відповідно до обраної дози, 7-10 кг органічної сухої речовини на 1 м³ об'єму реактора та тривалості зброджування 5 діб. У процесі зброджування субстрату контролюється рівень заповнення (ЛІ-18) за фіксованої температури процесу 35±2 °С (ТІ-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 (рис. 1).

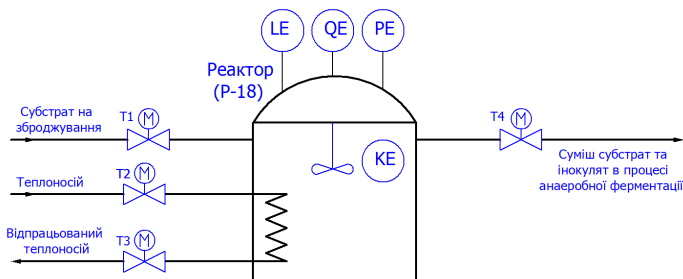


Рисунок 1 – Схема процесу гідролізу целюлозного субстрату

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) [1]. 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.

На рис. 2 приведено спрощену схему реактора процесу гідролізу целюлозного субстрату, а також вхідні і вихідні потоки для такого апарату.

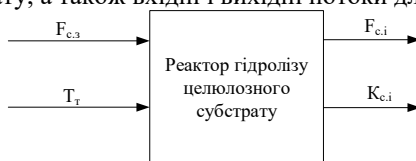


Рисунок 2 – Структурна схема реактора гідролізу целюлозного субстрату

$F_{c,z}$ – витрата субстрату на зброджування;

T_T – температура теплоносія;

$F_{c,i}$ – витрата суміші субстрату та інокуляту в процесі анаеробної ферментації;

$K_{c,i}$ – рН середовища в реакторі.

Основними технологічними параметром впливає на роботу колони є – температура. Тому саме цей параметр буде розглядатися при розрахунках.

Вихідна величина X (керована величина) системи залежить від керуючого впливу Y і збурюючого впливу Z . Необхідний закон зміни величини X визначається задаючим впливом X_z . Внаслідок впливу збурення, а також інерційності елементів системи в перехідних і усталених режимах, в системі виникає сигнал відхилення E , який називається сигналом помилки.

Результати експерименту по каналу регулювання температури теплоносія у реакторі гідролізу целюлозного субстрату представлено на рис. 2.

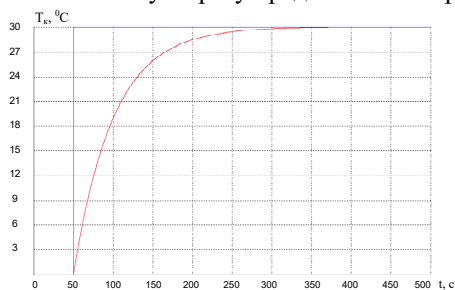


Рисунок 3 – Результати вимірювання по каналу регулювання температури теплоносія у реакторі гідролізу целюлозного субстрату

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 681.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООЧИЩЕННЯ БЛОКУ ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Ломей Б. В., Кучмистенко О. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com*

На схемі (рис. 1) показана схема блоку гідроочищення дизельного палива (ГОДП). Загалом, у блоку ГОДП сировинний матеріал реагує з воднем за високої температури та тиску для видалення домішок, таких як сірка, азот і важкі метали, з сировинної нафти, що дозволяє поліпшити молекулярну структуру вуглеводнів та отримати очищені продукти або чисті палива для наступної переробки. На схемі показано обладнання, вхідні та вихідні матеріали для типового процесу ГОДП. Після підвищення тиску, сировинна нафта змішується з високостисненим воднем. Після підігріву у теплообміннику та котлі, суміш нафти і водню подається до реактора з фіксованою постільлю

для видалення домішок. Після охолодження, реакційна продукція вводиться у декілька сепараторів для розділення та повторного використання водню, нафти та кислоти води. Розділена нафта потрапляє до стрипера для видалення будь-якого розчиненого кислотного газу. Нарешті, вона потрапляє до фракціонатора для отримання очищених продуктів. Розділений водень, отриманий у сепараторі, потрапляє до амінної абсорбційної вежі для видалення H_2S та інших кислих газів. Очищений рециркульований водень знову підвищується тиску та змішується з додатковим воднем, отримуючи змішаний водень.

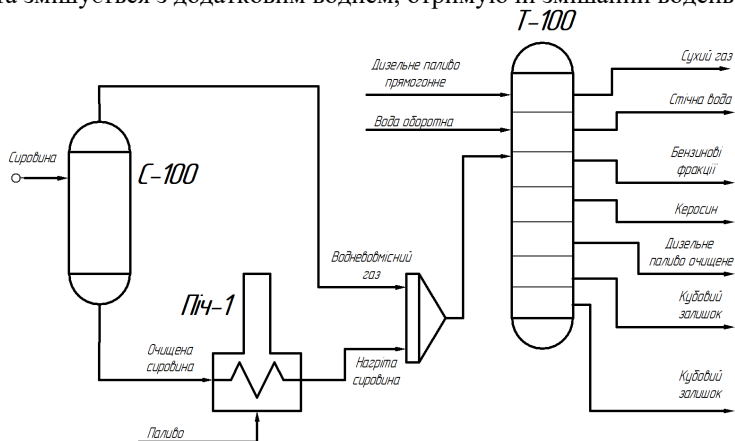


Рисунок 1 – Технологічна схема процесу гідроочищення дизелю

Колонна-фракціонатор T-100 є одним з ключових компонентів установки ГОДП. Його основна функція полягає у поділі змішаного вуглеводневого потоку, який виходить з реактора гідроочищення, на різні фракції з різними температурами кипіння.

Оптимізація параметрів гідроочищення є важливим кроком у поліпшенні якості дизельного палива і ефективності процесу. Варіюючи температуру, тиск, об'ємну швидкість подачі сировини, кратність циркуляції водородовмісного газу, концентрацію водню і активність каталізатора, можна досягти оптимальних умов для забезпечення бажаних результатів [1].

Температура гідроочищення має великий вплив на процес. Підвищення температури сприяє більш ефективному знесірчуванню, але при високих температурах можуть відбуватися реакції гідрокрекінгу, що призводять до зменшення виходу рідких продуктів. Тому необхідно знаходити баланс між вимогами до якості продукту і тривалістю безрегенерацийного пробігу каталізатора.

Тиск також впливає на ефективність гідроочищення. Високий тиск сприяє поліпшенню взаємодії між сировиною і воднем, що призводить до кращого очищення. Однак високий тиск може збільшити енергетичні витрати і спричинити витрату каталізатора.

Об'ємна швидкість подачі сировини є ще одним важливим параметром. При збільшенні швидкості подачі сировини може знизитися якість очищення і

збільшитися забруднення каталізатора. Тому необхідно знаходити оптимальну швидкість подачі, що забезпечує ефективне очищення при мінімальних втратах.

Кратність циркуляції водородовмісного газу і концентрація водню впливають на ступінь гідрогенізації домішок. Висока кратність циркуляції та висока концентрація водню сприяють поліпшенню якості продукту, але можуть збільшити витрати енергії. Тут також важливо знайти оптимальний баланс між якістю і витратами.

Активність каталізатора визначає його здатність каталізувати реакції гідроочищення. Висока активність каталізатора дозволяє досягти більшої ступені очищення за менших умов. Оптимізація активності каталізатора може включати вибір підходящих каталізаторів і контроль їх стану.

Узгодження цих параметрів і пошук оптимальних значень дозволяють покращити ефективність гідроочищення дизельного палива, знизити вміст домішок і покращити якість продукту. Всі ці параметри потребують уваги та оптимізації для досягнення найкращих результатів у процесі гідроочищення.

Літературні джерела

1. Гаєва Л.І. Конспект лекцій з дисципліни ВП і ООА / Л. І. Гаєва – Івано-Франківськ.: Факел, 2010. – 186 с.

УДК 681.5

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ БІОНІЧНИХ РОБОТІВ

Д.С. Новіков, О.В.Суботін

*Донбаська державна машинобудівна академія
м. Краматорськ, Україна, natalliii.444@gmail.com*

Біонічні роботи – це високотехнологічні пристрої, які поєднують в собі біологічні та технічні компоненти, імітуючи природні механізми руху та функціонування живих організмів. Їх розробка є одним із ключових напрямків сучасної робототехніки та має широкий спектр застосувань у різних сферах: від медицини до екології. Біонічні роботи дозволяють вирішувати складні завдання, використовуючи принципи біології для створення більш ефективних та адаптивних технологій.

Біонічні роботи – це роботи, створені на основі біоміметики (науки, що досліджує процеси й системи в природі та намагається наслідувати їх у технологіях). Вони відрізняються від традиційних роботів тим, що зазвичай імітують структури або функції живих організмів [1, с.45]. Основними елементами біонічних роботів є:

- Сенсорні системи, що імітують чуттєві системи живих організмів (зір, дотик, слух).
- Механічні структури, які наслідують природні форми і рухи (наприклад, кінцівки, що нагадують руки або ноги).

- Контрольні системи, що часто використовують принципи нервової системи живих організмів для автономної роботи.

Концепція біонічних роботів бере свій початок із середини 20-го століття, коли інженери та вчені почали активно досліджувати можливості наслідування природних систем для розробки нових технологій. Один із перших, хто запропонував використання біологічних механізмів у техніці, був Джек Стілл, який у 1960-х роках ввів термін "біоніка".

З тих пір технології значно розвинулися, і в наш час біонічні роботи використовуються в різних галузях. Завдяки розвитку штучного інтелекту, датчиків та нових матеріалів, створення біонічних роботів стало більш реалістичним і корисним для вирішення складних технологічних завдань [2, с.121].

Основними напрямками застосування біонічних роботів є:

- Медична робототехніка, де біонічні протези є однією з ключових технологій, які дозволяють людям з ампутованими кінцівками відновити часткову або повну функціональність. Наприклад, роботизовані руки, що контролюються нервовою системою пацієнта, є прикладом успішного поєднання біології та техніки [3, с.25].

- Екологічна робототехніка, в якій біонічні роботи можуть бути використані для збереження довкілля, наприклад, для моніторингу стану природних ресурсів або для очищення океанів від пластику. Роботи, які наслідують принципи руху риб або морських ссавців, можуть ефективніше працювати в складних водних середовищах.

- Промислове застосування. У виробництві біонічні роботи використовуються для створення нових типів роботизованих маніпуляторів і транспортних систем, які здатні швидко і точно виконувати завдання. Прикладом може бути компанія Festo, яка створює біонічні руки та інші системи на основі біологічних аналогів.

Хоча розвиток біонічних роботів має значний потенціал, є кілька викликів, з якими стикаються дослідники. Одним з головних є складність створення роботів, які можуть точно наслідувати складні біологічні процеси, такі як зворотний зв'язок з оточенням або автономність. Іншим викликом є енергоефективність: багато біонічних роботів потребують великих запасів енергії для тривалого функціонування.

Однак майбутнє біонічної робототехніки виглядає обнадійливим, особливо в світлі розвитку штучного інтелекту та нових матеріалів. Завдяки цьому, біонічні роботи можуть стати ключовими гравцями у таких сферах, як охорона здоров'я, промисловість і екологія.

Біонічні роботи — це синтез біологічного та технічного прогресу, що відкриває нові горизонти для робототехніки. Незважаючи на значні виклики, які стоять перед дослідниками, ця галузь демонструє великий потенціал для вирішення складних технологічних і соціальних проблем. З розвитком технологій штучного інтелекту та роботизованих систем, біоніка, безумовно, стане важливою складовою майбутнього.

Літературні джерела

1. Гудков В. І., Долинний В. В. Біомімікрія та біонічні системи у сучасній робототехніці: перспективи та виклики / В. І. Гудков, В. В. Долинний // Науковий вісник НТУУ "КПІ". Серія Машинобудування. - 2018. №1. - С. 45-53.
2. Петров І. М., Ковальчук А. В. Використання біонічних підходів у проектуванні роботизованих систем / І. М. Петров, А. В. Ковальчук // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. - 2019. №2. - С. 120-128.
3. Мельник О.О., Гриценко Ю.О. Біонічні роботи у сучасній медичній практиці: досвід та перспективи. / О.О. Мельник, Ю. О. Гриценко // Український журнал медицини, біології та спорту. - 2020. №3. - С. 24-30.

УДК: 004.451: 004.738.5

ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (ІОТ) ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ПРОМИСЛОВOSTІ

Р. І. Салінко

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля вул. Іоанна Павла II, 17,
м. Київ, 01042, Україна, atr-23d-1267@smu.edu.ua*

Інтеграція Інтернету речей (ІоТ) у промисловість дозволяє забезпечити новий рівень автоматизації, оптимізації виробничих процесів та управління ресурсами. Впровадження ІоТ-технологій сприяє ефективнішому моніторингу та аналізу обладнання, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування, підвищити продуктивність і забезпечити безперервність виробничих процесів. Стаття розглядає переваги, виклики та потенціал використання ІоТ для промислових підприємств.

Ключові слова: Інтернет речей, ІоТ, автоматизація, оптимізація виробництва, промисловість, моніторинг.

Інтернет речей (ІоТ) став важливим компонентом сучасної промисловості, забезпечуючи комплексну автоматизацію та моніторинг процесів. Використання сенсорів, смарт-пристроїв та обчислювальних ресурсів дозволяє збирати і аналізувати дані в реальному часі, що сприяє більш точному управлінню ресурсами та оптимізації виробничих процесів.

ІоТ дозволяє автоматизувати багато операцій у виробництві: моніторинг стану обладнання, відстеження запасів, управління ланцюгом постачання тощо. За допомогою ІоТ-сенсорів підприємства можуть здійснювати віддалений моніторинг виробничих процесів, виявляти потенційні несправності ще до їх виникнення та запобігати аварійним зупинкам виробництва.

ІоТ-системи оптимізують споживання енергії, води та інших ресурсів, аналізуючи їхнє використання в режимі реального часу. Наприклад, сенсори контролю температури та вологості допомагають мінімізувати витрати енергії на підтримку умов виробництва, що значно знижує експлуатаційні витрати.

Використання IoT з інструментами машинного навчання дає можливість підприємствам займатися прогновною аналітикою. Це означає, що на основі даних з сенсорів, можна прогнозувати стан обладнання, оцінювати ризики, планувати технічне обслуговування та знижувати кількість аварійних ситуацій.

Попри численні переваги, IoT у промисловості має свої виклики. Серед них: безпека даних, забезпечення стабільного зв'язку між пристроями, високі витрати на впровадження. Подолання цих бар'єрів дозволить розкрити повний потенціал IoT для розвитку промислових підприємств.

Інтеграція IoT у промисловість може значно покращити ефективність виробничих процесів, оптимізувати використання ресурсів та підвищити безпеку на виробництві. Подальший розвиток і масштабування IoT-технологій стане ключем до конкурентоспроможності підприємств у майбутньому.

Літературні джерела

1. Evans, D. The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything // Cisco Internet Business Solutions Group. — 2011.
2. Lee, I., Lee, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises // Business Horizons. — 2015.
3. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions // Future Generation Computer Systems. — 2013.
4. Porter, M. E., Heppelmann, J. E. How smart, connected products are transforming competition // Harvard Business Review. — 2014.
5. Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. The Internet of Things: A survey // Computer Networks. — 2010.

УДК 681.5.015:622.24

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ МЕХАНІЧНОГО БУРІННЯ НА ОСНОВІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ

Кропивницький Д. Р., Коваль О. А.

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

У зв'язку широким впровадженням мікропроцесорної техніки виникають реальні можливості реалізувати складні алгоритми керування, які дадуть змогу здійснювати технологічний процес механічного буріння в оптимальному режимі. Функціональна схема системи оптимального керування процесом механічного буріння (рис.1) має два рівні. На першому рівні розв'язується оптимізаційна задача за критерієм вартості метра проходки свердловини, що дає змогу визначити технологічні параметри (керуючі дії) – осьове навантаження на долото і тиск промивальної рідини. На другому рівні значення керуючих дій, визначених на першому рівні, є вставками регуляторів осьового навантаження на долото і частоти обертання асинхронного двигуна приводу бурового насоса.

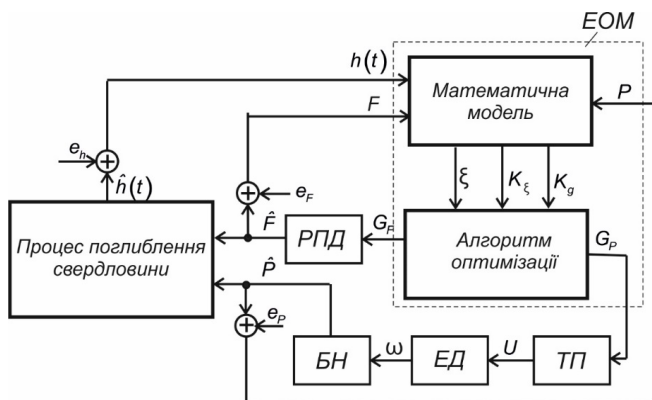


Рисунок 1 – Функціональна схема системи оптимального керування процесом механічного буріння

Для синтезу і аналізу автоматичної системи керування електричним приводом бурового насосу, який є елементом системи оптимального керування процесом буріння розроблено математичні моделі електричного приводу та псевмокомпенсатора бурового насосу [1].

На основі методу структурних перетворень синтезована каскадно-зв'язана система керування буровим насосним агрегатом, завданням якої є підтримання постійної витрати і тиску бурового розчину. Система має два контури - основний (базовий), за допомогою якого здійснюється стабілізація тиску промивальної рідини на виході із компенсатора і додатковий, функція якого зменшення впливу зовнішніх збурень – температури зовнішнього середовища і моменту на роторі електричного двигуна (рис.2).

Для визначення параметрів налаштування регуляторів двох контурів розроблена методика розв'язку оптимізаційної задачі з узагальненим квадратичним критерієм. За результатами обчислень в програмі MatLab було знайдено параметри налаштування регуляторів: $Cw0=1.7476e+02$, $Cp0=2.3815e-03$, $Cp1=6.3272e-02$.

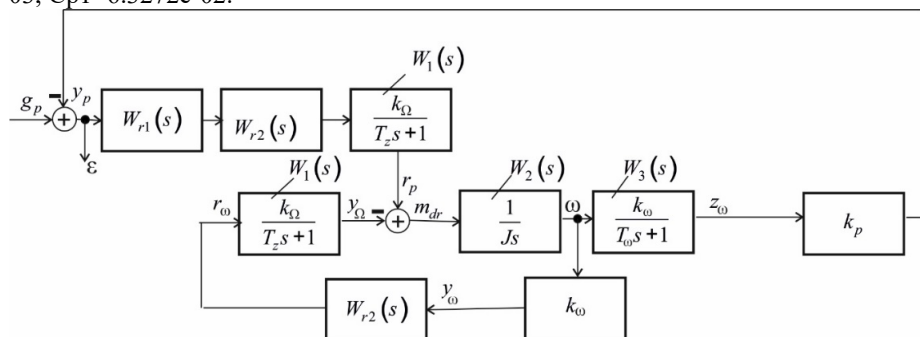


Рисунок 2 – Структурна схема системи керування буровим насосним агрегатом

В результаті аналізу поставленої задачі було зроблено висновок про те, що система автоматичного керування буровим агрегатом володіє астатизмом третього порядку. Тому для базового контуру доцільно обрати регулятор з ПІ-алгоритмом керування, а в додатковий контур, включити П-регулятор, що створює структуру, яка має вищу швидкодію.

Літературні джерела

1. Кропивницький Д. Р., Горбійчук М. І. Побудова математичної моделі бурового насосного агрегату для автоматичної системи керування тиском на його виході. Методи та прилади контролю якості. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. № 1 (50). С. 48-59. [https://doi.org/10.31471/1993-9981-2023-1\(50\)-48-59](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2023-1(50)-48-59)

УДК: 004.896:621.311.2

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ В ОСВІТНІХ УСТАНОВАХ

Н. М. Салінко

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля вул. Іоанна Павла II, 17,
м. Київ, Україна, atr-22d-1261@snu.edu.ua*

У сучасному світі підвищення енергоефективності є одним із ключових завдань у розвитку інфраструктури навчальних закладів. Автоматизовані системи управління енергоспоживанням (АСУЕ) надають можливість значного зниження витрат на енергоресурси, оптимізуючи їх використання та підвищуючи екологічну стійкість освітніх установ. У статті розглянуто структуру і принципи роботи АСУЕ, їхні ключові компоненти та функціональні можливості. Проаналізовано сучасні підходи до управління енергоспоживанням в навчальних закладах, зокрема системи моніторингу енергії, автоматичного регулювання освітлення, опалення та вентиляції. Окрему увагу приділено перспективам використання штучного інтелекту та технологій Інтернету речей (IoT) у розробці комплексних рішень для освітніх закладів. Проведений аналіз вказує на те, що впровадження АСУЕ не лише зменшує енерговитрати, а й покращує умови перебування учнів і працівників, створюючи комфортніший та безпечніший освітній простір.

Структура та принцип роботи АСУЕ: АСУЕ для освітніх установ складається з компонентів моніторингу, обробки та регулювання енергоспоживання. Основними елементами є датчики, програмне забезпечення для аналізу енергоспоживання, та виконавчі механізми для управління системами освітлення, опалення та вентиляції.

Інтелектуальні системи моніторингу та оптимізації: Сучасні АСУЕ використовують IoT-сенсори та технології штучного інтелекту для збору, аналізу та інтерпретації даних про енергоспоживання в режимі реального часу. Це дозволяє не лише відстежувати споживання енергії, але й виявляти

непотрібне її використання та автоматично знижувати енергоспоживання без погіршення умов перебування у приміщеннях.

Екологічні та економічні переваги: Впровадження АСУЕ дозволяє значно знизити витрати на енергоресурси та зменшити викиди вуглецю, що робить освітні установи більш екологічно стійкими та економічно ефективними. Крім того, зменшення витрат на енергоспоживання дозволяє направити кошти на розвиток навчальних програм та інфраструктури.

Перспективи розвитку АСУЕ з використанням штучного інтелекту: Інтеграція AI у процеси управління енергоспоживанням дозволяє прогнозувати енергоспоживання на основі історичних даних та автоматично адаптувати систему під зміни в навантаженні.

Впровадження автоматизованих систем управління енергоспоживанням в освітніх установах є доцільним та перспективним рішенням, яке забезпечує значні економічні та екологічні переваги. Подальші дослідження повинні зосередитися на використанні методів штучного інтелекту для оптимізації роботи АСУЕ та розробці стандартизованих рішень для навчальних закладів різного типу.

Літературні джерела

1. Козлов О.І. Автоматизовані системи контролю та управління енергоспоживанням в освітніх установах: сучасний стан та перспективи розвитку // Вісник технічних наук. — 2022. — №3. — С. 45-52.

2. Бондаренко І.М. Інноваційні підходи до моніторингу енергоспоживання в навчальних закладах на базі IoT // Інформаційні технології в освіті та промисловості. — 2023. — Т. 12, №2. — С. 73-81.

3. Белоконь В.В., Сергієнко Ю.О. Штучний інтелект у системах управління енергією: практичне застосування в школах та університетах // Науковий журнал "Автоматизація". — 2021. — Т. 16, №1. — С. 90-97.

4. Smith J., Lee T. Energy Management in Educational Buildings: Challenges and AI-Based Solutions // Journal of Sustainable Energy. — 2023. — Vol. 11, Issue 2. — P. 203-214.

5. Brown P. Internet of Things and Energy Optimization in Schools // Journal of Smart Building Systems. — 2022. — Vol. 10, Issue 4. — P. 78-86

УДК: 004.942:621.3

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ
В ОСВІТНІХ УСТАНОВАХ***Г. О. Салінко**Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля вул. Іоанна Павла II, 17,
м. Київ, Україна, атр-22d-1261@snui.edu.ua*

Цифрові двійники (digital twins) – це інтегровані віртуальні копії фізичних об'єктів або систем, які дозволяють в реальному часі моделювати, моніторити та оптимізувати процеси роботи промислових об'єктів. Завдяки можливості збору та аналізу даних у реальному часі цифрові двійники забезпечують глибоке розуміння функціонування обладнання та сприяють прогнозуванню можливих відмов, що знижує ймовірність незапланованих простоїв і підвищує ефективність обслуговування.

Основна мета цієї роботи – проаналізувати ефективність застосування цифрових двійників для промислових об'єктів, розкрити можливості для поліпшення операційної діяльності та розглянути способи оптимізації ресурсів. Цифрові двійники дають можливість імітувати сценарії функціонування промислових об'єктів під різними умовами та з різними параметрами. Вони надають можливість спостерігати за виробничими процесами в режимі реального часу, а також завдяки алгоритмам машинного навчання передбачати поведінку обладнання.

Ключові аспекти застосування цифрових двійників у промисловості:

Прогнозне обслуговування: цифрові двійники дозволяють збирати інформацію про стан обладнання в режимі реального часу і прогнозувати ймовірні відмови. Це сприяє підвищенню ефективності технічного обслуговування, знижуючи витрати на ремонт.

Оптимізація процесів: моделювання різних сценаріїв на основі цифрових двійників дає змогу виявити "вузькі місця" у виробничих лініях, оптимізувати ресурсні витрати і підвищити продуктивність.

Підтримка прийняття рішень: завдяки віртуальному моделюванню виробничі керівники можуть аналізувати потенційні ризики, оцінювати результати впровадження нових технологій або змінювати параметри роботи обладнання.

Застосування цифрових двійників у промислових об'єктах має значний потенціал для покращення управління виробничими процесами, скорочення витрат і підвищення безпеки. Моделювання та аналіз даних у реальному часі забезпечують прийняття обґрунтованих рішень, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств та впровадженню більш екологічно відповідальних технологій.

Літературні джерела

1.1. Гуменюк В. О., Лисенко О. В. Цифровий двійник: основні характеристики та перспективи застосування в промисловості // Вісник Національного технічного університету України. – 2021. – №3. – С. 44-49.

2. Федоренко, П. Ю., Марченко, І. І. Цифрові двійники для моніторингу та прогнозування стану обладнання на промислових підприємствах // Інженерія майбутнього. – 2020. – № 2. – С. 75-81.

3. Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., Sihn, W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification // IFAC-PapersOnLine. – 2018. – Vol. 51, Issue 11. – P. 1016-1022.

4. Grieves, M., Vickers, J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems // Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. Springer, 2017. – P. 85-113.

5. Tao, F., Zhang, H., Liu, A., Nee, A. Y. C. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15, Issue 4. – P. 2405-2415.

УДК 681.51

РОЗРОБЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА УСТАНОВКИ ПІДГОТОВКИ КОМОЗИЦІЙНИХ СУМІШЕЙ

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: kafatp@ukr.net

При відлагодженні програмного забезпечення PLC часто необхідно проводити тестування алгоритмів керування на стадії проектування без наявності реальних прототипів об'єктів. Тому доцільно створити цифровий двійник об'єкта максимально наближеного за функціоналом та динамікою до реального.

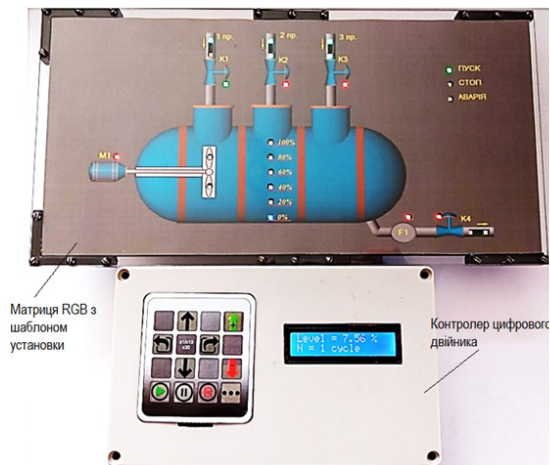


Рисунок 1 – Макет цифрового двійника об'єкта керування

Технічною основою такого двійника є бюджетний контролер Arduino Mega2560 доповнений модулями з аналоговим виходами та гальванічно розв'язаними модулями дискретного вводу та виводу. Оскільки проект розроблений для навчальних цілей важливою складовою є візуалізація ходу технологічного процесу. Візуалізація виконана на RGB світлодіодній матриці у 512 пікселів із накладними планшетами.

У зв'язку з дискретністю по часу роботи контролера, є сенс алгоритми імітації викликати з певними проміжками часу (наприклад по таймеру). Це дасть змогу налаштувати необхідну швидкість (інерційність) процесу імітації. У процесах, залежних від попереднього стану, необхідно його враховувати. Тому при наступному перерахунку імітаційної величини використовується її попереднє значення. Будемо користуватися індексами Π – для попереднього значення та T – для теперішнього.

Для імітації рівня залежно від відкриття трьох клапанів на входних лініях та одного клапана на зливі можна використати таку формулу:

$$L_T := L_{\Pi} + K_1 \cdot F_1 + K_2 \cdot F_2 + K_3 \cdot F_3 - K_4 \cdot F_4.$$

де L_T, L_{Π} - відповідно поточний та попередній рівень;

$K_1 \dots K_4$ - коефіцієнти які визначають умовний діаметр труб наповнення та зливу;

$F_1 \dots F_3$ - ступені відкриття регулюючих органів на входних лініях;

F_4 - ступінь відкриття регулюючого органу на злив.

Даний алгоритм описує процес наповнення та зливу композиційної суміші на технологічній установці. Робота змішувача та витратоміра на зливній лінії описуються окремими рівняннями.

Весь хід процесу супроводжується візуальними представленнями, які охоплюють усі стадії технологічного процесу.

Розроблений цифровий двійник можна підключити до зовнішнього PLC для відлагодження програмного забезпечення по керуванню даною установкою, як для реальних умов так і навчальних цілей.

Літературні джерела

1. Когуляк М. І., Артим Т. А. Універсальна платформа для синтезу цифрових двійників об'єктів керування // Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості, Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів: збірник тез доповідей, м. Івано-Франківськ, 13 жовтня, 2022р. с.167-169

2. Когуляк 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

УДК 658.51

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТРИФАЗНИМ СЕПАРАТОРОМ НАФТИ

Л. І. Лагойда, Ю. І. Баран

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,

e-mail: liudmyla.lahoida@iung.edu.ua

В умовах сталого розвитку нафтопереробної промисловості актуальною є проблема удосконалення систем промислового збору і підготовки нафти, води і газу. Важливим фактором підвищення техніко- економічних показників систем збору і підготовки нафти є поглиблення її дегазация і комплексна автоматизация сепараторів. Зараз автоматизация процесів сепарации нафти характеризується в основному тільки автоматизованим контролем процесу, завдання автоматичного управління частково вирішені, а існуючі системи регулювання працюють неефективно. В результаті відбувається неякісна сепарация нафти, великі втрати легких фракцій нафти, загазованість території і виникають ризики виникнення пожежної небезпеки.

В процесі виконаних досліджень виділено три контури регулювання, які представлені на рисунку 1. Кожен з них впливає один на одного, тобто при появі збурення на одному з контурів, це збурення відіб'ється і на інших.

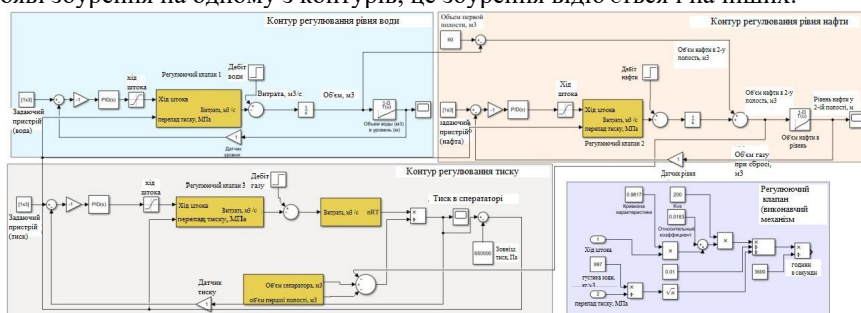


Рисунок 1 – Математична модель трифазного сепаратора

Взаємний вплив контурів відображається на рисунках 2-4.

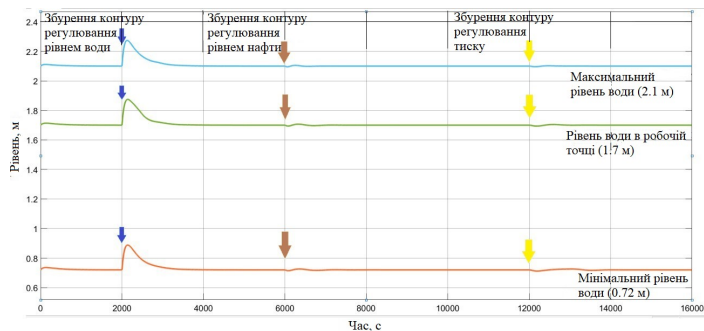


Рисунок 2 – Контур регулювання води в робочих діапазонах

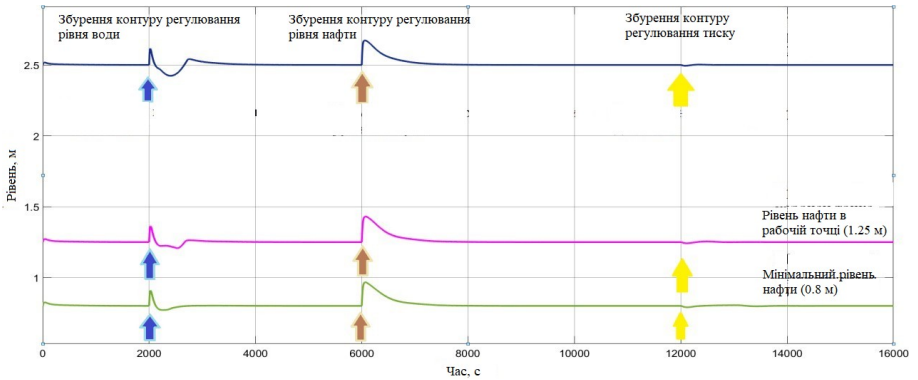


Рисунок 3 – Контур регулювання нафти в робочих діапазонах

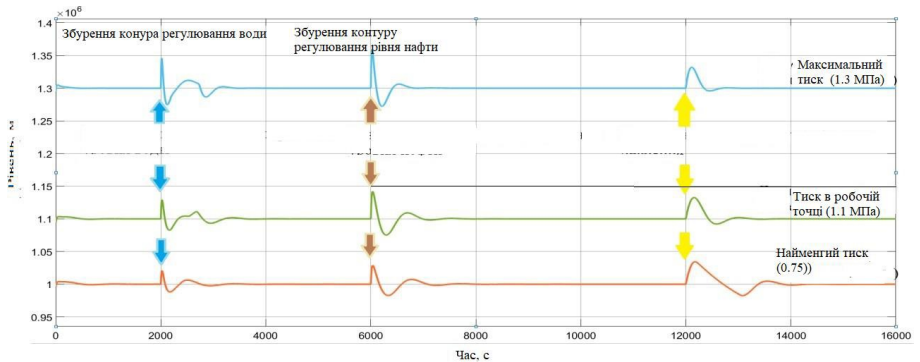


Рисунок 4 – Контур регулювання тиску в робочих діапазонах

Через вплив контурів один на одного збільшується шанс переливу води в другу порожнину сепаратора, виникає можливість потрапляння нафти в трубу для скидання води і газу в трубу для скидання нафти, що призводить до небажаного викиду продуктів переробки і підвищеного навантаження наступних установок підготовки.

Літературні джерела

1. Isermann R. Prozessidentifikation. Berlin: Springer, 1974.
2. Степура О. І., Федорович Ю. С. До питання застосування принципу розділення в керуванні лінійними стохастичними системами: стаття науково-технічного журналу «ЕЛЕКТРОІНФОРМ». Львів: 2003. - №1.

ЕЛЕКТРОННА МОДЕЛЬ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

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: kafatp@ukr.net

Для підготовки студентів та фахівців з автоматизації цифрові тренажери-імітатори максимально наближені до реальних об'єктів, надають можливість взаємодіяти з «процесом», не турбуючись про можливі потенційні збої, і допомагають приймати обгрунтовані рішення по керуванню процесом. Тому тренажери, які відображають динаміку процесу важливі для адаптації спеціалістів до реального об'єкта і формування правильних реакцій на різні виробничі ситуації. Варто виділити спеціальні тренажери для інженерів з автоматизації, що надають можливість безпечно практикуватися в налаштуванні базової та розширеної системи регулювання, проте вартість подібних засобів є дуже високою.

Типовим об'єктом багатьох переробних галузей промисловості є бінарні ректифікаційні колони. Основою для розроблення цифрового двійника таких складних технологічних об'єктів є математична модель апарату.

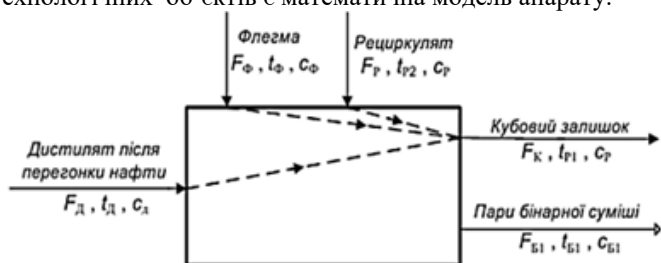


Рисунок 1 – Структурно-параметрична схема бінарної ректифікаційної колони

У відповідності до структурно-параметричної схеми (рис.1) з рівнянь матеріального та теплового балансу колони знайдені передавальні функції всіх каналів взаємодії параметрів апарату. Оскільки бінарна колона складний об'єкт з багатьма каналами приведемо лише частину передавальних функцій, які описують динаміку апарата:

$$W_{F_{\phi} \rightarrow t_{p1}}(p) = \frac{0.634}{24.27p^2 + 21.33p + 1}; \quad W_{F_{B1} \rightarrow t_{p1}}(p) = \frac{-0.695}{24.27p^2 + 21.33p + 1};$$

$$W_{t_{B1} \rightarrow t_{p1}}(p) = \frac{-1.097}{24.27p^2 + 21.33p + 1}.$$

Залежності для безпосередньої реалізації цифрового імітатора на мікроконтролерах отримуємо після перетворення передавальних функцій в дискретну форму з переходом до програмованих функцій. Дані функції запрограмовані в контролері Arduino Mega2560 універсального цифрового двійника.

Модуль Arduino доповнений необхідними схемами гальванічної розв'язки входів і виходів, модулями ЦАП, клавіатурою та цифровим дисплеєм. Для візуалізації процесу ректифікації розроблений планшет, який накладається на світлодіодну RGB 512- піксельну матрицю (рис. 2).

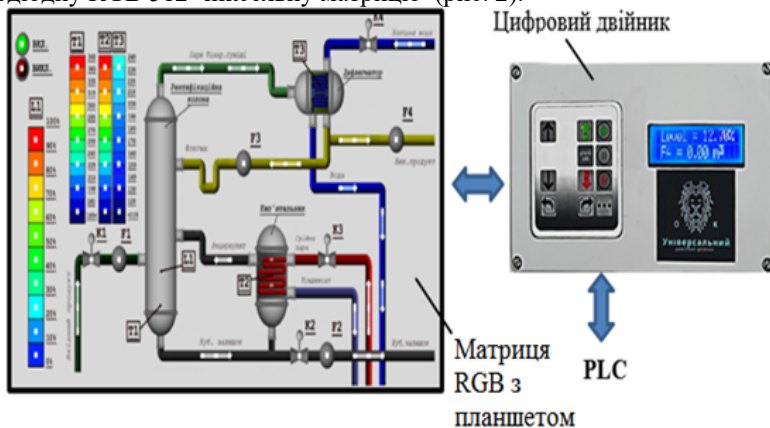


Рисунок 2 – Структурна схема системи керування буровим насосним агрегатом

Розроблений макет тренажера пройшов тестування в лабораторних умовах і є придатним для використання в наукових дослідженнях та навчальних цілях. Універсальність платформи є ефективним засобом для вдосконалення програмного забезпечення PLC по керуванню подібними складними об'єктами і створення та відпрацювання складних алгоритмів для підвищення ефективності та безаварійності роботи технологічного обладнання.

Літературні джерела

1. Когутяк М. І., Артим Т. А. Універсальна платформа для синтезу цифрових двійників об'єктів керування // Інформаційні технології в освіті , техніці та промисловості, Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів: збірник тез доповідей, м. Івано-Франківськ, 13 жовтня, 2022р. с.167-169.

2. Когутяк М. І., Артим Т. А. Цифровий імітатор ректифікаційної колони/ Світ наукових досліджень. Випуск 24: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції (м. Тернопіль, Україна, м. Ополь, Польща, 21-22 листопада 2023 р.) / за ред. : О. Патряк та ін. ГО “Наукова спільнота”, WSZIA w Opolu. Тернопіль. 2023.с.357-359.

УДК 681.51

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ ВІДБЕНЗИНЕННЯ НАФТИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Т. Б. Ярич, А. І. Лагойда

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: andrii.lahoida @nung.edu.ua*

Відбензинення нафти – це один із найпоширеніших процесів нафтопереробки, так як з її допомогою можна значно покращити якість нафтопродукції. Ректифікація - один з найпоширеніших технологічних процесів в хімічній, нафтовій та інших галузях промисловості. Ректифікація - процес поділу бінарних чи багатокомпонентних парів, а також рідких сумішей на чисті компоненти або їх суміші.

Сучасні ректифікаційні апарати повинні мати високі розділові здібності і продуктивність, характеризуватися достатньою надійністю і гнучкістю в роботі, забезпечувати низькі експлуатаційні витрати та бути конструкційно-простими і нескладними у виготовленні. Останні вимоги не менш важливі, ніж перші, оскільки вони не тільки визначають капітальні витрати, а й значною мірою впливають на собівартість продукції, монтаж, ремонт, контроль, випробування і безпечну експлуатацію обладнання.

Особливе значення має надійність роботи ректифікаційних апаратів, установок, які виробляють сировину для нафтохімічної промисловості. Ректифікаційні колони повинні відповідати вимогам державних стандартів.

В результаті проведених досліджень побудовано одноконтурну систему регулювання процесом із нечітким ПІД-регулятором.

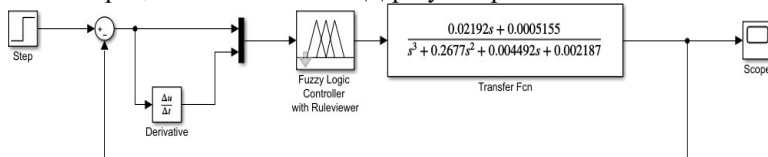


Рисунок 1 – Одноконтурна САР з нечітким регулятором

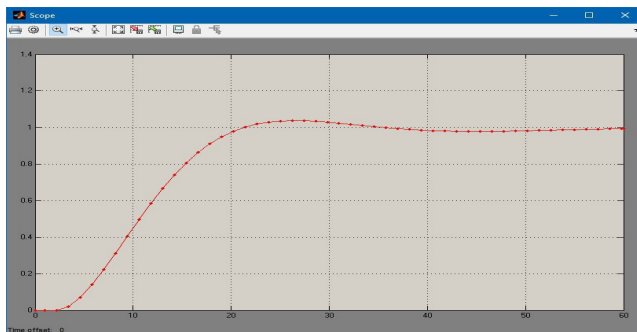


Рисунок 2 – Перехідна характеристика одноконтурної САР з нечітким регулятором

Складаємо систему з нечітким регулятором.

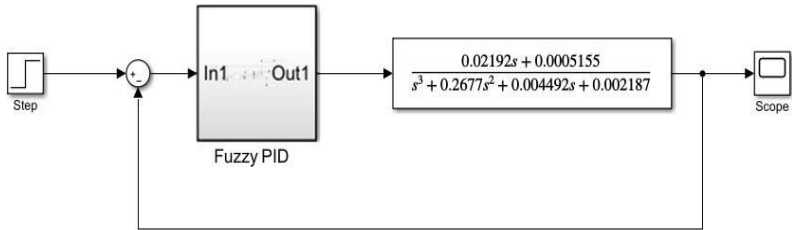


Рисунок 3 – Автоматична система керування із нечітким ПІД-регулятором

Структура нечіткого ПІД-регулятора зображено на рисунку 4.

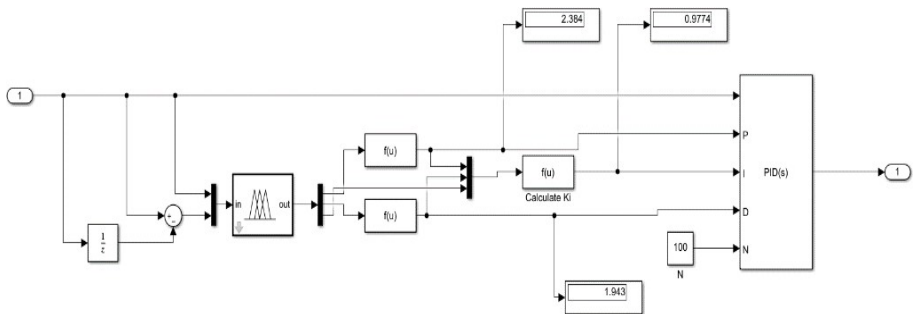


Рисунок 4 – Структура нечіткого ПІД-регулятора

Графік отриманого перехідного процесу показаний на рисунку 5.

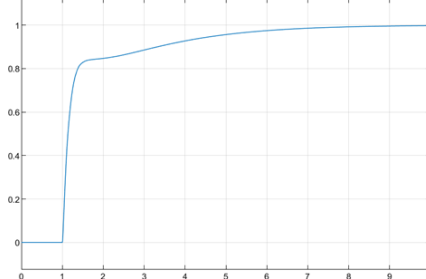


Рисунок 5 – Структура нечіткого ПІД-регулятора

В процесі дослідження побудовано систему керування на основі нечіткої логіки, яка створюється за допомогою вбудованих інструментів графічного інтерфейсу користувача (GUI-модулів) пакета Fuzzy Logic Toolbox. 3 запропонованих в пакеті алгоритмів використана нечітка система типу Мамдані.

Літературні джерела

1. Johnson M.A, Moradi M.H. PID Control. New Identification and Design Methods. Springer-Verlag London Limited, 2005. 543 p.
2. Ying H. Fuzzy Control and Modeling: Analytical Foundations and Applications. IEEE press. 2000. 342 p.

УДК 681.51

РОЗРОБЛЕННЯ ЦИФРОВОГО СИМУЛЯТОРА РЕАКТОРА

М. І. Козутяк, 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: kafatp@ukr.net

Для прискорення процесу створення та відлагодження програм на PLC та налагодження промислових регуляторів доцільно застосовувати цифрові двійники (ЦД) процесів і технологічних апаратів. ЦД може віртуально моделювати як всю систему, так і окремі об'єкти. Це особливо актуально при підготовці спеціалістів з автоматизації для отримання стійких навичок при роботі з мікропроцесорними пристроями та основами їх програмування.

Апаратною основою ЦД мікроконтролер на платформі ArduinoMega2560 (рис.1).

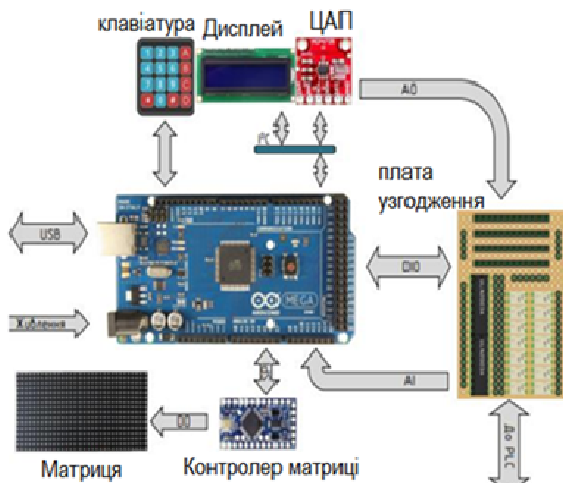


Рисунок 1 – Апаратна реалізація ЦД

Математичною основою ЦД є рівняння динаміки отримані на основі матеріального та теплового балансу реактора. На основі диференційних рівнянь для рівня та температури в реакторі отримані передавальні функції відносно решти вхідних параметрів об'єкта. Далі з передавальних функцій після переходу в дискретну область отримуємо програмовані функції для реалізації на мікроконтролерах.

На рис.2 представлений реальний діючий макет ЦД реактора. Для вузла візуалізації розроблений накладний планшет на RGB-матрицю з програмною підтримкою ходу процесу та представлення симульованих ЦД параметрів. Контролер ЦД в основному режимі працює циклічно: опитує вхідні параметри, розраховує вихідні параметри, підтримує процес візуалізації. В процесі налаштування з клавіатури ЦД задаються необхідні додаткові параметри.

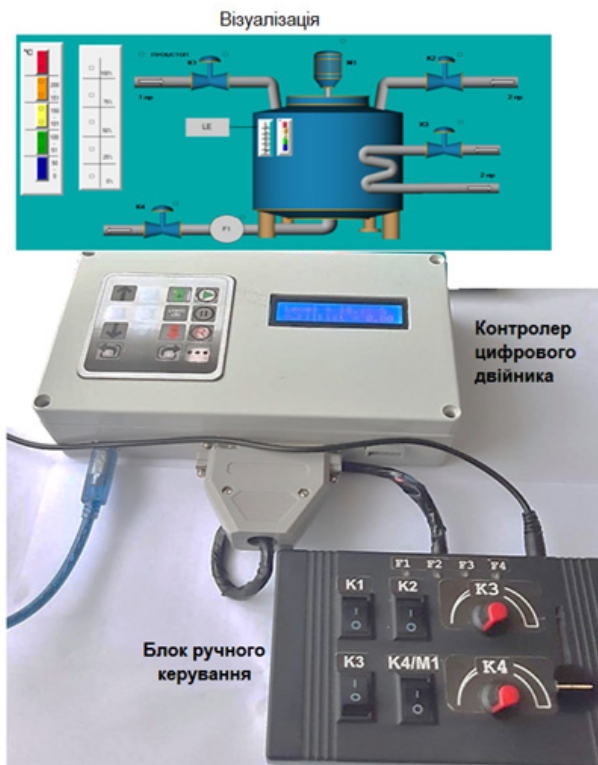


Рисунок 2 – Макет цифрового двійника реактора

Для налаштування і контролю роботи ЦД розроблений блок ручного керування для симуляції роботи необхідного обладнання.

Цифровий двійник пройшов апробацію в лабораторних умовах із застосуванням зовнішнього PLC для тестування програмного забезпечення по керуванню реактором. Макет буде застосовуватись в навчальних лабораторіях кафедри при проведенні лабораторних та дослідницьких робіт.

Літературні джерела

1. Когутяк М. І., Корчинський О.Р. Розроблення цифрових двійників об'єктів керування на PLC. /Інформаційні технології в освіті , техніці та промисловості, Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів: збірник тез доповідей, м. Івано-Франківськ, 13 жовтня, 2022р. - с.49-50.

УДК 681.51

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ДЛЯ СЕПАРАТОРА ГАЗУ УСТАНОВКИ КОМПЛЕКСНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ

Л. І. Лагойда, В. В. Берізка

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,

e-mail: liudmyla.lahoida@nng.edu.ua

Сьогодні природний газ і газовий конденсат, що направляються промисловим і побутовим споживачам, повинні відповідати стандартам або технічним умовам їх транспортування, зберігання, постачання і споживання. Для цього здійснюється їх промислова підготовка, яка передбачає проведення процесів низькотемпературної сепарації і стабілізації конденсату. Низькотемпературна сепарація - процес, який найдієвіше виділяє і відділяє з газу, що добувається, і газоконденсату усі висококиплячі компоненти. Також сепарація газу при негативній температурі добре сприяє його дегідратації, оскільки при порівняно низьких температурах пари води, що знаходяться в газі, конденсуються в краплинну рідину, перетворюючись на кристалогідрати, які, як і рідкі вуглеводні, в сепараторах відділяються від газу. Цей процес відбувається при температурах від 0 до мінус 38 °С.

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що низькотемпературний сепаратор газу є складним об'єктом з перехресними зв'язками.

Для автоматизації подібних об'єктів можна застосовувати різноманітні підходи. Сьогодні на реальних об'єктах застосовують звичайні багатоконтурні системи автоматичного регулювання (САР). У межах даної роботи розглянутий варіант одноконтурних САР з «тонким» налаштуванням регуляторів процесу.

На рисунку 1 синтезована двоканальна САР сепаратора. Вона містить імітаційну математичну модель обгорнуту у нову обгортку блока НТС і має два ПІД регулятори з вузлами контролю і формування тестових сигналів.

Для налаштування регуляторів застосовуємо засоби тюнінгу регуляторів у Матлабі PID tuning.

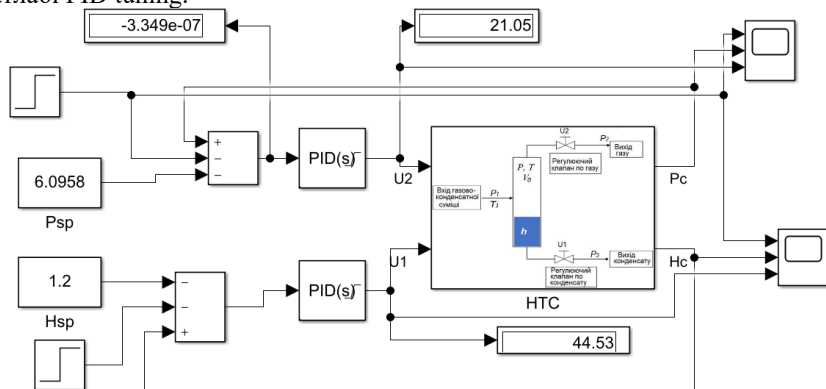


Рисунок 1 – Двоканальна САР низькотемпературного сепаратора

Для покращення налаштування проводимо додаткові процедури «тонкого» налаштування.

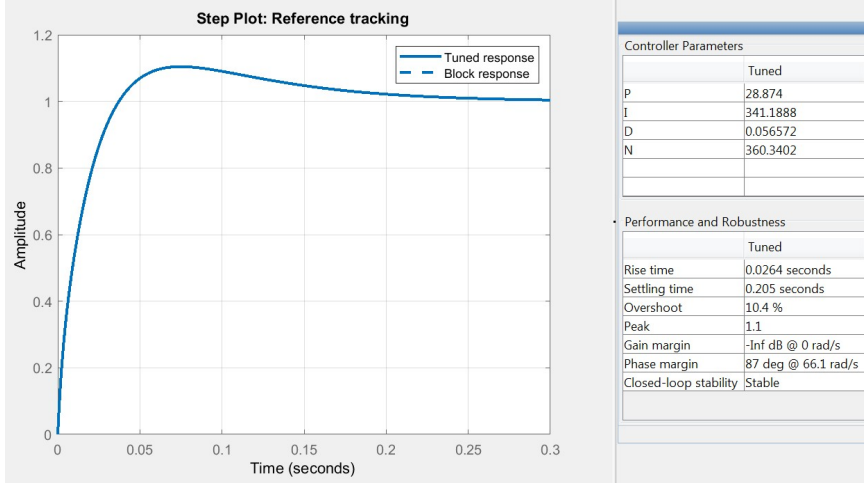


Рисунок 2 – Тюнінг регулятора рівня конденсату в сепараторі

Підсумкові результати налаштування по якості регулювання зведені у підсумкову таблицю 1.

Таблиця 1 - Оцінка якісних показників роботи САР

Параметр якості	Контур тиску	Контур рівня
Час розгону, с	0.00112	0.0264
Час регулювання, с	0.00172	0.205
Перерегулювання %	1.09	10.4
Запас по амплітуді, dB	необм.	необм.
Запас по фазі, град	90	87

Дані отримані при незалежній роботі регуляторів.

Літературні джерела

1. Горбійчук М.І. Моделювання об'єктів і систем керування в нафтовій та газовій промисловості. Частина II. Учб. Посібник. - Івано-Франківськ: Факел, 1999.- 226 с.

2. Горбійчук М.І. Кулинин Н.Л. Математична модель процесу низькотемпературної сепарації газу//Науковий вісник Івано-Франківського Національного Технічного Університету Нафти і Газу. -2006.-№1(13).-с.88-93.

УДК 681.51

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІДІГРІВНИКА НАФТИ

М. І. Козутяк, В. Р. Гавришук

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: kafatp@ukr.net

Нагрівачі непрямого типу з водяною ванною (Indirect Water Bath Heaters) в основному використовуються в нафтовій і газовій промисловості для нагрівання робочих середовищ, де механізм теплопередачі відбувається опосередковано через ванну (ємкість) при спалюванні попутного (комерційного) газу, на відміну від нагрівання безпосередньо полум'ям чи димовими газами, що сприяє м'якому підігріву в'язких нафтопродуктів для уникнення відкладень та гідратуутворення при дроселюванні природного газу, з метою подальшого транспортування трубопроводами до місця збору, переробки і споживання.

Грунтуючись на рівняннях матеріального та теплового балансу апарату розроблено математичну модель динаміки (1) процесу підігріву технологічних потоків, яка записана у відхиленнях температур від своїх «базових» значень[1,2].

Система включає диференційні рівняння теплового балансу продуктового теплообмінника, проміжного теплоносія, димових газів у газоході, що утворились при спалюванні газу, яка доповнена рівняннями теплопередачі через дві поверхні теплообмінну від води до цільового продукту та від димових газів проміжному теплоносію, а також рівняння зв'язку. Система рівнянь отримана після проведення лінеаризації нелінійних складових моделі в околі робочої точки.

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_n \frac{d\theta_{ncp}}{dt} + \theta_{ncp} = k_{n1}(\theta_n^{out} - \theta_n^{in}) + k_g \cdot g_n + k_{sz} \theta_{sz} \\ \tau_{sz} \frac{d\theta_{sz}}{dt} + \theta_{sz} = k_{w1} \theta_w + k_{ncp} \theta_{ncp} \\ \tau_w \frac{d\theta_w}{dt} + \theta_w = k_{sdk} \theta_{sdk} + k_{sz} \cdot \theta_{sz} \\ \tau_{sdk} \frac{d\theta_{sdk}}{dt} + \theta_{sdk} = k_{dg} \theta_{dg} + k_{w2} \theta_w \\ \tau_{dg} \frac{d\theta_{dg}}{dt} + \theta_{dg} = k_{s2} \theta_{sdk} + k_{uu} \\ \theta_n^{out} = 2\theta_{ncp} - \theta_n^{in} \end{array} \right. \quad (1)$$

Аналіз підігрівника вуглеводнів з проміжним теплоносієм як об'єкта автоматичного керування показує, що вхідними величинами є g_n , θ_n^m - витрата і початкова температура вуглеводневої сировини та керуюча дія u , а виходами об'єкта – температура води θ_w , продукту θ_n^{out} та димових газів θ_{dg} .

Попередній аналітичний аналіз показав, що об'єкт керування має суттєві перехресні канали, що вимагає застосування багатоконтурних систем з компенсаторами внутрішніх взаємозв'язків.

Для проведення досліджень та синтезу надійних систем керування підігрівником отримано цифровий еквівалент моделі підігрівника з врахуванням вимірювальних та виконавчих пристроїв. На базі мікропроцесорної платформи реалізований цифровий двійник об'єкта. Даний двійник-імітатор буде використаний для сумісної роботи з промисловим контролером Modicon TM 172 з метою відпрацювання ефективних алгоритмів керування даним об'єктом на промислах.

Літературні джерела

1. Горбійчук М.І., Когутяк М.І., Гарасимів В.М. Математична модель підігрівника з проміжним теплоносієм. Методи та прилади контролю якості, 2021. №2 (47). С. 83-95.

2. ВАСИЛЕНЧУК, М., ГОРБІЙЧУК, М., & КОГУТЯК, М. (2023). Синтез лінеаризованих математичних моделей нагрівника з проміжним теплоносієм. MEASURING AND COMPUTING DEVICES IN TECHNOLOGICAL PROCESSES, (3), 144–153. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-75-17>.

УДК 681.51

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ РОЗЧИНОМ ЛУГУ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ МЕРЕЖ

С. М. Лунів, А. І. Лагойда

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: andrii.lahoida @nuing.edu.ua

Створення якісних автоматичних систем регулювання є ключовою проблемою автоматизації установки очищення вуглеводневих газів розчином луку.

В даний час очищення розчинами луку застосовують для видалення сірководню, діоксиду вуглецю, нижчих меркаптанів, нафтових кислот, кислих продуктів після сірчано-кислотного очищення та інших небажаних домішок з нафтопродуктів. Лужному очищенню піддають вуглеводневі гази, бензинові, газові, рідше дизельні і масляні дистилати.

Для ідентифікації ОК використано пакет System Identification Toolbox, що входить до складу Matlab. Пакет System Identification Toolbox містить засоби

для створення математичних моделей лінійних динамічних об'єктів (систем) на основі спостережуваних входних/вихідних даних. Для цього він має зручний графічний інтерфейс, що допомагає організувати дані й створювати моделі без використання функцій командного режиму роботи.

На основі визначеної математичної моделі проведено дослідження ПІ та ПІД регуляторів. Після чого проведено аналіз показників якості перехідного процесу.

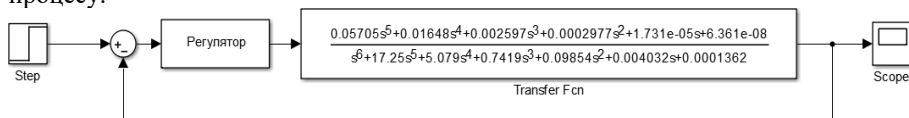
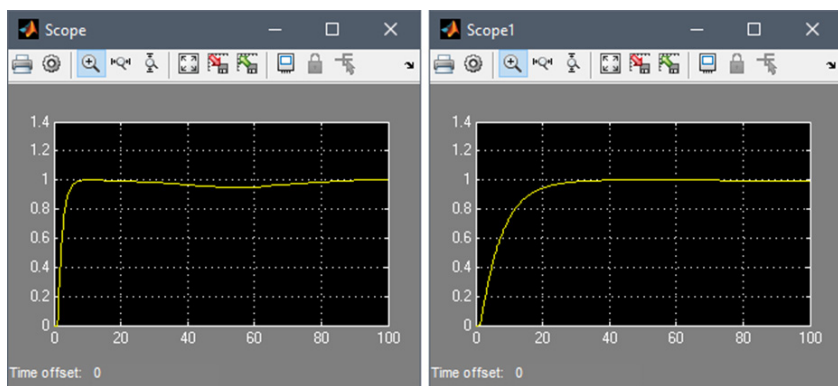


Рисунок 1 – Структурна схема з регулятором в Matlab

Результати моделювання перехідних процесів з відповідними регуляторами наведені на рисунку 2.



а)

б)

Рисунок 2 – Перехідні характеристики з а – ПІ регулятором та б- ПІД регулятором

У пакеті Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB гібридні мережі реалізовані у формі так званої адаптивної системи нейро-нечіткого виводу ANFIS. З одного боку, гібридна мережа ANFIS є нейронну мережу з одним виходом і декількома входами, які представляють собою нечіткі лінгвістичні змінні. При цьому терми входних лінгвістических змінних описуються стандартними для системи MATLAB функціями належності, а терми вихідної змінної представляються лінійної або постійними функціями приналежності.

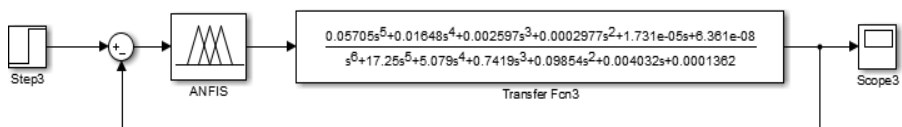


Рисунок 3 – Структурна схема регулювання ОК ANFIS регулятором

Результат моделювання перехідного процесу з ANFIS регулятором наведено на рисунку 4.

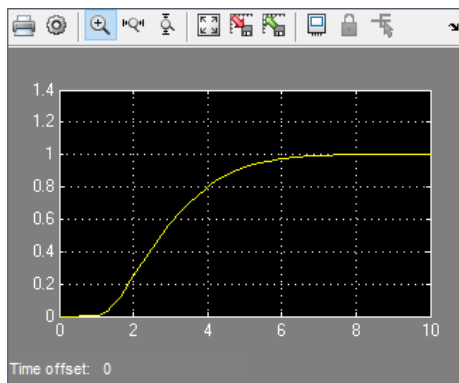


Рисунок 4 – Структура нечіткого ПІД-регулятора

В процесі аналізу визначено, що якість перехідної характеристики регулювання з використанням адаптивної нейро-нечіткої мережі час якого становить 10с.

Літературні джерела

1. Семенцов Г.Н. Автоматичне управління: Навчальний посібник / Г.Н. Семенцов, Я.Р. Когуч, М.М. Дранчук і інші. – Івано-Франківськ: Факел, 2003.
2. Семенцов Г.Н. Автоматизація технологічних процесів та виробництв в нафтовій та газовій промисловості: Навчальний посібник / Г.Н. Семенцов, М.І. Горбійчук, М.М. Дранчук, Я.Р. Когуч і інші. – Івано-Франківськ: - Факел, 2003.

УДК 658.51

ПОБУДОВА ЛОГІЧНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ЗАХИСТУ ВІД ПОМПАЖУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАГНІТАЧА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Л. І. Лагойда, В. М. Ошур

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: liudmyla.lahoida@nung.edu.ua*

Для перекачування газу в газотранспортній системі використовують газоперекачувальні агрегати з великою потужністю, тому їх вихід з ладу може спричинити значні економічні збитки. Помпаж є одним із найбільш небезпечних і складних режимів роботи нагнітача, тому найважливішим елементом системи автоматизації відцентрових компресорів є антипомпажний захист. Для розробки такої системи та визначення ключових параметрів було використано метод експертних оцінок для вибору найсуттєвіших факторів.

Предметом експертної оцінки стала система автоматичного антипомпажного регулювання, яка повинна захищати відцентровий нагнітач від помпажу. Оцінювані параметри стосуються тих, що контролюються або розраховуються, та допомагають виявляти помпажні стани. Вибір експертів базувався на їхній компетентності в галузі автоматичного антипомпажного регулювання.

Множиною параметрів, які характеризують помпаж у відцентровому нагнітачі є: перепад тиску на звужуючому пристрої (конфузорі) перед нагнітачем ($dP_{\text{конф.}}$); тиск за нагнітачем (P); температура (T); густина газу (ρ); швидкість обертання силової турбіни (N_{CT}); осьовий зсув нагнітача ($G_{s_{\text{зсув}N}}$); горизонтальна (g) вібрація (вібропереміщення) передньої опори нагнітача (PON) ($G_{g_{\text{PON}}}$); вертикальна (v) вібрація (вібропереміщення) передньої опори нагнітача (PON) ($G_{v_{\text{PON}}}$); горизонтальна (g) вібрація (вібропереміщення) передньої опори нагнітача (ZON) ($G_{g_{\text{ZON}}}$); вертикальна (v) вібрація (вібропереміщення) передньої опори нагнітача (ZON) ($G_{v_{\text{ZON}}}$).

Оскільки кількість експертів впливає на рівень узгодженості їхніх думок, а зменшення їх числа може знизити точність оцінки, було вирішено створити дві групи, по 8 експертів у кожній. Кожному експерту для ранжування представили 5 факторів.

Судячи із суми результатів опитування, першої групи експертів, у вигляді розрахованих рангів, найважливішими характеристиками помпажу у відцентровому нагнітачі є $dP_{\text{конф.}}$, $G_{s_{\text{зсув}N}}$, $G_{g_{\text{PON}}}$, $G_{v_{\text{PON}}}$. Їх значення відповідно складають 11, 19, 20 та 34 бала.

Результати опитування другої групи експертів засвідчили, що найважливішими є N_{CT} , $G_{g_{\text{ZON}}}$, $G_{v_{\text{ZON}}}$. Їх значення відповідно складають 13, 17 та 18.

Аналіз параметрів, що входять до математичної моделі помпажу, разом із результатами опитування експертів, дозволяє виділити сім найбільш інформативних параметрів для виявлення початку помпажу у відцентровому нагнітачі. Ці параметри формують наступний тезаурус:

$$\langle dP_{\text{конф.}}, N_{CT}, G_{s_{\text{зсув}N}}, G_{v_{\text{ZON}}}, G_{g_{\text{PON}}}, G_{v_{\text{PON}}}, G_{s_{\text{зсув}N}} \rangle \quad (1)$$

Усі ці параметри повинні брати участь у розрахунку ступеня відкриття антипомпажного клапана, як окремо, так і в комбінації з іншими показниками. Для розробки системи управління антипомпажним клапаном створено структурну формулу, яка забезпечує захист відцентрового нагнітача від помпажу. Ця формула описує логічні функції, що виконуються системою. Для візуалізації цих функцій використано діаграми Вейча (рис. 1 та 2), що наочно демонструють можливі комбінації змінних.

		d		b	
c	a	0	0	1	0
		0	1	1	1
		1	1	1	1
		0	1	1	1

Рисунок 1 – Діаграма Вейча логічної функції чотирьох змінних

				b				a							
				c				g				c			
				g				g				g			
f	e	d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
			0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
	f	f	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
			0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0

Рисунок 2 – Діаграма Вейча логічної функції сімох змінних

На рисунках 1 та 2 представлено синтез логічної функції системи керування антипомпажним клапаном, яка реагує на чотири та сім відхилень вхідних параметрів.

Літературні джерела

1. Гуріненко В. М. Особливості розробки системи протипомпажного захисту нагнітача типу 520-12-1 цеху ГТК-10. Інформаційний огляд ДК «Укртрансгаз», 2005. №3 (33). С. 19-20.
2. Таргонський В. О., Ніщета В. В., Мамонов О. І. Явище помпажу та способи його визначення і запобігання на нагнітачах ГПА. Інформаційний огляд ДК «Укртрансгаз», 2005. №5 (35). С. 6-8.

УДК 658.51

ПОБУДОВА ЛОГІЧНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ЗАХИСТУ ВІД ПОМПАЖУ ВІДЦЕНТРОВОГО НАГНІТАЧА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Ю. С. Федорович, А. І. Лагойд

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,
e-mail: yurii.fedorovych-a15122@iung.edu.ua*

Газова промисловість України відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичної стабільності та незалежності країн Європи. Вона є однією з найбільших у регіоні за обсягами видобутку, транзиту та зберігання природного газу. Процеси видобутку та транзиту природного газу вимагають надзвичайно точного обліку, що, в свою чергу, потребує актуальних даних про компонентний склад газу. Однією з ключових вимог до систем обліку, згідно з кодексом газотранспортної системи [1], є своєчасне оновлення даних про компонентний склад газу для забезпечення максимальної точності розрахунків.

Метою роботи є розробка і впровадження комплексу програмно-апаратних засобів для забезпечення достовірного обліку природного газу, шляхом інтеграції новітніх приладів визначення компонентного складу природного газу в сучасні інформаційно-вимірювальні системи та внесення оперативних даних в вимірювальні комплекси.

Станом на 1 жовтня 2024 р. реєстр затверджених типів засобів вимірювальної техніки [2] містить інформацію про 17 виробників хроматографічних комплексів для визначення компонентного складу природного газу та 5 виробників аналізаторів температури точки роси вологи та вуглеводнів. Велика різноманітність газових хроматографічних комплексів, інтерфейсів передачі даних та протоколів обміну ускладнює (а іноді й унеможлиблює) безпосередню інтеграцію з системами обчислення витрати природного газу.

З урахування вище сказаного, розроблено програмно-апаратний комплекс «Контролер фізико-хімічних параметрів природного газу» (далі – контролер ФХП ПГ).

Контролер забезпечує:

- отримання від поточкових приладів та зберігання у власних архівах значень ФХП;
- зберігання отриманих від поточкових приладів годинних та добових даних (за наявності) у власних архівах;
- запис отриманих від поточкових засобів даних про ФХП в у автоматичні обчислювачі і коректори витрати ПГ, що підключені до контролера;
- додавання драйверів нових типів обчислювачів шляхом оновлення внутрішнього програмного забезпечення контролера;
- надання даних, накопичених у власних архівах, на запит програми верхнього рівня за уніфікованим протоколом незалежно від типу підключеного поточкового засобу;
- представлення даних у зручному вигляді для аналізу експлуатуючими персоналом;

- автоматичне формування добових та місячних звітів (згідно затверджених форм АТ «Укртрансгаз»).

Структурна схема контролер ФХП ПГ (рис.1) складається з блоку живлення з розширеним діапазоном вхідної напруги(1), перетворювачів інтерфейсів RS-232/485 з гальванічним розділенням (2...5), центрального процесора (6) та дисплея (7) для місцевого відображення поточних даних.

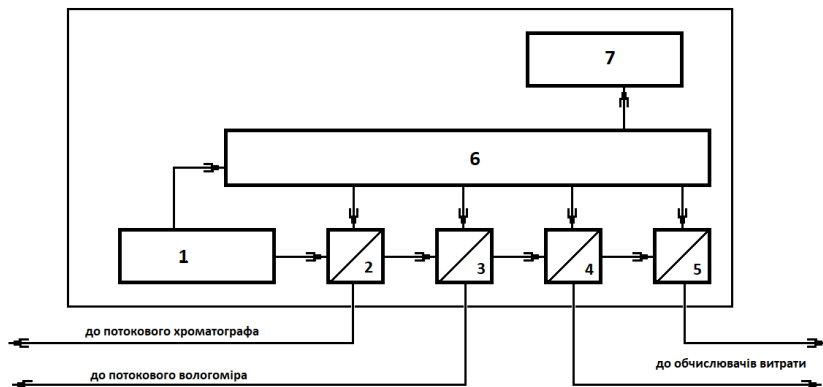


Рисунок 1 – Структурна схема контролер ФХП ПГ

Контролер ФХП ПГ підтримує зв'язок з поточними засобами визначення ФХП Danalyzer (370XA, 700XA), EnCal 3000, SITRANS CV, NGC8206 за безпосереднім підключенням через послідовний (RS-232, RS-485 тощо), або мережевий (Ethernet) порти зв'язку, а також з'єднання з поточними вологомірами типів ТРОС-3-1 або Dewpoint Duo.

Для запису параметрів ФХП у коректори і обчислювачі витрати ПГ контролер ФХП ПГ забезпечує безпосередній або мережевий зв'язок з Флоутек (ВР-1, ВР-2, ПК-В) та, Даніфлоу (версія 7, 8), що використовуються в АТ «Укртрансгаз» у комерційному обліку.

Літературні джерела

1. Кодекс газотранспортної системи. Затверджено Постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг №2493 від 30.09.2015.
2. Реєстр затверджених типів засобів вимірювальної техніки <https://legalzvt.kiev.ua/> станом на 01 жовтня 2024р.

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

ЗАСТОСУВАННЯ FUZZY-LOGIC ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РЕСУРСАМИ

Зварич Г.Г., Цицик М.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
halyna.zvarych@nung.edu.ua*

Нечітка логіка (Fuzzy-logic) і теорія нечітких множин (Fuzzy sets) набувають все більш широкого розповсюдження при побудові систем контролю процесами економного 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 [1]. У більшості прикладних задач для кожного терму використовують функцію належності у формі трикутника.

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

P1: ЯКЩО X_1 І X_2 ТО Y ; P2: ЯКЩО X_1 АБО X_2 ТО Y ,
де X_1, X_2 – лінгвістичні вхідні змінні, Y – лінгвістична вихідна змінна,
І, АБО – логічні оператори.

База правил визначається експертом, наприклад, у вигляді

	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_{21}	Y_1	Y_2	Y_3
X_{22}	Y_2	Y_3	Y_4
X_{23}	Y_3	Y_4	Y_5

У FL кон'юнкцію (оператор «І») визначають співвідношенням –

$$\mu_{X_1 \text{ І } X_2}(X) = \min \{ \mu_{X_1}(X); \mu_{X_2}(X) \},$$
 діз'юнкцію (оператор «АБО») –

$$\mu_{X_1 \text{ АБО } X_2}(X) = \max \{ \mu_{X_1}(X); \mu_{X_2}(X) \}.$$

Наявність правила і оператора дозволяють визначити функції належності для вихідної величини Y .

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 Y необхідно скористатись чотирма правилами:

P1: ЯКЩО X_{21} І X_{11} ТО Y_1 ; P2: ЯКЩО X_{22} І X_{11} ТО Y_2 ;
 P3: ЯКЩО X_{21} І X_{12} ТО Y_2 ; P4: ЯКЩО X_{22} І X_{12} ТО Y_3 .

Значення вихідної величини y може бути обчислено, наприклад, з використанням мінімаксного методу «центру тяжіння» (метод Мамдані). В процедурі дефазифікації можуть бути застосовані і інші методи. Для кожної вхідної змінної кількість термів обирається однаково і вона не повинна перевищувати 7.

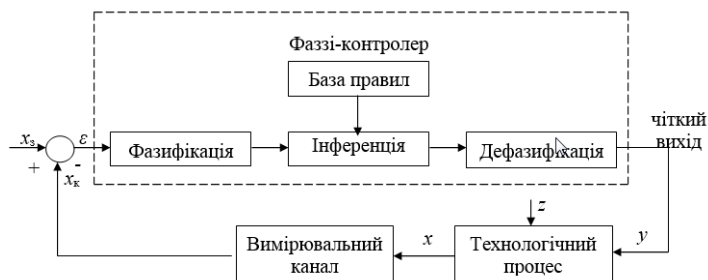


Рисунок 1 - Функціональна структура системи автоматичного керування з фаззі-контролером

Логічний висновок виконується у відповідності із співвідношенням

$$\mu_{X1 \text{ і } X2}(X) = \min \{ \mu_{X1}(X); \mu_{X2}(X) \}.$$

Для вирішення цієї задачі розглядається функціональна структура системи автоматичного керування з фаззі-контролером, яка наведена на рис.1. Сукупність правил P , які визначають алгоритм управління, що реалізується фаззі-контролером, має такий вигляд:

$$\text{ЯКЩО } X1 \text{ І } X2 \text{ то } Y; \text{ ЯКЩО } X1 \text{ АБО } X2 \text{ то } Y, \quad (1)$$

де $X1, X2$ – вхідні лінгвістичні змінні, Y – лінгвістична вихідна змінна, І, АБО – логічні оператори.

Кількість окремих правил P в базі правил визначається добутком

$$P = n \cdot m, \quad (2)$$

де n, m – кількість термів вхідних змінних $X1, X2$.

Для збереження простоти бази правил і наочності за умови збереження асоціативного закону

$$X1 \cap X2 \cap X3 \cap X4 = ((X1 \cap X2) \cap X3) \cap X4, \quad (3)$$

доцільно застосовувати ієрархічну структуру фаззі-контролера.

Отже, застосування фаззі-контролерів доцільно на об'єктах нафтогазової промисловості, оскільки керовані об'єкти, як правило, є нелінійними і керування ними здійснюється на базі досвіду.

Літературні джерела

1 Назаренко М.В. Теоретичні засади та принципи побудови моделей динамічних процесів та їх регуляторів: [монографія] / М.В.Назаренко. – Кривий Ріг: Діоніс (ФОП Чернявський Д.О.). – 2010. – 204 с.

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.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДИ УТВОРЕННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ ТА ЇХ СТРУКТУРУ

Кіліштов І. Р., Матеїк Г. Д.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
galyna.mateik@gmail.com, kafatp@ukr.net*

Будь-які зв'язки атомів, молекул або іонів здійснюються завдяки електричній взаємодії. На порівняно великій відстані між частинками домінують електричні сили притягання, а на малій відстані – різко зростає квантове відштовхування між частинками. Баланс між далекодіючим притяганням та короткодіючим відштовхуванням зумовлює основні властивості тих чи інших твердих речовин [1,2].

Кристали характеризуються майже ідеальною впорядкованістю внутрішньої будови. Характерним для кристалів є трансляційне впорядкування – елементарна комірка з кількох атомів нібито «нескінченно» транлюється в усіх напрямках, створюючи регулярну кристалічну решітку. Зовні кристали зазвичай обмежені плоскими поверхнями – гранями, які сходяться під строго визначеними кутами, рис. 1.

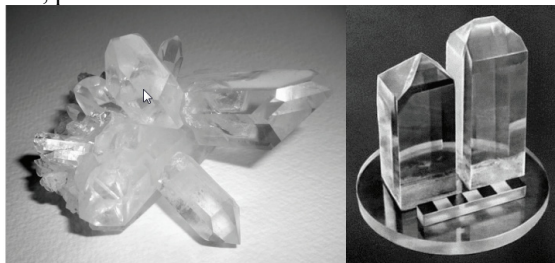


Рисунок 1 – Гексагональні кристали кварцу (а) та тетрагональні кристали KDP (б)

Фізика твердого тіла і нанофізика, як важливі частини фізики конденсованих середовищ, у технічному вузі є завершальною частиною курсу загальної фізики і спирається на знання, отримані студентами у попередніх розділах фізики. Місце фізики твердого тіла серед класичної механіки, квантової механіки і інших розділів фізики ілюструється на рис. 2.



Рисунок 2 – Схематичне зображення зв'язку різних областей фізики

Фізика твердого тіла досліджує природу утворення твердих тіл, їхню структуру (атомну й енергетичну) та основні фізичні властивості – електромагнітні, оптичні, теплові, механічні та ін. – які зумовлюють широке використання твердих тіл в електроніці, приладобудуванні, електротехніці та машинобудуванні. Тому й під час утворення твердого тіла, коли атоми наближаються один до одного, різноименні заряди притягуються, а однойменні – відштовхуються.

В основі класифікації твердих тіл на метали, діелектрики та напівпровідники лежить просторовий розподіл валентних електронів. Ілюстрацією може служити рис. 3, де наведені зображення хвильових функцій електронних рівнів у атомарному натрії й атомарному неоні. Хвильові функції зображені лише для двох атомів неону і двох атомів натрію; відстань між атомами дорівнює реальній відстані між найближчими сусідами у твердому тілі (3,1 Å у неоні, 3,7 Å у натрії).

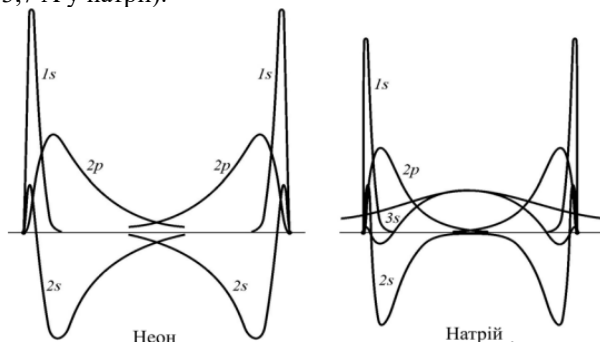


Рисунок 3 – Розраховані радіальні хвильові функції для неону $[1s^2 2s^2 2p^6]$ і для натрію $[1s^2 2s^2 2p^6 3s^1]$ (за Ашкрофтом і Мерміним)

Розподіл кристалів на класи припускає, що тверде тіло складається з: іонних залишків, тобто самих ядер і тих електронів, які настільки сильно зв'язані з ними, що інші іони і валентні електрони твердого тіла не можуть істотно змінити їх конфігурацію у порівнянні з атомною; валентних електронів, тобто електронів, розподіл яких у твердому тілі може істотно відрізнятись від конфігурації, що існує в ізольованому атомі.

Отже, в утворенні хімічних зв'язків основну участь беруть електрони валентних оболонок, тобто вклад валентних електронів в енергію утворення тіла з атомів є набагато більшим, ніж внесок електронів із внутрішніх оболонок.

Літературні джерела

1 Поплавко Ю.М. Фізика твердого тіла, том 1 Структура, квазічастинки, метали, магнетики: [навч. посібн.] / Ю.М.Поплавко. – Київ: НТУ «КПІ». – 2017. – 415с.

2 Turovska Liliia, Prokopiv Volodymyr, Mateik Halyna Quasichemical Modeling of Defect Subsystem of Tin Telluride Thin Films XIII Rzeszowska konferencja młodych fizyków. Rzeszów (Polska). 7-8 VI. 2018.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВЕЛИКИМИ АКУМУЛЯТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ

Є. В. Тисяк, Д. Ю. Лебедев

*НТУУ "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна,
bimeebim@gmail.com*

У сучасному світі технологій та енергетики акумуляторні батареї (далі АБ) відіграють ключову роль у забезпеченні стабільного та ефективного живлення для різних застосувань, включаючи електромобілі, відновлювану енергетику та резервні системи енергопостачання. Однак для досягнення максимальної ефективності, безпеки та тривалого терміну служби цих батарей необхідно мати ефективну систему управління. Системи управління батареями (Battery Management Systems, BMS) відіграють критичну роль у моніторингу, контролі та оптимізації роботи акумуляторів, забезпечуючи їх належне функціонування та запобігаючи можливим несправностям [1].

Вдосконалення систем управління великих акумуляторних батарей (далі ВАБ) є надзвичайно важливим завданням, яке потребує інтеграції передових технологій, інноваційних матеріалів та новітніх алгоритмів управління. Сучасні BMS не тільки контролюють заряд та розряд батареї, але й забезпечують її безпеку, здійснюють балансування заряду між окремими комірками, а також прогнозують залишковий термін служби акумулятора. Завдяки новітнім розробкам у галузі машинного навчання, Інтернету речей (IoT) та енергоменеджменту, системи управління батареями стають ще більш точними, надійними та інтегрованими з іншими енергетичними системами.

У контексті поточної ситуації в Україні, де часті відключення електроживлення стали звичайним явищем через війну[2], вдосконалення систем управління ВАБ набуває ще більшої актуальності. Перебої в енергопостачанні створюють значні труднощі для населення, інфраструктури та бізнесу, що робить необхідність в ефективних та надійних джерелах резервного живлення критично важливою. ВАБ можуть забезпечити безперебійне електроживлення в умовах нестабільності енергетичних мереж, але їхня ефективна робота залежить від сучасних та надійних систем управління. Вдосконалені BMS можуть не лише продовжити термін служби батарей та підвищити їхню ефективність, але й забезпечити стабільну роботу критично важливих об'єктів у надзвичайних умовах, тим самим сприяючи підвищенню енергетичної безпеки країни.

Цей вступ до теми вдосконалення систем управління ВАБ покликаний підкреслити важливість даного питання та окреслити основні напрями розвитку, які сприяють підвищенню ефективності, безпеки та надійності сучасних енергетичних рішень.

Систему управління ВАБ можна умовно розділити на дві логічні частини:

- Перша – це електрична принципова схема підключення всіх фізичних окремих компонентів, таких як транзистори, мікросхеми, акумулятори, трансформатори та інше.

- Друга частина – це фізична реалізація: компонування, трасування, способи з'єднання, способи виготовлення і тому подібне.
- Третя – це програмне забезпечення, яке і реалізує алгоритми балансування та іншого контролю ВАБ [3].

Ключові технічні рішення містить перша та третя частини.

Особливість першої частини – це використання незалежних модулів, кожен з яких містить схему індивідуального контролю кожного з акумуляторів. Умовна схема такого підключення:

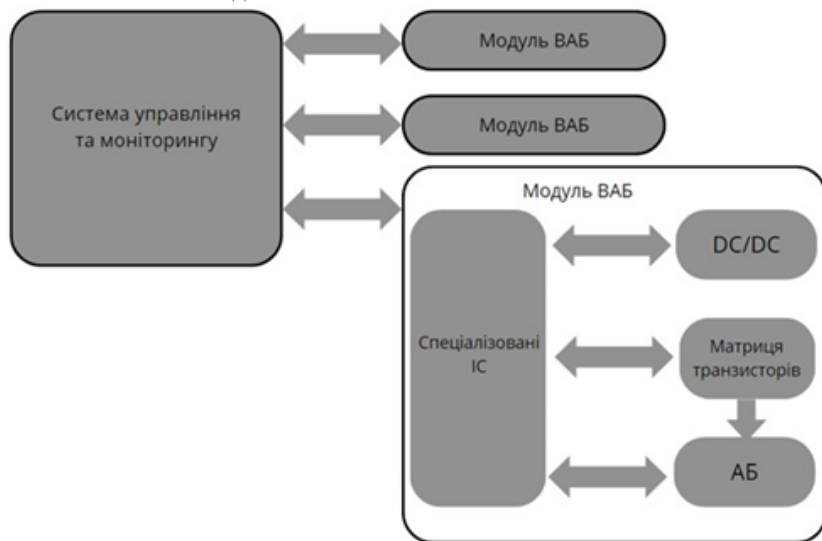


Рисунок 1 – Умовна схема вдосконаленої системи управління ВАБ

Зазначу, що стрілки на Рис. 1. позначають не напрямок передачі енергії чи інформації. Вони вказують на те, який компонент керує, а котрий підпорядковується.

Головний компонент третьої частини – це алгоритм контролю та балансування, що враховує не тільки базові показники акумулятора як напруга та температура, а ще і враховує його індивідуальні показники. До головних індивідуальних показників акумулятора можна віднести його внутрішній опір, який є функцією напруги та температури, а також його ємність. Ємність – можна уявити як функцію яка залежить від багатьох факторів, зокрема, від умов останнього заряду.

Врахування індивідуальних характеристик акумуляторів, очевидно, відчутно збільшить ефективність системи управління ВАБ. Наприклад, можна акумулятор з найменшою ємністю балансувати до напруги, що вища за напруги решти акумуляторів, це дозволить зменшити кількість циклів балансування. Також, можна заздалегідь передавати енергію з найємнішого акумулятора до найменш ємного, не чекаючи доки напруга на них почне сильно відрізнятись.

Наступними кроками даної наукової роботи – є створення конкретної електричної схеми, на базі наявних компонентів РЕА та розробка програмного забезпечення управління ВАБ за допомогою ефективних алгоритмів, що враховують індивідуальні характеристики кожного акумулятора.

Для розробки може бути створений фізичний макет чи ПЗ, щоб симулювати систему управління ВАБ та саму ВАБ.

Літературні джерела

1. Battery management system. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BMS> (дата звернення: 028.06.2024). - Назва з екрана.

2. War crimes in the Russian invasion of Ukraine. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/War_crimes_in_the_Russian_invasion_of_Ukraine (дата звернення: 028.06.2024). – Назва з екрана.

3. What Is Battery Management Software. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.aptiv.com/en/insights/article/what-is-battery-management-software> (дата звернення: 028.06.2024). - Назва з екрана.

4. Preventing Catastrophe: Top BMS Failure Problems & Solutions. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://harveypoweress.com/top-bms-failure-problems-and-solutions/> (дата звернення: 028.06.2024). – Назва з екрана.

5. Future of Battery Management System For Electric Vehicle. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bacancysystems.com/blog/battery-management-system-for-electric-vehicle> (дата звернення: 028.06.2024). – Назва з екрана.

УДК 621.317

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ У СЕНСОРНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ

М.М. Мигаль, П.Р. Гамула

НУ «Львівська політехніка», Львів, Україна, tykhailo.m.myhal@lpnu.ua

Високоентропійні сплави (ВЕС) стали об'єктом інтенсивних досліджень у галузі матеріалознавства. Багатокомпонентний склад цих матеріалів забезпечує виняткові фізико-хімічні характеристики. Завдяки своїй конфігураційній ентропії, сплави демонструють чудову стійкість до високих температур, корозії, а також відмінні електрохімічні та магнітні властивості [1]. Це надає їм великі переваги у використанні в сенсорних системах. Сенсорні системи є важливим компонентом сучасних технологій. Їх ефективність і надійність значною мірою залежать від якості матеріалів, з яких виготовлені сенсори. Традиційні матеріали, мають низку обмежень щодо високих температур, механічної міцності та стійкості до корозії. Натомість ВЕС відкривають нові можливості для розробки сенсорів, здатних працювати у складних умовах і забезпечувати високу точність вимірювань [2].

ВЕС мають низку унікальних властивостей, що роблять їх перспективними для застосування в сенсорних системах різного типу:

1. Термічна стабільність. Однією з ключових характеристик ВЕС є їхня здатність зберігати стабільність при екстремально високих температурах. Це дозволяє їх використання в термосенсорах і термопарах, де традиційні матеріали, втрачають свої властивості. ВЕС на основі MoNbTaVW демонструють термостабільність при температурах до 1600°C , що значно перевищує можливості звичайних матеріалів [2].

2. Механічна міцність і стійкість до корозії. ВЕС демонструють виняткову механічну міцність і зносостійкість, що дозволяє використовувати їх у сенсорах для моніторингу тиску та механічних навантажень. Завдяки цим властивостям ВЕС можуть бути застосовані в промислових і аерокосмічних сенсорах, де механічна надійність є критично важливою. Висока стійкість до корозії робить ці сплави ідеальними для використання в агресивних середовищах, таких як морська вода або хімічні реагенти.

3. Електрохімічні властивості. Сплави на основі TiZrCrVNi показали високу чутливість до газоподібних речовин, таких як оксид азоту (NO_2), що робить їх ефективними у газових детекторах для моніторингу якості повітря та контролю промислових викидів [3]. Завдяки можливості створення наночастинок на основі ВЕС, такі сенсори мають високу чутливість і швидкий час відгуку, що є важливим для своєчасного виявлення небезпечних речовин.

4. Магнітні властивості. ВЕС демонструють покращені магнітні характеристики. Сплави FeCoNi мають чудове магнітне насичення та низьку коерцитивну силу, що дозволяє використовувати їх в сенсорах для моніторингу магнітних полів у різних галузях. Ці властивості дозволяють розробляти нові типи сенсорів для магнітної діагностики або магнітного зондування [1].

Незважаючи на значний потенціал ВЕС, існують певні виклики при їх використанні в сенсорних системах:

1. Складність виробництва. Виробництво ВЕС є технічно складним процесом, який вимагає високої точності та контролю над складом. Технології, такі як порошкова металургія або вакуумно-дугове плавлення, потребують значних ресурсів і часу, що збільшує вартість виготовлення сенсорів на основі ВЕС. Крім того, існують проблеми з рівномірністю розподілу компонентів у сплаві, що може вплинути на стабільність його властивостей [1].

2. Нестабільність в умовах забруднень. Деякі ВЕС є чутливими до забруднень, особливо під час виробництва. Навіть незначні домішки кисню або азоту можуть впливати на структуру сплаву, знижуючи його механічні або електрохімічні властивості. Це вимагає використання високоякісних матеріалів і суворого контролю над виробничими процесами [2].

Застосування ВЕС може суттєво покращити точність і надійність сенсорів для моніторингу фізичних параметрів у промислових, енергетичних, медичних і екологічних системах. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію технологій виготовлення ВЕС та розробку нових підходів до їх інтеграції у різні сенсорні платформи.

Літературні джерела

1. Kambarov, Y., Uazyrkhanova, G., Rutkowska-Gorczyca, M., & Kussainov, A. "Overview of the high-entropy alloys concept." NNC RK Bulletin, 2023, pp. 25-39.
2. Wang, Z., & Zhang, S. "Research and Application Progress of High-Entropy Alloys." Coatings, 2023, vol. 13, p. 1916.
3. Jishnu, V., Mishra, S.S., Thomas, S.P., Tiwary, C.S., Biswas, K., & Kamble, V. B. "Highly sensitive and selective triethylamine sensing through high-entropy alloy (Ti-Zr-Cr-V-Ni) nanoparticle-induced fermi energy control of MoS₂ nanosheets." ACS Applied Materials & Interfaces, 2022, vol. 14(14), pp. 13653–13664.

УДК 532.6.08

**МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ
ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ****В. Б. Білишчук, А. В. Ткачук***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, Viktor.Bilishchuk@nuing.edu.ua*

Для дослідження міжфазного натягу рідин у різних технологічних процесах нафтопереробної, хімічної, побутової, нафтовидобувної та ін. галузей використовують прилади, в яких заповнену скляну трубку досліджуваними рідинами приводять в обертання за допомогою електродвигуна. До системи керування швидкістю обертання вала двигуна в таких приладах висувають високі вимоги щодо точності і стабільності підтримування сталої швидкості обертання двигуна в широкому діапазоні значень (від 1000 до 10000 об/хв).

На кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій здійснюється робота щодо вдосконалення раніше розробленого приладу для вимірювання міжфазного натягу рідин з використанням дискретного ПІД регулятора для регулювання і стабілізації швидкості обертання вала двигуна, що має покращити характеристики розробленого приладу. Для цього використовують віртуальне моделювання схеми керування електродвигуном, що полегшує і прискорює процес розробки такого ПІД регулятора. Також для проектування ПІД-регулятора електродвигуна необхідно дослідити характеристики і створити модель застосованого електродвигуна в приладі.

В приладі для дослідження міжфазних характеристик рідин пропонується використати електродвигун типу 775. Він при живленні напругою 12 В забезпечує швидкість обертання вала 12500 об/хв без навантаження, що цілком задовольняє його вибір для застосування в приладі. Виробником зазначені інші характеристики: струм зупину вала 20,6 А, крутний момент зупину 0,466 Н·м, параметри під навантаженням крутним моментом 61 мН·м – струм 4,2 А при швидкості обертання вала 5240 об/хв [1].

Для створення моделі двигуна використаємо його передавальну характеристику в загальному вигляді:

$$\Omega(s) = K_T \frac{1}{L_a s + R_a} \frac{1}{J_m s + B_m}$$

де K_T – конструктивний коефіцієнт двигуна, L_a , R_a – індуктивність і опір якірного ланцюга, J_m – момент інерції на валу двигуна, B_m – тертя в підшипниках двигуна.

Надані характеристики виробником двигуна дозволяють розрахувати K_T , L_a і R_a , але не дозволяються отримати інерційні характеристики двигуна. Цей параметр визначається як інерцією рухомих деталей самого двигуна так і деталей, які двигун приводить в рух. Інерцію рухомих деталей можна розрахувати аналітично або моделюванням методом кінцевих елементів у відповідному програмному забезпеченні. Так як тривимірна модель приладу була побудована при його розробці, тому було обрано метод моделювання. Момент інерції J_m було отримано з побудованої тривимірної моделі ротора двигуна з насадженням на вісь патроном у програмі Solidworks. Ця програма дозволяє розраховувати моменти інерції тривимірних моделей відносно осей. Для отримання B_m було побудовано структурну схему двигуна згідно передавальної характеристики (рис. 1) в програмі Proteus. Задавши значення $\tau=0$ в блоці LP2 можна визначити B_m як відношення сигналів на виході і вході цього блоку $S2(OUT)/LP2(OUT)$ а τ розрахувати з виразу $\tau=J_m/B_m$. Таким чином отримано всі параметри моделі електродвигуна, які можна використовувати для проектування ПД регулятора приладу. В подальшому передбачається використати розроблену модель двигуна для розроблення дискретного ПД регулятора в програмі Proteus.

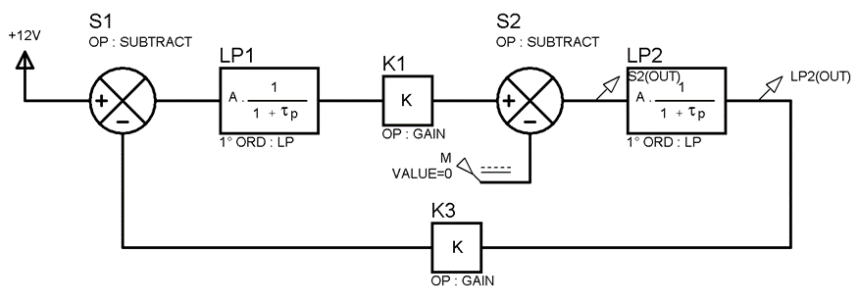


Рисунок 1 – Структурна схема моделі електродвигуна

Запропонована модель електродвигуна буде використана у віртуальній моделі ПД регулятора для визначення його регулювальної функції моделюванням в програмі Proteus. В роботі було продемонстровано використання віртуального моделювання на комп'ютері для розробки блоків приладу.

Літературні джерела

1. Motor-775-12V-12500rpm [Онлайн]. Доступно: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/Motor-775.pdf> (дата звернення: 30.10.2023).

КОМПЛЕКСНИЙ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

В. М. Козут, Л. А. Витвицька

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, Україна, l.vytvytska@gmail.com

Контроль якості лакофарбових матеріалів повинен бути впроваджений у всіх технологічних процесах, оскільки довговічність антикорозійних покриттів багато в чому визначається якістю фарби, способом нанесення і матеріалом поверхні, що фарбується. Незалежно від складу, всі фарби та інші декоративні покриття мають ряд критеріїв, яким вони повинні відповідати [1]. До них відносяться легкість, простота в догляді, здатність витримувати сухе і вологе прибирання, екологічність і простота нанесення. Окрім цих якостей, до багатьох видів матеріалів висуваються додаткові вимоги, такі як висока стійкість до стирання в місцях частого використання, вологостійкість при застосуванні у ванних кімнатах, кухнях тощо.

Окрім експлуатаційних характеристик фарби, на вибір покупця також сильно впливають декоративні властивості фарби, такі як колір, фактура і блиск, а також вартість фарби.

Наразі кожна властивість фарби - колір, відтінок, в'язкість та довговічність – визначається окремим методом, що потребує значної кількості часу та громіздких процесів контролю якості. Тому виникає необхідність об'єднати більшість окремих показників і використовувати якийсь комплексний показник якості, який би дозволив здійснювати однозначний контроль якості конкретної фарби за короткий час і, відповідно, з меншою складністю. З цією метою необхідно розглянути основні показники якості лакофарбових матеріалів та вимоги до них.

Для отримання лакофарбових покриттів з відмінною хімічною і атмосферостійкістю, хорошими декоративними і захисними властивостями і тривалим терміном служби необхідна спеціальна підготовка оброблюваної поверхні, відповідний підбір ґрунтовки, лакофарбових матеріалів, технології фарбування і сушіння. Контроль якості також дуже важливий під час виробництва та відвантаження готової лакофарбової продукції, а також під час її використання для фарбування виробів.

Кількісний склад лакофарбових матеріалів визначають за допомогою оптичних аналізаторів. Принцип дії оптичних аналізаторів оснований на коефіцієнтах заломлення і відбиття та залежності оптичної концентрації від концентрації компонента, що визначається. Метод оснований на тому, що ступінь поглинання світла залежить від концентрації і складу рідини.

Колір рідини визначають фотометричним методом. Фотометричний метод передбачає хімічну реакцію, вході якої компонент, що нас цікавить, перетворюється на сполуку, а кількість цього компонента визначається шляхом вимірювання ступеня поглинання світлових променів розчином цієї сполуки. Оптична густина пропорційна концентрації речовини в розчині. Інтенсивність

забарвлення розчину використовується для визначення концентрації компонента візуально або за допомогою фотоелемента.

Фотоелектричні колориметри вимірюють концентрацію у видимій області спектра. Для цього в якості джерела випромінювання використовують лампи розжарювання. Чутливість вимірювання підвищується завдяки використанню світлофільтрів. Інтенсивність потоку в колориметр і реєструється за допомогою різних типів фотоелементів і фоторецепторів, наприклад, фоторезисторів.

Показник заломлення аналізованої речовини визначається методами рефракційного аналізу, які залежать від її складу, тобто співвідношення компонентів. Коли світлові промені потрапляють на межу розділу фаз, вони частково відбиваються, а частково заломлюються.

Якість покриття також можна визначити за ступенем змочування ним твердих поверхонь. При цьому . Для нанесення фіксованої кількості фарби використовується шприц-поршнева система і визначається швидкість зміни площі розтікання фарби за зміною інтенсивності кольору. При недостатньому змочуванні відбувається різке падіння інтенсивності колірності в центрі плями, тобто у місці крапельного нанесення фарби. Контроль повинен проводитися при постійній температурі фарби і поверхні, що тестується ($20 \pm 2^\circ\text{C}$). Зображення плями визначається роздільною здатністю камери, яка визначається кількістю пікселів.

Літературні джерела

1. ДСТУ ISO 12944-2019 Фарби та лаки. Захисні лакофарбові системи.

УДК 621.316

РОЗРОБКА СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДВОКОНТУРНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

В. І. Нагірний, І. С. Ліхновський

Національний університет «Львівська політехніка»,

79013, м. Львів. вул. Степана Бандери, 12, vasyli.nahirnyi@lpnu.ua, i.hor.s.likhnovskiy@lpnu.ua

Сучасні двоконтурні системи опалення вимагають високого рівня надійності для забезпечення стабільної та безперебійної роботи. У зв'язку з цим, розробка сучасних методів діагностики сенсорних мереж є важливим напрямком досліджень, оскільки вона дозволяє підвищити точність і своєчасність виявлення несправностей у системах теплопостачання.

Двоконтурні системи опалення, які використовуються для забезпечення теплопостачання та підігріву води для побутових потреб, є важливими елементами інфраструктури сучасних житлових і промислових будівель. Вони мають високу ефективність, але вимагають регулярної діагностики для забезпечення безперебійної роботи, особливо в зимовий період, коли будь-яка поломка може призвести до значних втрат тепла та дискомфорту для

користувачів. Сучасні сенсорні мережі, які використовуються для моніторингу параметрів роботи цих систем, відіграють ключову роль у забезпеченні стабільної роботи теплогенераторів, що працюють на природному газі [1].

Технічний прогрес, зокрема розвиток мікропроцесорних технологій і бездротових сенсорних мереж, суттєво змінив підхід до керування двоконтурними системами опалення. Сучасні сенсори здатні надавати дані про температурні показники, тиск, витрату газу та якість горіння в реальному часі. Інтеграція цих сенсорних мереж із системами інтернету речей (IoT) дозволяє забезпечити віддалений контроль за системами опалення, що значно підвищує їхню ефективність та безпеку [2].

Сучасні сенсорні мережі у системах опалення стикаються з кількома викликами. По-перше, вони повинні працювати у режимі реального часу для забезпечення швидкого виявлення несправностей. По-друге, сенсори повинні бути достатньо точними для ідентифікації аномалій, таких як перегрів, недостатній тиск чи порушення в роботі теплообмінника. Точність вимірювань, своєчасність передачі даних і стійкість до зовнішніх перешкод — це критичні фактори, від яких залежить надійність роботи всієї системи. Важливо також забезпечити надійне енергопостачання сенсорних вузлів, оскільки в разі виходу з ладу будь-якого сенсора можливі затримки в реакції на неполадки [3].

Значною проблемою також є інтеграція сенсорних мереж з іншими кліматичними системами, такими як системи вентиляції та кондиціонування. Це дозволить створити єдину систему моніторингу та контролю для всіх елементів кліматичного контролю будівлі. Однак на сьогоднішній день існуючі методи діагностики мають ряд обмежень, таких як недостатня чутливість сенсорів та затримка у передачі даних, що може призвести до неповної або несвоєчасної реакції системи на можливі неполадки [4].

Для вдосконалення існуючих методів діагностики пропонується використовувати підхід, заснований на багаторівневому моніторингу. Основою цього підходу є сенсорні мережі, які здатні працювати у розподіленому режимі, передаючи дані про стан системи в центральний блок керування. Крім того, застосування сучасних спектроскопічних сенсорів дозволяє виявляти зміни у спектрі теплового випромінювання в камері спалювання, що може свідчити про аномалії у роботі пальника [3]. Ці сенсори дозволяють підвищити точність контролю за процесом горіння і водночас знизити споживання газу за рахунок оптимізації паливно-повітряної суміші. Також пропонується застосування аналізу шуму під час руху теплоносія у теплообміннику для оцінки його стану. Це дозволить не лише вчасно виявляти відкладення карбонатів на стінках, а й контролювати рівень гідравлічного опору у системі, що є критично важливим для забезпечення стабільної роботи теплообмінника.

Впровадження сучасних методів діагностики сенсорних мереж двоконтурних систем опалення дозволяє підвищити надійність та точність роботи систем. Використання розподілених сенсорних мереж та спектроскопічних методів діагностики створює нові можливості для покращення ефективності теплогенераторів, що працюють на природному газі.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення алгоритмів обробки даних та інтеграцію цих систем з іншими елементами кліматичного контролю. Важливим напрямком є розробка автономних сенсорних вузлів з мінімальним енергоспоживанням, що дозволить підвищити надійність сенсорних мереж та зменшити витрати на їх обслуговування.

Літературні джерела

1. Vujovic, V., & Maksimovic, M. "Raspberry Pi as a Wireless Sensor Node: Performances and Constraints." *Computers and Electrical Engineering*, 2015, vol. 44, pp. 153-171. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2015.01.017>.
2. Sezer, O. B., Dogdu, E., & Ozbayoglu, A. M. "Context-Aware Computing, Learning, and Big Data in Internet of Things: A Survey." *IEEE Internet of Things Journal*, 2018, vol. 5(1), pp. 1-27. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2773600>.
3. Schwaiger, B., & Koller, M. "On-Site Measurements and Modelling of Condensing Boiler Efficiency: Results From a Pilot Project in Austria." *Energy Procedia*, 2016, vol. 95, pp. 417-425. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.084>.
4. Weber, R. "Spectroscopic Gas Sensors for Monitoring Combustion Processes." *Journal of Combustion Science and Technology*, 2021, vol. 23, pp. 58-65. <https://doi.org/10.1080/10407791.2021.1876834>.

УДК 681.12

МЕТРОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АСПІРАЦІЙНОГО ПСИХРОМЕТРА АССМАНА

Н. М. Піндус, О. Б. Барна С. В. Маланчук

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

Методи та прилади для вимірювання вологості, що розглянуто в роботі, класифікуються на: волосяний гігрометр, гігрометр парової рівноваги (камери роси), психрометр, аспіраційний психрометр Ассмана, слінг психрометра (вихровий психрометр), нагрітий психрометр.

Досліджено джерела похибок вимірювання вологості, а саме:

- Модифікація зразка повітря наприклад нагрівом чи водяним паром.
- Забруднення сенсора.
- Помилка повірки, включаючи повірку тиску, температурного коефіцієнту сенсора та електронний інтерфейс.
- Неналежна обробка фази вода-лід.
- Неналежна реєстрація результатів вимірювання [1].

З метою реалізації поставленого завдання досліджень проаналізовано роботу аспіраційного психрометра Ассмана. Два термометра, закріплені вертикально один біля одного в оббитій хромом або нікелем металевій рамці, з'єднані вентиляційними каналами до аспіратора. Аспіратор працює завдяки пружині або електричному двигуну. Один термометр покритий мусліновим

гнітом, що перед використанням змочений дистильованою водою. Кожен термометр розташований всередині пари коаксіальних металевих труб, котрі відшліфовані всередині та зовні і захищають термометри від зовнішнього теплового випромінювання. Труби термічно ізолювані одна від одної.

При обертанні вентилятора в прилад всмоктується повітря, яке обтікає резервуари термометрів, проходить по трубці повітря до вентилятора і викидається назовні через прорізи в аспіраційній головці. Психрометри застосовуються у метеослужбі та інших галузях народного господарства [2].

Результати метрологічних досліджень проілюстровано на причинно-наслідковій діаграмі та розрахованому і невизначеності вимірювання вологості за допомогою аспіраційного психрометра [3].



Рисунок 1 – Діаграма Іскави

Таблиця 1 - Бюджет невизначеності вимірювання вологості за допомогою аспіраційного психрометра

Джерело невизначеності	Тип оцінки	Відносна стандартна невизначеність вимірювання, %
Клас точності приладу та інструментальна похибка	В	-0,014;
Процес провітрювання приміщення у котрому проводився експеримент	А	-0,022; -0,044;
Процес активного зволоження приміщення	А	-0,028; -0,053;
Зняття показів з іншого кута огляду	А	-0,03; -0,088;

Розраховано сумарну стандартну невизначеність при проведенні процесу вимірювання, що становить:

$$T1 = 21.5 \pm 0.101 \text{ при } P = 0.95,$$

$$T1 = 20 \pm 0.222 \text{ при } P = 0.95.$$

Літературні джерела

1. Чеховський С.А., Петришин І.С., Піндус Н.М., Ващишак С.П., Кононенко М.А. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості. Навчальний посібник. -Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010 - 534с.

2. Guide to Instruments and Methods of Observation, Geneva, World meteorological organization, 2014 - 1177с. <https://library.wmo.int/idurl/4/41650>.

3. Поджаренко В. О., Васілевський О. М., Кучерук В. Ю. Опрацювання результатів вимірювань на основі концепції невизначеності. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2008.-128с.

УДК 006.91:681.121

РОЗРОБЛЕННЯ НАПРЯМІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПЕРЕВІРОЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВОДИ

О. М. Уколов, О. Є. Середюк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, mivt@nuing.edu.ua

Автоматизовані перевірочні установки (АПУ) є сучасним метрологічним обладнанням, призначеним для перевірки лічильників води. Вони дозволяють значно скоротити час і витрати на проведення цієї процедури, забезпечуючи при цьому необхідну точність вимірювань, яка регламентована відповідними нормативними документами [1].

Принцип роботи автоматизованої перевірочної установи полягає на порівнянні показів досліджуваного лічильника з показами еталонного витратоміра (лічильника) або вагового пристрою.

Метою роботи є викладення напрямків модернізації автоматизованих перевірочних установок для перевірки лічильників води.

При виборі напрямку модернізації необхідно враховувати такі фактори:

- поточний стан АПУ;
- вимоги нормативних документів;
- бюджет проекту;
- перспективи розвитку метрологічної служби.

Основні напрямки при модернізації автоматизованих перевірочних установок є такими:

1. Оновлення програмного забезпечення:

- забезпечує підвищення точності розрахунків і обчислень. Впровадження досконаліших алгоритмів обробки даних, що враховують особливості різних типів лічильників та умов експлуатації;

- розширення функціоналу шляхом додавання нових функцій, таких як автоматичне розпізнавання типів лічильників, дистанційний контроль та керування, інтеграція з інформаційними системами підприємства;

- поліпшення інтерфейсу користувача шляхом створення більш інтуїтивно зрозумілого та зручного інтерфейсу для оператора.

2. Заміна застарілих компонентів і вузлів АПУ:

- еталонні витратоміри. Заміна на більш сучасні моделі з підвищеною точністю та розширеним діапазоном вимірюваних витрат;

- давачі. Оновлення давачів тиску, температури та інших параметрів для підвищення точності вимірювання;

- комп'ютерне та периферійне обладнання. Заміна на більш швидкодіючі моделі із сучасними операційними системами.

3. Впровадження нових технологій:

- застосування штучного інтелекту. Використання нейронних мереж для аналізу даних та підвищення точності вимірювань, а також автоматичної діагностики несправностей;

- застосування хмарних технологій. Зберігання та обробка великих обсягів даних на віддалених серверах, забезпечення доступу з будь-якої точки світу;

- Інтеграція з сучасними інформаційно-обчислюваними технологіями. Підключення АПУ до інтернет-речей для віддаленого моніторингу та керування, збору даних про роботу обладнання.

4. Підвищення продуктивності градуально-повітряних операцій:

- паралельна обробка даних. Збільшення швидкості проведення перевірок за рахунок паралельної обробки даних кількох лічильників;

- автоматизація ручних операцій. Мінімізація участі оператора в процесі перевірки для зниження ймовірності помилок та підвищення продуктивності установки.

5. Забезпечення безпеки:

- захист від несанкціонованого доступу. Впровадження систем захисту інформації для запобігання несанкціонованому доступу та керування системою;

- забезпечення надійності. Підвищення надійності роботи АПУ за рахунок резервування ключових компонентів та використання стійких до відмови технологій.

Застосування штучного інтелекту при модернізації АПУ

Застосування штучного інтелекту (ШІ) в автоматизованих перевіряючих установках (АПУ) відкриває нові перспективи підвищення точності, ефективності і функціональності цих систем. Штучний інтелект дозволяє автоматизувати багато рутинні операції, покращити якість аналізу даних та приймати більш обґрунтовані рішення.

Основні напрямки застосування штучного інтелекту в АПУ:

- аналіз даних та розпізнавання образів шляхом автоматичного розпізнавання типу лічильника. ШІ може аналізувати зображення або відео потоки з камери, встановленої на АПУ, для автоматичного визначення типу та моделі лічильника. Це дозволяє оптимізувати процес перевірки та знизити ймовірність помилок.

- виявлення аномалій у даних. Алгоритми машинного навчання можуть виявляти відхилення у показках лічильників, які можуть свідчити про несправності чи маніпуляції;

- прогнозування терміну служби лічильників. На основі історичних даних та характеристик лічильника ШІ може прогнозувати, коли буде потрібна наступна перевірка або заміна;

- оптимізація процесу перевірки. Вона передбачає адаптивне калібрування. Штучний інтелект може автоматично налаштовувати параметри перевірки залежно від умов експлуатації та характеристик лічильника. Також може реалізовуватися оптимізація послідовності операцій. Алгоритми планування можуть визначати оптимальну послідовність операцій підвищення продуктивності АПУ.

- поліпшення якості обслуговування шляхом здійснення прогнозного обслуговування. ШІ може передбачати відмови компонентів АПУ та планувати профілактичне обслуговування;

- віртуальний помічник. Чат-боти на основі ШІ можуть надавати користувачам інформацію про стан АПУ, відповідати на запитання та надавати технічну підтримку.

- підвищення безпеки експлуатації шляхом детекції вторгнень. ШІ може виявляти спроби несанкціонованого доступу до системи та запобігати їм. Також ШІ може здійснювати моніторинг фізичної безпеки. Системи комп'ютерного зору на основі ШІ можуть контролювати доступ до АПУ та виявляти підозрілу активність.

Приклади конкретних застосувань штучного інтелекту в АПУ:

- аналіз вібрацій. ШІ може аналізувати вібрації насосів та інших механізмів для раннього виявлення несправностей;

- розпізнавання акустичних сигналів. ШІ може аналізувати звукові сигнали, що виникають під час роботи лічильників, виявлення витоків чи інших проблем;

- обробка природної мови. Чат-боти на основі ШІ можуть відповідати на запитання користувачів природною мовою, надаючи інформацію про стан АПУ та результати перевірки.

Модернізація АПУ – це інвестиція у майбутнє, яка підвищить ефективність роботи метрологічної служби та забезпечить високу якість послуг.

Літературні джерела

1. ДСТУ OIML D 23:2008 Метрологія. Принципи метрологічного контролю обладнання для повірки (OIML D 23:1993, IDT).

УДК 006.91:681.121

МЕТОДИКА КАЛІБРУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ

Р. І. Гураль, І. П. Романський, М. В. Кодря

ДП «Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації», 76007, м. Івано-Франківськ, вул. Вовчинецька, 127, roman16304@gmail.com

Робота присвячена розробленню практичних рекомендацій щодо калібрування ультразвукових діагностичних апаратів, формування бюджету та оцінювання невизначеності результатів вимірювання.

Основним завданням калібрувальних лабораторій, які відповідають вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025 [1], є забезпечення єдності вимірювання та метрологічної простежуваності результатів вимірювання під час калібрування засобів вимірювальної техніки, що в свою чергу є неможливим без застосування методик калібрування.

Під час калібрування ультразвукових діагностичних апаратів за допомогою фантома ультразвукового визначають відхилення показів вимірювання лінійних розмірів у горизонтальній площині, вимірювання лінійних розмірів у вертикальній площині, перевірка роздільної здатності в горизонтальній

площині, перевірка максимальної глибини зондування, вимірювання зони нечутливості.

Максимальна глибина зондування визначається шляхом вимірювання відстані від робочої поверхні ультразвукового перетворювача до максимально віддаленого по глибині відбивача, спостереження якого чітко можливо на екрані монітора. Максимальна глибина зондування повинна залишатися постійною в часі.

Роздільна здатність в горизонтальній площині характеризує здатність ультразвукового діагностичного апарата фіксувати малі об'єкти в площині, перпендикулярній ультразвуковому променю. Роздільна здатність в горизонтальній площині приблизно дорівнює ширині ультразвукового променя і змінюється в залежності від глибини, фокусування і настроювання ультразвукового діагностичного апарата.

Значення роздільної здатності в горизонтальній площині дорівнює найменшій віддалі між двома мішенями групи мішеней для визначення роздільної здатності в горизонтальній площині, що візуалізуються роздільно. Зона нечутливості визначається як глибина на якій найближча мішень фіксується на екрані.

Значення зони нечутливості дорівнює віддалі до найближчої мішені групи мішеней для визначення зони нечутливості, що чітко візуалізується на екрані.

Вимірювання лінійних розмірів.

Встановити ультразвуковий перетворювач на фантом. Налаштувати масштаб, фокус та підсилення ультразвукового діагностичного апарата, для чіткої візуалізації зображення. Виконати вимірювання віддалі між двома сусідніми відбивачами у ближній зоні. Зняти ультразвуковий перетворювач з фантома і встановлюючи його повторно на фантом здійснити 10 разів вимірювання відстані між двома сусідніми відбивачами у ближній зоні. Повторити вимірювання відстані 50 в ближній зоні, вимірювання відстані 20 мм в дальній зоні та вимірювання відстані 100 мм в дальній зоні.

Для побудови модельного рівняння ідентифікуємо основні істотні джерела невизначеності вимірювання. З врахуванням цих джерел модельне рівняння набуде наступного вигляду:

$$\Delta D = \bar{D} - D_{md} + \delta D_{md} + \delta d \quad (1)$$

Розрахунок невизначеності вимірювань проводиться відповідно до вимог ISO GUM [2], EA-4/02 [3].

Розширена невизначеність вимірювання U обчислюється за формулою:

$$U = k \cdot u_c \quad (2)$$

де: k - коефіцієнт, який вказує, що для нормального розподілу довірчі межі невизначеності становлять 95 %, $k=2$;

u_c - сумарна стандартна невизначеність, що враховує вплив вхідних величин.

$$u_c = \sqrt{u_D^2 + u_{D_{md}}^2 + u_d^2} \quad (3)$$

Невизначеність результатів вимірювання оцінюється за типом *A*:

$$u_D = c_D \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

Невизначеність зчитування показів, пов'язана з дискретністю показів ультразвукового діагностичного апарата, оцінюється за типом *B* і обчислюється за формулою:

$$u_d = c_d \frac{d}{2\sqrt{3}} \quad (5)$$

Стандартна невизначеність еталону міри акустичної довжини обчислюється за формулою:

$$U_{Dmd} = \frac{Umd}{2} \quad (6)$$

Літературні джерела

1. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). Національний стандарт України. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
 2. ISO GUM «Настанова щодо виразу невизначеності вимірювань».
 3. EA-4/02 M:2021 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration.
- Date of Implementation. 05.11.2021. – EA Laboratory Committee, 2021- 78 p.

УДК 006.91:681.518

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО КОДУВАННЯ ПРИ ПЕРЕДАВАННІ СИГНАЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ

М. М. Труфан, О. Є. Середюк

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, 76019 вул.Карпатська,15, Україна, tykhailo.trufan-a175-23@nuing.edu.ua

У сучасному світі інформаційно-вимірювальних технологій телеметричне управління є складною багатоцільовою задачею керування, яка вимагає надійного та ефективного зв'язку між різними системами та пристроями. Це особливо важливим є для інтелектуальних систем телеметричного контролю показників середовища, що забезпечують збір та передачу важливих даних для прийняття рішень. В цьому контексті просторово-часове кодування сигналів (Spatial-temporal coding) виявляється досить обіцяючою технологією, яка може забезпечити надійну передачу даних у віддалених системах [1].

Просторово-часове кодування відноситься до методів передачі даних, які використовують одночасно просторові та часові ресурси для підвищення пропускної здатності та надійності комунікаційних систем. Цей підхід

базується на використанні багатоканальності та розширення часової області передачі сигналу. У просторово-часовому кодуванні дані розділяються на кілька потоків і передаються одночасно за допомогою різних антен або каналів. Просторово-часове кодування має кілька переваг у порівнянні з традиційними методами передачі даних.

Для застосування просторово-часового кодування в інтелектуальних системах телеметричного контролю середовища пропонується застосовувати просторово-часові блочні коди (STBC). Один із найвідоміших STBC — це коди Alamouti [2]. Вони дозволяють передавати два символи з двох антен в один час, що зменшує вплив затухання та шуму.

Математична модель у вигляді матриць, які представляють символи, що передаються через антену в різні моменти часу описана нижче.

Нехай S_1 і S_2 — це символи, які потрібно передати. Тоді сигнал, що передається через дві антени, можна представити у вигляді матриці (1).

$$X \equiv \begin{bmatrix} S_1 & S_2 \\ -S_2^* & S_1^* \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де $-S_2^*$ та S_1^* - комплексно спряжені значення символів.

На приймальному кінці, сигнал, що отримується від двох антен Y , опишемо формулою (2):

$$Y \equiv \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_1 & h_2 \\ h_3 & h_4 \end{bmatrix} * X + N, \quad (2)$$

де h_1, h_2, h_3, h_4 – коефіцієнти каналу;

N = вектор шуму.

Спеціальний алгоритм, який враховує отримані сигнали і коефіцієнти каналу, що дозволяє компенсувати вплив затухання та шуму:

Отримання сигналу:

$Y = [Y_1, Y_2]$;

Визначення коефіцієнтів каналу:

$H = [[h_1, h_2], [h_3, h_4]]$

На приймачі, з отриманими сигналами Y_1, Y_2 від антен, використаємо ці ж матричні принципи для відновлення символів:

$$\hat{S}_1 = \frac{1}{2}(h_1^* Y_1 + h_3^* Y_2) \quad \&\& \quad \hat{S}_2 = \frac{1}{2}(h_2^* Y_1 + h_4^* Y_2).$$

Відновлюємо символи:

$$S1_hat = (h1_conjugate * Y_1 + h3_conjugate * Y_2) / 2$$

$$S2_hat = (h2_conjugate * Y_1 - h4_conjugate * Y_2) / 2$$

Декодуємо символи:

$$S1_decoded = \text{Decode}(S1_hat)$$

$$S2_decoded = \text{Decode}(S2_hat).$$

Описаний нами алгоритм відновлення даних для коду Alamouti можна адаптувати для інших типів кодів корекції помилок. Аналіз математичних моделей та алгоритмів відновлення даних, зокрема коду Alamouti, демонструє їх потенціал у зменшенні впливу шуму та затухання. Використання методу

подвійного контролю – одночасної передачі сигналів через дві різні антени, дозволяє досягти значних переваг у порівнянні з традиційними методами[3].

Подальші дослідження в цій площині будуть зосереджені на оптимізації алгоритмів та розробці нових алгоритмів декодування та відновлення даних, що враховують специфічні умови роботи в різних середовищах для підвищення ефективності застосування просторово-часового кодування і інформаційно-вимірjuвальних технологіях.

Літературні джерела

1. Тимчук С., Баранова І., Піскарьов О., Радченко С., Юрченко, Т. Поліпшення завадостійкості та збільшення швидкості передачі даних у wi-fi мережах/Інформаційні технології та суспільство.2024.№1 (12),С. 88-95.
2. Lamouti S. A simple transmit diversity technique for wireless communications/IEEE j. select. areas communication. –vol. 1998. №16.8. Р. 1451–1458.
3. Середюк Є, Труфан М. Принципи застосування методів контролю в інтелектуальних системах телеметричного моніторингу середовища/Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості: збірник тез доп. всеукр. наук.-прак. конф. молодих вчених та студентів, м.Івано-Франківськ, 12 жовтня 2023 р. Івано-Франківськ ІФНТУНГ,2023. с 105.

УДК 006.91:681.121

РОЗРОБЛЕННЯ ТИПОВОЇ МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ МІКРОМЕТРІВ

Р. Є. Гушпит, Т. В. Кепещук, Л. Б. Пастушин

ДП «Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації, 76007, м. Івано-Франківськ, вул. Вовчинецька, 127, lkpzvtmtv@gmail.com

Основним завданням калібрувальних лабораторій, які відповідають вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025 [1], є забезпечення єдності вимірювання та метрологічної простежуваності результатів вимірювання під час калібрування засобів вимірювальної техніки, що в свою чергу є неможливим без застосування відповідних методик калібрування.

Під час калібрування мікрометра за допомогою мір довжини кінцевих плоскопаралельних визначають відхилення показів мікрометра, відхилення від площинності вимірювальних поверхонь мікрометра, відхилення від паралельності вимірювальних поверхонь мікрометра, визначають вимірювальне зусилля мікрометра та проводять оцінку невизначеності результатів вимірювання.

Для побудови модельного рівняння ідентифікуємо істотні джерела невизначеності вимірювання. Тоді рівняння набуде наступного вигляду:

$$\Delta l_{MK} = \overline{l_{MK}} - l_{MKП} + \delta l_{плМК} + \delta l_{прМК} + \delta l_d + \delta l_{МКП} + \delta l_{ПМКП} + \delta l_{ДМКП} \quad (1)$$

Розрахунок невизначеності вимірювань проводиться відповідно до вимог ISO GUM [2], EA-4/02 М [3].

Розширена невизначеність вимірювання U обчислюється за формулою:

$$U = k \cdot u_c \quad (2)$$

де: k - коефіцієнт, який вказує, що для нормального розподілу довірчі межі невизначеності становлять 95 %, $k=2$;

u_c - сумарна стандартна невизначеність, що враховує вплив вхідних величин.

$$u_c = \sqrt{u_{\overline{MK}}^2 + u_{\overline{MKII}}^2 + u_{\overline{MKI}}^2 + u_{\overline{MKII}}^2 + u_d^2 + u_{\overline{MKII}}^2 + u_{\overline{MKII}}^2} \quad (3)$$

Невизначеність результатів вимірювання оцінюється за типом A :

$$u_{\overline{MK}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_{\overline{MK}} - \overline{l_{\overline{MK}}})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

Невизначеність типу B , викликана відхиленням від площинності вимірювальних поверхонь мікрометра, обчислюють за формулою:

$$u_{\overline{MK}} = \frac{l_{\overline{MK}}}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Невизначеність типу B , викликана відхиленням від паралельності вимірювальних поверхонь мікрометра, обчислюють за формулою:

$$u_{\overline{MK}} = \frac{l_{\overline{MK}}}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

Невизначеність зчитування показів через дискретність мікрометра оцінюється за типом B і обчислюють за формулою:

$$u_d = \frac{d}{4\sqrt{3}} \quad (7)$$

Якщо мікрометр оснащений цифровим відліковим пристроєм то невизначеність зчитування показів через дискретність мікрометра оцінюється за типом B і обчислюють за формулою:

$$u_d = \frac{b}{2\sqrt{3}} \quad (8)$$

Стандартна невизначеність еталону міри довжини кінцевої плоско паралельної обчислюють за формулою:

$$u_{\overline{MKII}} = \frac{U_{\overline{MKII}}}{2} \quad (9)$$

Невизначеність типу B , викликана відхиленням від плоскопаралельності міри довжини кінцевої плоскопаралельної (блоку з кінцевих мір) обчислюють за формулою:

$$u_{\overline{MKII}} = \frac{l_{\overline{MKII}}}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

Невизначеність дрейфу довжини міри кінцевої плоскопаралельної (блоку з кінцевих мір) з моменту останнього калібрування оцінюється за типом *B* і обчислюється за формулою:

$$u_{\text{ДМКП}} = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\sqrt{3}} \quad u_{\text{ДМКП}} = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\sqrt{3}} \quad (11)$$

Висновки. Розроблення типової методики калібрування мікрометрів є невід'ємною частиною забезпечення єдності вимірювання та метрологічної простежуваності результатів калібрування. Основою для розроблення методики калібрування є визначення модельного рівняння вимірювання та бюджету невизначеності.

Літературні джерела

1. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). Національний стандарт України. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
 2. ISOGUM «Настанова щодо виразу невизначеності вимірювань».
 3. EA-4/02 M:2021 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration.
- Date of Implementation. 05.11.2021. – EA Laboratory Committee, 2021- 78 p.

УДК 006.91:681.121

ANALYSIS OF MODELS FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF POLLUTANTS IN THE ATMOSPHERE

A. V. Voronich, O. S. Krynytskyi

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail
oleksandr.krynytskyi@gmail.com*

The generation of electricity from fossil fuels leads to an increased content of pollutants in the atmosphere and their negative impact on the environment. Therefore, determining their concentration in the atmosphere for further forecasting of their distribution is an urgent task. For this, two approaches are used - those that work on the basis of scattering models according to Gaussian formulas and those that are based on the solution of turbulent diffusion equations.

Models widely used abroad are HIWAY-2, CALINE-4 (California Line Source Model), GM (General Motors), GFLSM (General Finite Line Source Model), the Finnish model - CAR-FMI (Continants in the Air from a road, by the Finnish Meteorological Institute). In the HIWAY-2 and CALINE-4 models, concentrations are calculated for a linear source with an arbitrary wind direction, in the process of calculations, the source is divided into a series of elements from which concentrations are calculated, which are then summed. The GFLSM model is based on formulas for an infinite linear source [1, 2].

The basis for modeling the spread of pollutants based on a statistical description of turbulence processes is based on the assumption that the pollutant plume has a

Gaussian distribution and the concentration at a given point in the direction of the wind can be calculated using the generalized Gaussian equation. Such models have found wide application due to their simplicity and obtaining results that are consistent with the experiment. Gaussian models are officially recommended by the European Economic Commission, meteorological services of a number of countries.

The Gauss model is based on the following assumptions:

- weather conditions and surface characteristics that determine the spread and dispersion of clouds throughout the territory are the same and constant over time;
- the emission source operates for a long time;
- due to the effect of turbulent diffusion, the concentration of the pollutant is distributed in horizontal and vertical directions according to Gauss's law;
- there is no absorption of the pollutant on the surface of the earth.

The Gaussian model works at wind speeds exceeding 1 m/s.

Turbulent diffusion equations use the fact that the distribution of pollutants in media is determined by two main processes: convective transfer due to the movement of the medium and diffusion due to turbulence. Therefore, the mathematical model should describe the field of average velocities and characteristics of turbulent diffusion.

The main disadvantage of the Gaussian model is that it considers the initial state of the atmosphere as undisturbed, and the distribution of temperature, pressure, air humidity and other physical parameters by height is reduced to match the model, which is never observed in real conditions. And as is known from numerous studies, meteorological conditions are one of the most important factors affecting the dispersion and distribution of concentrations of harmful substances in the atmosphere.

The Gaussian model should be used to calculate the dispersion of pollutants in the atmosphere by point sources - it must be adapted for calculations with other sources of pollution. The model makes it possible to predict the spatio-temporal picture of atmospheric pollution, without being directly tied to the relief of the area and the meteorological conditions of the territory.

Literary sources

1. N. Sharma, K. K. Chaudhry, C. V. Chalapati Rao Vehicular Pollution Prediction Modelling: A Review of Highway Dispersion Models. Transport Reviews, Vol. 24, No. 4, 409–435. 2004. DOI: 10.1080/014416404200019607.

2. Briggs, D. J., Hough, D., Gulliver, W., Elliott, P., Kingham, S., Small Bone, K. A regression based method for mapping traffic related air pollution: application and testing in four contrasting urban environments, Science of the Total Environment, 253, pp. 151–167. 2000.

УДК 691.3:663.2:620.179.16

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТІН БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕРЕПАДІВ ТА СПЕКТРУ ІМПЕДАНСІВ ТЕПЛООВОГО ОПОРУ ПРИ ЗБУРЕННЯХ ПРИРОДНИМИ ПРОЦЕСАМИ

А. І. Шістка, Ю. Й. Стрілецький

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,
Україна, andrii.shistka-mit231@nung.edu.ua, yurii.streiletskyi@nung.edu.ua*

Теплоізоляція дуже широко поширена, адже вона грає важливу роль у будь-якому будівництві. Утеплення будівель виконується для забезпечення комфортного проживання у приміщенні, зниження вартості будівництва та скорочення витрат на опалення. Втрати тепла будинку відбуваються через стіни, покрівлю та підлогу. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів дозволяє створити надійний тепловий бар'єр, що перешкоджає втратам тепла.

Мета дослідження – оцінити теплоізоляційні властивості стін будівель на основі аналізу температурних перепадів та спектру імпедансів теплового опору під впливом природних процесів. Це дозволить вивчити ефективність матеріалів у зменшенні теплових втрат та підтримці сталого температурного режиму в приміщеннях. Дослідження проводилось з використанням системи вимірювань, яка дозволяє фіксувати зміни температур на зовнішній та внутрішній поверхнях стін будівлі.

Методи дослідження базуються на вимірюванні температури з допомогою датчиків температури, встановлених на поверхнях стін. Дані збиралися і оброблялися системою моніторингу, яка дозволяє визначити тепловий опір стін будівлі та їх імпеданс у відповідь на зміну зовнішніх температурних умов. Це дає змогу оцінити якість теплоізоляції у реальних умовах експлуатації будівлі.

Використання сонячного випромінювання як природного теплового сигналу дозволяє вивчити ефективність теплоізоляції в різних кліматичних умовах. Наприклад, у періоди сильного нагрівання зовнішня температура значно підвищується, однак завдяки додатковій ізоляції внутрішня температура залишається стабільною, що свідчить про високу ефективність обраних ізоляційних матеріалів.

Подальші дослідження проводяться із використанням динамічних температурних полів. Для створення моделі поширення тепла в будівлі вибрано метод теплоелектричних аналогій, який дозволяє будувати моделі теплових процесів за допомогою елементів електричних кіл. Ця схема моделює теплові процеси за електричними параметрами та досліджує вплив теплоізоляційних характеристик стін на температуру в приміщенні. За результатами дослідження було встановлено, що будівля по відношенню до теплового потоку функціонує як фільтр низьких частот, де якість теплоізоляції і теплової інертності матеріалів впливають на перехідну характеристику температури всередині приміщення.

Результати досліджень показали, що після додаткової теплоізоляції

коефіцієнт відношення, що визначає якість теплоізоляційних властивостей будівлі, знизився з 0.106 до 0.038, що свідчить про значне поліпшення теплоізоляційних властивостей стін. Такий показник вказує на зменшення теплових втрат через стіни будівлі внаслідок додаткової ізоляції.

Отже, дослідження підтверджують, що якісна теплоізоляція сприяє ефективному утриманню тепла у приміщенні та зменшує вплив зовнішніх температурних змін. Отримані результати дозволяють рекомендувати додаткову ізоляцію для зниження теплових втрат та підвищення енергоефективності будівель.

Літературні джерела

1 Parker, W. J., Jenkins, R. J., Butler, C. P., & Abbot, G. L. (1964). Flash method of determining thermal diffusivity, heat capacity and thermal conductivity. *Journal of Applied Physics*, 32, 1679–1684.

2 Czichos, H., Saito, T., & Smith, L. (Eds.). (2006). *Springer Handbook of Materials Measurement Methods*. Stürtz AG.

3 Friedberg, S. A. (1955). *Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry* (Vol. 2). Reinhold.

УДК 620.9:658.26

АНАЛІЗ ДАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ТРУБ СЕРЕДЬНОГО ДІАМЕТРУ

З. П. Лютак

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

Аналіз даних ультразвукового контролю труб середнього діаметру є важливим аспектом у сфері забезпечення надійності та безпеки трубопроводів, які використовуються в різних промислових галузях. Ультразвуковий контроль (УЗК) дозволяє виявляти дефекти матеріалу труб, такі як тріщини, корозія чи порушення цілісності, що можуть призвести до аварій та значних економічних втрат. Завдяки своїй безконтактній природі та можливості здійснення моніторингу у реальному часі, ультразвуковий контроль є незамінним інструментом для технічного обслуговування та інспекції трубопроводів, забезпечуючи безпечну експлуатацію та зменшуючи ризики. Розглянемо методику збору та аналізу даних, отриманих під час ультразвукового контролю труб середнього діаметру, а також їхнє значення для виявлення потенційних проблем, використаємо новітні технології обробки даних, які дозволяють підвищити точність та ефективність діагностики.

У різних регіонах світу існують особливості впровадження ультразвукового контролю труб. В Європі акцент робиться на стандартизацію та сертифікацію обладнання і персоналу, що забезпечує високу якість проведення контролю. Відповідно до стандартів EN 14127 [1], контроль трубопроводів проводиться з

використанням сучасного обладнання, що забезпечує автоматизацію процесів і підвищує точність діагностики. В Азії, зокрема в Китаї, спостерігається швидкий розвиток технологій, що дозволяє впроваджувати нові методи контролю, такі як автоматизований ультразвуковий контроль з використанням роботизованих систем. У США спостерігається напрямок інтеграції ультразвукового контролю в систему управління технічним обслуговуванням, що дозволяє проводити моніторинг стану труб у режимі реального часу.

Розробка пристрою неперервного контролю ділянки труби представляє собою важливий крок у напрямку підвищення безпеки та надійності трубопроводів у різних промислових галузях. Цей пристрій забезпечує можливість переміщення первинного перетворювача, що дозволяє виконувати контроль без відриву від акустичного тракту, зануреного у рідину. Такий підхід дозволяє досягти високої точності вимірювань, оскільки перетворювач залишається у безпосередньому контакті з трубою, що сприяє кращій передачі звукових хвиль. Портативність нашого пристрою є ще одним значним перевагою, адже це робить його легко застосовуваним на різних промислових об'єктах. Завдяки компактним розмірам та легкій вазі, пристрій можна швидко транспортувати і використовувати в умовах обмеженого простору або у важкодоступних місцях. Це особливо важливо для підприємств, де необхідно проводити регулярний моніторинг стану трубопроводів, не зупиняючи виробничі процеси. Крім того, наш пристрій неперервного контролю дозволяє оптимізувати процеси технічного обслуговування, зменшуючи час і витрати на проведення інспекцій. Він здатний автоматично збирати та обробляти дані, що дозволяє оператору в реальному часі оцінювати стан труб і виявляти потенційні дефекти. Це, у свою чергу, сприяє запобіганню аварійним ситуаціям та підвищенню загальної ефективності експлуатації трубопроводів.

Для забезпечення ефективного застосування пристрою неперервного контролю труб необхідно розробити програмне забезпечення, яке дозволить аналізувати результати контролю. Основною метою цього програмного забезпечення є автоматизація обробки даних, отриманих під час контролю, що включає не лише виявлення потенційних дефектів, а й аналіз помилкових даних. Застосування алгоритмів для фільтрації шуму та виявлення аномалій дозволить підвищити точність контролю та зменшити ризик помилкових спрацьовувань. Обробка великого масиву даних є важливою складовою процесу. Програмне забезпечення повинно бути здатним швидко та ефективно аналізувати інформацію, що надходить від пристрою, для виявлення патернів, які можуть вказувати на наявність дефектів. Використання методів машинного навчання та статистичних алгоритмів дозволить покращити розпізнавання патернів і виявлення відхилень від нормальних параметрів. Це, в свою чергу, забезпечить своєчасне реагування на можливі загрози, пов'язані зі станом трубопроводів. Візуалізація результатів контролю є ще однією важливою функцією розробленого програмного забезпечення. Перетворення даних у графічну форму з позначенням місць потенційних дефектів дозволить операторам швидко оцінити ситуацію і зосередитися на критичних ділянках. За

допомогою інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, який відображає результати контролю у вигляді графіків, таблиць і карт, можна буде значно спростити процес моніторингу стану труб і прийняття рішень щодо подальших дій. Це забезпечить більш точний контроль за трубопроводами, що в свою чергу підвищить загальну надійність і безпеку експлуатації системи.

Узагальнюючи результати роботи над створенням методу ультразвукового контролю труб, можна стверджувати, що успішна реалізація проекту стала можливою завдяки тісній співпраці команди фахівців. Поєднання знань та досвіду в галузі інженерії, ультразвукової технології та програмного забезпечення дозволило розробити інноваційний пристрій, який відповідає сучасним вимогам безпеки та надійності. Взаємодія між командами забезпечила глибокий аналіз потреб користувачів та адаптацію технологій під конкретні умови роботи, що суттєво підвищило ефективність контролю трубопроводів.

Літературні джерела

1. ДСТУ EN 14127:2014. Неруйнівний контроль. Ультразвукове вимірювання товщини (61039).

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА РІШЕННЯ**

УДК 004.4'2:004.8

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ ЗАКЛАДКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

А. С. Мякишин

*Харківський національний університет радіоелектроніки, 61166, м. Харків, Україна,
andrii.miakshyn@nure.ua*

Сьогодні користувач інтернету має справу з великим потоком інформації. Браузер є саме тим невід'ємним ресурсом, який виконує роль своєрідного провідника між людиною та цифровою інформацією. Зі збільшенням кількості переглянутих вебсторінок настає потреба в їх збереженні з метою подальшого прочитання. З часом ця потреба була реалізована в вигляді уніфікованого ідентифікатору ресурс (URL), який отримав назву «Закладка».

Слід вказати, що закладки були додані до браузерів у 1992 році (браузер ViolaWWW) та у 1993 році (браузер Mosaic). У наші дні кожен браузер надає вбудований інструмент для керування закладками, але його функції досить обмежені та не забезпечують гнучку взаємодію зі збереженими посиланнями.

Для вирішення цієї проблеми існують спеціальні програми, які надають ширший функціонал і дозволяють використовувати різні можливості для керування збереженими посиланнями та організації. Задача дослідження — створення кросплатформного програмного забезпечення для менеджменту закладок з урахуванням функцій і можливостей, які відсутні у програмах такого плану.

На даний момент на ринку існує багато рішень, які надають широкий функціонал для керування закладками. Такі програми, як Raindrop.io (від Rustem Mussabekov), Pocket (від Mozilla Corporation) та Bookmark OS (від David Lynam) мають різноманітний функціонал, але у цих менеджерах закладок не приділяється багато уваги роботі саме без підключення до мережі інтернет [2]. Бувають ситуації, коли користувач не має доступу до інтернету та через це не може використовувати певний функціонал менеджера закладок, що обмежує його можливості. Для вирішення цієї проблеми була реалізована можливість доступу до функціоналу, а саме перегляду збережених посилань та роботи з ними без підключення до інтернету.

Є програми, які надають не тільки функціонал з керування закладками, а й рекомендують матеріал для ознайомлення. Актуальною проблемою є те, що цей контент майже ніяк не пов'язаний з інтересами користувача, що змушує витратити час на пошук цікавої інформації. За допомогою штучного інтелекту, а саме Open AI API, який надає доступ до різних інструментів та моделей штучного інтелекту, було реалізовано можливість рекомендації контенту (статті, відео) саме на основі того, чим саме цікавиться поточний користувач [3]. Бувають випадки, коли користувач зберіг не дуже коректну адресу з різних причин, але не кожна програма виконує перевірку посилання. Було реалізовано процедуру перевірки під час створення чи редагування посилання, яка дозволяє

уникнути збереження некоректної адреси. Посилання можуть з часом виявлятися неактивними чи зовсім припинити існування, але сучасні програмні рішення не мають можливості сповіщення про це користувачу. Була реалізована функція перевірки закладки з подальшим повідомленням про те, що посилання вже не працює, що підвищує ефективність роботи з доданими сторінками.

Основною мовою розробки є Python. Переносимість програм, чистий синтаксис, можливість використання Python в діалоговому режимі, стандартний дистрибутив, який має багато корисних модулів – все це є основним перевагами цієї мови програмування [1]. Під час розробки використовувався мікрофреймворк Flask, так як він є гарним рішенням у випадку, коли програма, над якою ведеться розробка, спочатку буде не дуже великого розміру, але у перспективі є можливість швидкого розширення [4]. Гнучкість – одна з основних переваг фреймворку. Це важливо, тому що проєкт може бути розвинений у іншому напрямку, а також тому що при певних змінах структура не буде порушена. Бібліотека Tkinter була використана під час створення графічного інтерфейсу та забезпечила широкий набір компонентів [5].

Наукова новизна та актуальність полягає у реалізації можливості працювати в офлайн режимі, що дозволяє використовувати певний функціонал без необхідності інтернет з'єднання. Завдяки цьому забезпечується постійний зв'язок між користувачем та його даними, які можуть бути оброблені у будь-який момент часу.

Робота без підключення до мережі «Інтернет» та рекомендація схожого контенту, використовуючи штучний інтелект, дозволяють використовувати програму будь-де, та отримати інформацію, яка безпосередньо пов'язана з інтересами користувача. В свою чергу, перевірка посилань на коректність та активність запобігає збереженню некоректної інформації. Розроблений функціонал підвищує досвід взаємодії, розширює можливості менеджера закладок, а також забезпечує коректність та підвищує надійність збережених даних.

Літературні джерела

- 1 Bader D. A Practical Introduction to Python 3. Real Python / D. Bader, D. Amos, J. Jablonski Python Basics. – Vancouver: Real Python, 2021. – 635 p.
- 2 Найкращі безкоштовні інструменти для створення та управління закладками [Електронний ресурс] // IG Internet gate. – Режим доступу: <https://igate.com.ua/news/27723-luchshie-besplatnye-instrumenty-dlya-sozdaniya-i-upravleniya-zakladkami> (дата звернення: 12.09.2024). – Назва з екрана.
- 3 OpenAI developer platform [Електронний ресурс] // OpenAI Platform. – Режим доступу: <https://platform.openai.com/docs/overview> (дата звернення: 11.09.2024). – Назва з екрана.
- 4 Grinberg M. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2018. – 312 p.

УДК 681.518:622.24

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН В НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЯХ

В. М. Шавранський, М. В. Шавранський

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

Інтелектуальна система керування процесом буріння нафтогазових свердловин в нештатних ситуаціях є сучасною та перспективною технологією, що спрямована на підвищення ефективності, безпеки та надійності бурових робіт. Такі системи інтегрують методи штучного інтелекту (ШІ), машинного навчання (МН) та системи автоматизації для автоматичного розпізнавання і реагування на нештатні ситуації [1].

Основні аспекти інтелектуальної системи керування:

1. Моделювання процесу буріння.

Інтелектуальна система використовує складні моделі, що враховують фізико-хімічні властивості порід, характеристики бурового інструменту та параметри процесу буріння: моделі порід і ґрунтів для прогнозування зміни тиску, температури та опору під час буріння; моделі бурових інструментів, які допомагають оцінити їх стан та прогнозувати знос.

2. Моніторинг параметрів процесу в реальному часі.

Інтелектуальна система безперервно збирає дані з сенсорів, розміщених на буровій установці: датчики вібрації, тиску, температури, крутного моменту, швидкості обертання; сенсори зношування інструментів для прогнозування аварійних ситуацій.

3. Алгоритми машинного навчання.

Алгоритми машинного навчання аналізують великі масиви даних для виявлення відхилень від нормальної роботи [2]. Основні завдання включають: виявлення аномалій в параметрах процесу (раптові зміни тиску, вібрацій, навантаження); прогнозування нештатних ситуацій на основі аналізу історичних даних (наприклад, утворення пробок або обвалів породи); автоматичне прийняття рішень щодо коригування процесу буріння або зупинки установки для запобігання аваріям.

4. Адаптивні алгоритми керування.

Інтелектуальна система використовує адаптивні алгоритми [3,4], які можуть змінювати параметри керування процесом буріння в залежності від умов: адаптивне регулювання швидкості обертання, крутного моменту та тиску бурової рідини; автоматична зміна стратегії буріння в залежності від стану свердловини і бурового інструменту.

5. Прогнозування аварійних ситуацій.

Основним завданням інтелектуальної системи є здатність прогнозувати потенційні аварійні ситуації: попередження про можливі обвали породи, пробки, викиди газу або рідини на поверхню; виявлення ознак зносу

інструментів або зниження продуктивності, що може привести до аварійних ситуацій.

6. Реагування на нештатні ситуації.

Ключова особливість інтелектуальної системи – автоматична реакція на нештатні ситуації. Система може [5-7]: автоматично зупиняти процес буріння або змінювати його параметри; активувати аварійні механізми, такі як зупинка обертання або подача аварійного тиску для стабілізації свердловини; сповіщати операторів та пропонувати варіанти дій для швидкого реагування на проблеми.

7. Використання штучного інтелекту.

Алгоритми штучного інтелекту аналізують роботу бурової установки в реальному часі і пропонують оптимальні рішення [4]: штучні нейронні мережі для розпізнавання складних ситуацій у роботі бурової установки; експертні системи для прийняття рішень на основі накопиченого досвіду; глибоке навчання для аналізу великих даних і знаходження взаємозв'язків між різними параметрами процесу буріння.

Переваги інтелектуальної системи керування [7]:

- зниження ймовірності аварій за рахунок прогнозування та автоматичного виявлення відхилень у процесі;
- оптимізація процесу буріння, що дозволяє економити час і ресурси;
- підвищення безпеки для операторів та обладнання;
- зниження затрат на обслуговування за рахунок автоматичного моніторингу та діагностики.

Інтелектуальна система керування бурінням нафтогазових свердловин в нештатних ситуаціях є важливим елементом сучасної автоматизації. Вона поєднує технології, які дозволяють підвищити ефективність та безпеку процесів буріння в складних умовах.

Літературні джерела

1 V. Shavranskyi, G. Sementsov Development of an intelligent support system to control the process of well drilling under complicated conditions / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. 5/9(101) 2019. – p.6 – 14.

2 Iqbal, M., Khan, Z.H., Khalid, A., & Khan, A. Intelligent Drilling Systems: Design and Control. Springer, 2021. – 325 p.

3 Jain, P., & Mathew, M. Automation and Artificial Intelligence in Oilfield Operations. Elsevier, 2019. – 270 p.

4 Xu, B., & Zhang, Y. Smart Drilling: A Comprehensive Guide to the Integration of Digitalization and Drilling Technologies. Wiley, 2020. – 400 p.

5 Bourdon, A., Ramachandran, P., & Morin, A. Artificial Intelligence in Oil and Gas: Advances, Challenges, and Applications. CRC Press, 2020. – 305 p.

6 Hall, J., & Martinez, E. Machine Learning Applications in Drilling Operations. Cambridge University Press, 2022. – 350 p.

7 Sanchez, L., & Perez, C. Advanced Control Systems in Oil Drilling. Elsevier, 2018. – 280 p.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

М. Р. Тимофійв, М. В. Шавранський

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

Процес буріння нафтогазових свердловин є складним процесом, який включає в себе багато технологічних параметрів, таких як швидкість обертання долота, тиск бурового розчину, осьове зусилля на долото, швидкість подачі долота, властивості гірських порід та багато інших.

Традиційні (класичні) методи керування процесом буріння часто не враховують невизначеність та нечіткість цих факторів, що може призвести до зниження ефективності та безпечності буріння.

Нечітка логіка – це математичний метод, який може використовуватися для моделювання нечітких та невизначених систем [1-4]. Вона може бути використана для розробки математичної моделі процесу буріння нафтогазових свердловин, яка буде враховувати всі ці фактори [5-12].

Математичну модель процесу буріння нафтогазових свердловин на основі нечіткої логіки представимо такими кроками:

1. Визначення нечітких множин

Визначаємо нечіткі множини для всіх факторів, які впливають на процес буріння, таких як швидкість обертання, тиск буріння, швидкість подачі долота, властивості гірських порід та багато інших.

Для кожного фактора визначаємо нечіткі значення, такі як "низький", "середній", "високий" тощо.

2. Визначення нечітких правил

Розробляємо нечіткі правила, які описують зв'язок між факторами, що впливають на процес буріння, та параметрами буріння. Наприклад, правило може бути таким: "якщо швидкість обертання висока, а тиск бурового розчину низький, то швидкість подачі долота повинна бути середньою".

3. Нечітке виведення

Застосовуємо нечітке виведення для обчислення оптимальних параметрів буріння на основі нечітких значень факторів, що впливають на процес буріння.

Використання нечіткої логіки (НЛ) для моделювання процесу буріння нафтогазових свердловин має ряд переваг: вона враховує невизначеність та нечіткість факторів, що впливають на процес буріння, що робить її більш точною, ніж традиційні методи; НЛ є відносно простою для реалізації, що робить її доступною для широкого кола користувачів; нечітка логіка є гнучкою, що дозволяє легко модифікувати модель для врахування нових факторів або умов.

Математична модель процесу буріння нафтогазових свердловин на основі нечіткої логіки є потужним інструментом, який може бути використаний для покращення ефективності та безпечності буріння.

Розглянемо детальніше розробку нечіткої логічної системи для керування процесом буріння нафтогазових свердловин за описом, наведеним вище.

1. *Нечіткі множини:*

- Швидкість обертання: низька (0-100 об/хв), середня (100-200 об/хв), висока (200-300 об/хв)

- Тиск бурового розчину: низький (0-5 МПа), середній (5-10 МПа), високий (10-15 МПа)

- Швидкість подачі долота: низька (0-1 м/год), середня (1-2 м/год), висока (2-3 м/год)

- Властивості гірських порід: м'які, тверді

2. *Нечіткі правила:*

- Правило 1: ЯКЩО швидкість обертання низька, а тиск бурового розчину низький, ТО швидкість подачі долота повинна бути низькою.

- Правило 2: ЯКЩО швидкість обертання середня, а тиск бурового розчину середній, ТО швидкість подачі долота повинна бути середньою.

- Правило 3: ЯКЩО швидкість обертання висока, а тиск бурового розчину високий, ТО швидкість подачі долота повинна бути високою.

- Правило 4: ЯКЩО гірські породи м'які, ТО швидкість подачі долота може бути вищою.

- Правило 5: ЯКЩО гірські породи тверді, ТО швидкість подачі долота повинна бути нижчою.

3. *Нечітке виведення:*

- На основі нечітких значень факторів, що впливають на процес буріння, нечітка логічна система визначає нечіткі значення параметрів буріння.

- Наприклад, якщо швидкість обертання низька, а тиск бурового розчину низький, то нечітка логічна система визначає, що швидкість подачі долота повинна бути "низькою".

- Це нечітке значення потім перетворюється в чітке значення, таке як 0.5 м/год.

4. *Приклад використання:*

Припустимо, що відбувається буріння свердловини в м'яких гірських породах. Швидкість обертання долота становить 150 об/хв, а тиск буріння - 7 МПа. Використовуючи нечітку логічну систему, бурильник може визначити, що швидкість подачі долота повинна бути 1.2 м/год.

Нечітка логічна система використана для розробки системи керування процесом буріння нафтогазових свердловин, яка враховує невизначеність даних та гнучко адаптується до мінливих умов. Це призводить до покращення ефективності та безпечності буріння. Реальна нечітка логічна система для керування процесом буріння нафтогазових свердловин буде значно складнішою. Вона може включати в себе більше нечітких множин, нечітких правил та методів нечіткого виведення.

Літературні джерела

1. Дмитро Задах. Нечітке моделювання.- М: Радянське радіо, 1973. – 304 с.
2. Веб-сайт: Товариство нечіткої логіки: <https://www.eusflat.org/>
3. Веб-сайт: Нечітка логіка: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic
4. Веб-сайт: Нечіткі системи: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_set
5. Шавранський В.М., Шекета В.І., Шавранський М.В. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень при керуванні процесом буріння свердловин в ускладнених умовах. Методи та прилади контролю якості, 2020. № 1 (44). С. 119-137.
6. Шавранський М.В. Ідентифікація та нейродинамічний контроль параметрів процесу буріння / Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 7 жовтня – Івано-Франківськ-2021. С.45-46.
7. Шавранський М.В., Кіт Х.С. Аналіз підходів до моделювання та ідентифікації нечітких динамічних систем / Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 13 жовтня – Івано-Франківськ-2022. С.24-26.
8. Шавранський М.В. Нечіткі алгоритми прогнозування передаварійних ситуацій і ускладнень в процесі буріння свердловин на нафту і газ // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. – 1998. Вип.35(6). – С.51-55.
9. Фазі-логіка в системах контролю /Семенцов Г.Н., Чигур І.І., Шавранський М.В., Борин В.С. – Івано-Франківськ: ФАКЕЛ, 2002. – 70с.
10. Семенцов Г.Н., Гутак О.В. Моделювання та ідентифікація процесу буріння нафтових і газових свердловин для задач управління. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 256 с.
11. Гутак О.В., Семенцов Г.Н. Ідентифікація параметрів математичної моделі процесу буріння з урахуванням методу найменших квадратів. - Нафтогазова справа. 2013. № 11. С. 22-26.
12. Білецький В. С. Моделювання у нафтогазовій інженерії : навч. посібник / В. С. Білецький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Львів : Новий Світ – 2000, 2021. – 306.

ОГЛЯД ВИДІВ БІОМЕТРИЧНИХ КРИПТОСИСТЕМ АУТЕНТИФІКАЦІЇ

О. О. Оленич, Я. І. Заячук

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

Біометричні дані дають змогу ідентифікувати особу на основі її унікальної характеристики. До біометричних даних, які часто використовуються з метою автентифікації відносять відбитки пальців, сітківку та райдужну оболонку ока, геометрію кисті, обличчя, підпис, відбитки долонь тощо.

Біометричні криптосистеми вимагають генерації або отримання стовідсотково правильних ключів, а звичайні біометричні системи просто відповідають "Так" або "Ні". Виділяють три види біометричних криптосистем, залежно від способу отримання допоміжних даних [1]:

- криптосистеми з випуском ключа (key release cryptosystems);
- криптосистеми зі зв'язуванням ключа (key binding cryptosystems);
- криптосистеми з генерацією ключа (key generation cryptosystems).

У системах з випуском ключів криптографічний ключ розглядається як секретний, а біометричні дані використовуються як ключ для захисту випадково сформованого криптографічного ключа. Криптографічний ключ видається лише тоді, коли справжня біометрія представлена в криптографічній конструкції. Існує два способи пов'язання криптографічного ключа з біометричним, а саме схема нечіткого сховища (fuzzy vault scheme) та схема нечітких зобов'язань (fuzzy commitment scheme) [1].

У системах зі зв'язуванням ключа допоміжні дані отримуються шляхом прив'язки вибраного ключа до біометричного шаблону. В результаті процесу зв'язування злиття секретного ключа та біометричного шаблону зберігається як допоміжні дані. Застосовуючи відповідний алгоритм пошуку ключів, ключі отримують із допоміжних даних при автентифікації [1]. Оскільки криптографічні ключі не залежать від біометричних функцій, їх можна скасувати, а оновлення ключа, вимагає повторної реєстрації для створення нових допоміжних даних. До основних підходів біометричного зв'язування ключів відносять Mute2, схему нечітких зобов'язань та нечітке сховище.

У системах з генерацією ключів допоміжні дані отримуються лише з біометричного шаблону. Ключі генеруються безпосередньо з допоміжних та даного біометричного зразка. Хоча зберігання допоміжних даних не є обов'язковим, більшість запропонованих схем генерації ключів зберігають їх (якщо схеми генерації ключів витягають ключі без використання будь-яких допоміжних даних, вони не можуть оновлюватися у випадку компромісу) [1].

Схеми генерації ключів, що базуються на допоміжних даних, також відносяться до "нечітких екстракторів" або "захищених ескізів". Нечіткий екстрактор генерує надійний випадковий рядок із біометричного входу, тоді як збережені допоміжні дані допомагають відтворенню. На відміну від цього, у захищеному ескізі допоміжні дані застосовуються для відновлення вихідного біометричного шаблону.

Для генерації ключів на основі біометричних образів використовуються два основних інструмента, що задовольняють вимогам сучасної криптографії та мають низьку ймовірність помилки другого роду: нейромережевий перетворювач «біометрія-код» та нечіткі екстрактори.

Нейромережевий перетворювач «біометрія-код» заснований на використанні нейронної мережі з невеликою кількістю прихованих шарів або взагалі без їхнього використання [1]. Розмірність простору ознак і вихідного вектору мережі, навпаки, велика, що дозволяє реалізувати перетворення нечіткого вхідного вектору біометричних признаков («свій») у відповідний криптографічний ключ, а випадковий вхідний вектори («чужий») – у випадковий вихідний образ [1].

Нечіткі екстрактори (fuzzy extractors) дозволяють однозначно відновити секретний ключ із нечіткого біометричного образу за рахунок використання допоміжних даних [1]. «Нечіткий» в даному контексті говорить про те, що фіксовані значення, необхідні для криптографії, будуть вилучені з значень, близьких, але не ідентичних вихідному ключу. В основі роботи нечіткого екстрактора лежить можливість вилучення випадкової рівномірно розподіленої послідовності та коректне її відновлення з розмитого біометричного образу.

Літературні джерела

1 Данилюк Ю.Р. Програмний модуль автентифікації з використанням нейромережевого перетворення біометричних ознак в криптографічний ключ : Магістерська атестаційна робота: 125 Безпека інформаційних і комунікаційних систем / Данилюк Ю.Р. – Київ, 2020. – 79 с.

УДК 004.853

ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ

Г. А. Бразілій, М. В Чичужко

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна, liza1278@ukr.net

Впровадження штучного інтелекту (ШІ) в навчальний процес стає дедалі більш поширеним явищем. Актуальність впровадження штучного інтелекту у навчальний процес можна обґрунтувати різними ключовими аспектами: технологічний прогрес: штучний інтелект (ШІ) стає все більш доступним і потужним інструментом у різних сферах, включаючи освіту; персоналізація навчання: ШІ може адаптувати навчальні матеріали та методи до індивідуальних потреб учнів, що може покращити їхні результати та мотивацію; автоматизація рутинних процесів: використання ШІ для автоматизації адміністративних завдань дозволяє зосередитися на більш творчих аспектах навчання; доступ до знань: ШІ може забезпечити доступ до якісних освітніх ресурсів для учнів у віддалених або недостатньо забезпечених

регіонах; етичні та соціальні виклики: впровадження ШІ в освіту також викликає питання етики, конфіденційності даних, нерівності доступу до технологій та можливих упереджень у алгоритмах; підготовка до майбутнього: освіта повинна готувати учнів до життя в світі, що передбачає не лише знання технологій, а й розвиток критичного мислення та етичних норм [1].

Таким чином, дослідження впровадження штучного інтелекту в навчальний процес є надзвичайно актуальним і важливим для подальшого розвитку освіти в умовах швидко змінюючогося світу.

Впровадження штучного інтелекту (ШІ) у навчальний процес вимагає комплексного підходу. Ось деякі методи, які можуть бути корисними: аналіз потреб: проведення досліджень для визначення потреб учнів і викладачів; розробка адаптивних навчальних платформ: Створення програмного забезпечення, яке використовує ШІ для персоналізації навчального контенту відповідно до індивідуальних потреб і темпів учнів; використання чат-ботів: Інтеграція чат-ботів для надання учням миттєвих відповідей на запитання, допомоги з домашніми завданнями та підтримки в навчальному процесі; автоматизація оцінювання: Впровадження систем, які автоматично оцінюють роботи учнів, що дозволяє вчителям зосередитися на більш складних аспектах навчання; інтеграція аналітики даних: Використання аналітики для збору та аналізу даних про успішність учнів, що допомагає виявляти проблеми та коригувати навчальні стратегії; професійна підготовка викладачів: Організація тренінгів та курсів для вчителів з метою ознайомлення їх із технологіями ШІ та їх застосуванням у навчанні; створення міждисциплінарних команд: Формування груп фахівців (викладачів, ІТ-експертів, психологів), які працюватимуть над інтеграцією ШІ в навчальний процес; залучення учнів до процесу: Включення учнів у розробку та тестування нових технологій, щоб врахувати їхні потреби та побажання; пілотні проекти: Запуск невеликих пілотних проектів для тестування нових рішень перед їх масштабуванням на рівні всієї школи чи університету; моніторинг і оцінка: Постійний моніторинг впроваджених технологій та оцінка їх ефективності з метою коригування підходів і методів [2].

Ці методи можуть допомогти створити ефективну екосистему для впровадження штучного інтелекту в навчальний процес, що дозволить поліпшити результати навчання та підготувати учнів до майбутнього.

Як результат впровадження штучного інтелекту у навчальний процес призведе до позитивних наслідків, які мають на меті наступне: покращення навчальних результатів: ШІ дозволяє адаптувати навчальні матеріали до індивідуальних потреб учнів, що призводить до підвищення їхніх академічних досягнень; персоналізоване навчання: використання алгоритмів для аналізу даних про учнів допомагає створити персоналізовані навчальні траєкторії; автоматизація адміністративних процесів: ШІ може зменшити навантаження на вчителів, автоматизуючи рутинні завдання, такі як оцінювання і ведення документації, що дозволяє їм більше часу приділяти педагогічній діяльності; доступ до ресурсів: ШІ сприяє доступу до якісних освітніх ресурсів для учнів у

різних регіонах; етичні та соціальні виклики: необхідно враховувати етичні аспекти впровадження ШІ, такі як конфіденційність даних, упередження алгоритмів і нерівність у доступі до технологій; підготовка до майбутнього: освіта повинна інтегрувати знання про ШІ в навчальні програми; потреба в професійній підготовці: вчителі повинні отримати відповідну підготовку для ефективного використання ШІ у своїй практиці; необхідність досліджень і моніторингу: подальші дослідження необхідні для оцінки ефективності впровадження ШІ в освіту та для виявлення нових можливостей і викликів [3].

Ці висновки можуть слугувати основою для подальших дій у сфері освіти, спрямованих на ефективне інтегрування штучного інтелекту в навчальний процес.

Літературні джерела

1. Мар'єнко, М. В., Шишкіна, М. П., & Коновал, О. А. (2022). Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 89(3), 209–232. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981>.
2. Карташова Л. А., Бойченко О.А. Штучний інтелект в освіті: актуальність підготовки педагогів у цьому напрямі, XIV Міжнар. наук. конф. Сучасні досягнення у науці та освіті, Нетанія, Хмельницький, 2019, С.138-141.
3. Мельник А.В., Застосування штучного інтелекту в освітньому середовищі: потенціал та виклики» III Всеукраїнської науково-практ. конф. Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій, 2023, с.250-253.

УДК 681.5:622.692.4

МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

М. В. Шавранський, В. В. Стадник

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

Моделювання газорозподільної станції як об'єкта автоматизації на основі нечіткої логіки передбачає використання алгоритмів для управління ключовими параметрами станції: тиском, витратою, температурою та енергоспоживанням. Нечітка логіка дозволяє системі адаптуватися до мінливих умов роботи, таких як сезонні зміни або аварійні ситуації. Модель використовує нечіткі правила типу ЯКЩО...ТО... для автоматизованого керування, що забезпечує підвищену надійність, енергоефективність та оптимізацію розподілу газу, навіть при неповній або неточній інформації.

Основні етапи моделювання включають: збір та обробку вхідних даних (температура, попит, тиск); визначення нечітких змінних, таких як низький

тиск, висока витрата; застосування правил нечіткої логіки для керування системою в реальному часі; адаптація параметрів для досягнення оптимальних умов транспортування та розподілу газу [1-5].

Ця методика покращує гнучкість та стійкість автоматизованих систем, підвищуючи їхню ефективність.

Розглянемо моделювання газорозподільної станції на основі нечіткої логіки з конкретними даними.

1. Регулювання тиску в газопроводі

При зміні навантаження на систему нечітка логіка дозволяє регулювати тиск у діапазоні, наприклад, від 30 до 70 бар залежно від попиту на газ. При цьому алгоритм нечіткої логіки адаптується до коливань без точних значень, використовуючи лінгвістичні змінні на кшталт низький, середній, високий тиск.

2. Прогнозування споживання газу.

Для міської мережі нечітка логіка моделює попит, враховуючи сезонні зміни, час доби та температурні умови. Наприклад, при температурі від -5°C до 5°C попит на газ може змінюватися на 20-40%, що нечітка система передбачає і відповідно регулює подачу.

3. Аварійна сигналізація.

При збоях у системі нечітка логіка оцінює ризик, ґрунтуючись на ознаках можливих збоїв (шум, вібрації). Наприклад, якщо рівень шуму перевищує середній (50-70 дБ), система сигналізує про можливу несправність з ймовірністю 60-80%.

Для моделювання газорозподільної станції розглянемо правила на основі нечіткої логіки [6].

Правило 1: ЯКЩО тиск в системі низький І попит на газ високий, ТО збільшуємо подачу газу.

Правило 2: ЯКЩО температура на вулиці низька І споживання газу вище середнього, ТО підвищуємо роботу компресорної станції.

Правило 3: ЯКЩО вібрація обладнання сильна І шум вище середнього, ТО знижуємо тиск і відправляємо сигнал на технічну перевірку.

Правило 4: ЯКЩО витрата газу висока І тиск у магістралі середній, ТО збільшуємо потужність насосної станції на помірний рівень.

Правило 5: ЯКЩО температура на вході до станції висока І витрати газу низькі, ТО знижуємо швидкість роботи компресора.

Правило 6: ЯКЩО сигнал від датчика вібрації сильний І шум низький, ТО продовжуємо моніторинг без втручання.

Моделювання газорозподільної станції як об'єкта автоматизації на основі нечіткої логіки дозволяє підвищити ефективність та надійність її роботи. Використання нечітких алгоритмів дає можливість адаптувати керування до змінних умов експлуатації, таких як зміни тиску, витрати газу, попиту та погодних умов. Завдяки цьому система може працювати ефективно навіть за наявності неповної або неточної інформації. Такий підхід знижує енергетичні витрати та мінімізує ризик аварій, підвищуючи безпеку та стабільність транспортування газу.

Літературні джерела

1. Ревенко О.В. Автоматизація технологічних процесів у газотранспортних системах. Львівська політехніка: – Львів, 2018. – 245с.
2. Іваненко С.П. Математичне моделювання систем транспортування і розподілу газу. Київський університет: – Київ, 2017. – 198 с.
3. Грищенко В.О. Інтелектуальні системи керування енергетичними процесами. Технічна книга: – Львів, 2020. – 215 с.
4. Петренко О.В. Автоматизація технологічних процесів у нафтогазовій галузі. Наукова думка: – Київ, 2018. – 280 с.
5. Грищенко П.М. Моделі управління газовими потоками у трубопроводах. Львівська політехніка: – Львів, 2020. – 220 с.
6. Коваль В.С. Застосування нечіткої логіки в автоматизованих системах керування. Київський університет: – Київ, 2019. – 245с.

УДК 004.65

РОЛЬ КЛЮЧІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЦІЛІСНОСТІ, ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОЇ СТРУКТУРИ РЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ**В. С. Шнурок, Р. Б. Вовк***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: vladyslav.shnurok-ip232@nuing.edu.ua*

У сучасних умовах спостерігається стрімке зростання обсягів оброблюваних даних. Для забезпечення ефективного зберігання, доступу та управління такими даними використовуються системи баз даних (БД). База даних являє собою структурований набір інформації, організований таким чином, щоб забезпечити зручний доступ, керування та оновлення даних. Одним із ключових інструментів у цій галузі є реляційні бази даних, які зберігають дані у формі взаємопов'язаних таблиць, що дозволяє забезпечити складні зв'язки між елементами інформації.

Відношення є одним із ключових понять у теорії баз даних і являє собою двовимірну таблицю, що містить певні дані. Об'єктне відношення зберігає інформацію про об'єкти (екземпляри сутностей), де один або кілька атрибутів слугують однозначними ідентифікаторами об'єкта. Такі атрибути називають ключем відношення або первинним ключем. Важливою вимогою реляційної моделі даних є унікальність атрибутів у межах об'єктного відношення, що забезпечує цілісність даних та уникнення дублювання [1].

Первинний ключ (Primary Key) — це спеціальне поле або комбінація полів у таблиці, яке забезпечує унікальну ідентифікацію кожного запису. Окрім того, первинні ключі не тільки гарантують унікальність записів у межах таблиці, але й відіграють важливу роль у побудові зв'язків між різними таблицями за допомогою зовнішніх ключів (Foreign Keys).

Ключі відіграють важливу роль у процесі проектування відношень баз даних, забезпечуючи досягнення кількох ключових цілей [2]:

1. Забезпечення унікальності даних. Ключ гарантує унікальність кожного запису в таблиці, що є критичним для запобігання дублюванню даних. Відсутність ключів може призвести до проблем з цілісністю даних, коли в таблиці з'являються повторювані записи. Це, своєю чергою, може спричинити неточності під час об'єднання таблиць, а також отримання некоректних або дубльованих результатів у відповідях на запити, що може негативно позначитися на точності звітності та аналітики.

2. Підтримка референційної цілісності. Референційна цілісність гарантує коректність і узгодженість зв'язків між таблицями. Вторинні ключі відіграють важливу роль у цьому процесі, оскільки вони посилаються на первинні ключі інших таблиць. Без вторинних ключів можуть виникати "загублені" записи, які не мають відповідних елементів у зв'язаних таблицях. Це може призвести до втрати зв'язків і некоректних результатів при об'єднанні таблиць або виконанні складних запитів.

3. Підвищення продуктивності. Наявність первинного ключа автоматично створює індекс для прискореного доступу до записів, що суттєво покращує продуктивність системи, особливо під час операцій об'єднання таблиць або пошуку конкретних даних. За відсутності індексованого первинного ключа операції об'єднання можуть відбуватися повільніше, оскільки система змушена сканувати всі записи, без можливості ефективно фільтрувати дані.

4. Забезпечення чіткої структури та логіки бази даних. Ключові поля створюють зрозумілу та логічну структуру бази даних, полегшуючи її підтримку, редагування та подальший розвиток. Відсутність таких полів робить систему менш передбачуваною та ускладнює керування нею, особливо для нових учасників команди або сторонніх користувачів. У великих проєктах, де таблиці мають численні зв'язки, ключові поля сприяють чіткому моделюванню зв'язків та забезпечують стабільну архітектуру бази даних.

5. Гарантія цілісності під час оновлень і видалень. Завдяки ключовим полям можна реалізовувати каскадні операції, які автоматично оновлюють або видаляють записи в залежних таблицях. Це дозволяє підтримувати актуальність даних у зв'язаних таблицях. Відсутність таких полів може ускладнити керування даними при виконанні масштабних операцій з оновлення, редагування або видалення записів.

Також було встановлено, що ключові поля дозволяють створювати чітку і логічну структуру бази даних, що полегшує процес її управління, редагування та подальшого розвитку. Це має особливе значення у великих проєктах з численними зв'язками між таблицями. Важливою особливістю ключових полів є можливість реалізації каскадних операцій при оновленні або видаленні даних, що дозволяє підтримувати цілісність і актуальність інформації в межах усієї бази даних. Первинні ключі відіграють фундаментальну роль у забезпеченні логічної цілісності та ефективності реляційних баз даних. Їх використання гарантує унікальну ідентифікацію кожного запису в таблиці, що є необхідною умовою для підтримки референційної цілісності та запобігання порушення обмежень бази даних. Крім того, первинні ключі оптимізують процеси пошуку,

оновлення та видалення даних, підвищуючи загальну продуктивність системи. Відсутність або неправильне визначення первинних ключів може призвести до виникнення таких проблем, як дублювання даних, некоректні результати запитів та порушення логічної структури бази даних.

У ході проведеного дослідження було встановлено, що ключі відіграють критичну роль у проєктуванні та управлінні реляційними базами даних. Вони забезпечують унікальність даних у межах таблиць, запобігаючи дублюванню записів і сприяючи підтримці цілісності системи.

Літературні джерела

1. Сидоренко В. В., Константинова Л. В., Смірнов С. А. Організація баз даних: Навч. посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2018. 274 с.

2. Загальні відомості про бази даних. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kppk.com.ua/ELLIB/ebook/Gorbenko/IKT/10/10.htm>.

УДК

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ТОРГОВИХ ОБСЯГІВ У СЕРЕДОВИЩІ PYTHON

І. В. Цапро, О. А. Золотухіна

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна,
tsapro.ihor.work@gmail.com*

Мета дослідження – порівняти методи аналізу торгових обсягів за допомогою програмних інструментів Python.

Обсяг торгів є ключовим показником на фінансових ринках. Це може бути загальною кількістю акцій, контрактів, тощо, що торгуються за певний період. Спостерігаючи за обсягом торгів у поєднанні зі зміною ціни, аналітики можуть отримати більш чітке уявлення про ринкову динаміку та силу тенденцій.

Обсяг вважається «паливом», який керує ціновими тенденціями. Він відображає готовність інвесторів купити або продати акції за певною ціною. Тобто діє як міра сили, що стоїть за рухом цін, забезпечуючи відчуття «підтримки» або «тиску» на ринку [1].

У відповідній роботі Rui Oliver [2] досліджено зв'язок між прибутковістю, обсягом і волатильністю фондових індексів. Результати показують позитивну кореляцію між обсягом торгів і абсолютним значенням зміни курсу акцій.

Для аналізу торгових обсягів розроблено відповідні інструменти. Оп-Balance Volume (OBV) – це технічний індикатор імпульсу, який використовує обсяг для прогнозування зміни ціни [3]. Він базується на основі сукупного загального обсягу:

$$OBV_t = \begin{cases} OBV_{t-1} + V_t, & C_t > C_{t-1}, \\ OBV_{t-1} - V_t, & C_t < C_{t-1}, \end{cases}$$

де C_t і V_t – ціна закриття та обсяг торгів відповідно в момент часу t . За визначенням, OBV збільшується, коли ціна зростає, і навпаки.

А індикатор Money Flow Index (MFI) – це осцилятор, який використовує дані про ціну та обсяг для визначення сигналів перекупленості або перепроданості активу [4]:

$$MFI_t(p) = 100 \frac{MFT_t^+(p)}{MFT_t^+(p) + MFT_t^-(p)}$$

де $MFT_t^+(p)$ – це позитивний грошовий потік, а $MFT_t^-(p)$ – негативний грошовий потік:

$$MFT_t^+(p) = \sum_{\tau=t-p+1}^t \max(0; \text{sgn}(TP_\tau - TP_{\tau-1}) \cdot MF_\tau)$$

та

$$MFT_t^-(p) = \sum_{\tau=t-p+1}^t \max(0; \text{sgn}(TP_{\tau-1} - TP_\tau) \cdot MF_\tau),$$

де MF_τ це грошовий потік:

$$MF_t = TP_t \cdot V_t,$$

де V_t – це торгові обсяги, а TP_t – середнє значення ціни.

Індекс накопичення/розподілу – це індикатор, призначений для співвідношення ціни та обсягу, який нібито діє як провідний індикатор руху цін і використовується для виявлення розбіжностей між обсягом і ціною (тобто слабкості тренду) [5]:

$$A/D_t = A/D_{t-1} + V_t \cdot CLV_t,$$

де A/D_t – це попереднє значення індикатора, а CLV_t – ціна:

$$CLV_t = \frac{(close - low) - (high - close)}{high - low}$$

де $close$ – ціна закриття, low – найменша ціна, а $high$ – найбільша ціна.

Механістичний підхід [6] представляє спробу узагальнення прийомів технічного аналізу, спираючись на фізичні принципи. Силу, з якою рухаються обсяги, ми розраховуємо як силу в класичній механіці $F = mg$. Ми можемо

ввести поняття “маси” $m(t) = \frac{V(t)}{<V>_\tau \tau}$ і “швидкості” $v(t) = \frac{\Delta x}{\tau}$ через стандартне поняття фізичного моменту:

$$\tilde{R}_\tau = p(t) = \sum_{i=t}^{t+\tau-1} m(i)v(i).$$

На рис. 1 зображено ціну (Price) торгові обсяги (Volume) та індикатори на даних торгової пари BTC/USDT з 1 квітня по 1 вересня 2024 року. OBV підтверджує тренди, відстежуючи кумулятивний обсяг, показуючи зниження під час падіння ціни, що робить його корисним для перевірки тренду, але менш ефективним для визначення умов перекупленості та перепроданості. Механістичний імпульс використовує підхід, заснований на фізиці,

висвітлюючи моменти ринкової сили, такі як різкий негативний імпульс у липні 2024 року, який сигналізує про сильні зміни ціни та обсягу, але може переоцінювати незначні коливання. MFI непогано позначає умови перекупленості та перепроданості, як-от сигнал перекупленості в серпні 2024 року, що передбачає корекцію ціни, хоча він схильний до помилкових сигналів у тривалих трендах. Індикатор A/D виявляє розбіжності між ціною та обсягом, показуючи послаблення купівельного тиску в середині липня, що допомагає визначити слабкі тенденції.

Для отримання даних з біржі “Binance” використовувалась бібліотека `ccxt`, для підготовки даних та розрахунку індикаторів – `numpy`, `pandas`. Для візуалізації використано пакет `Plotly`.

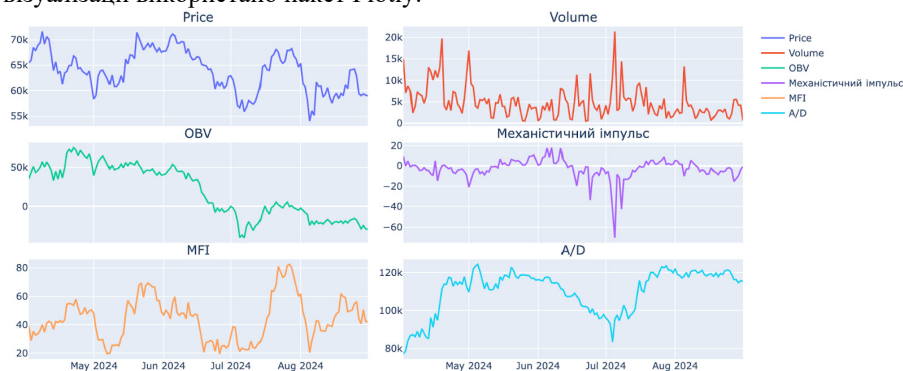


Рисунок 1 - Ціна, торгові обсяги та індикатори BTC/USD з 1 квітня по 1 вересня 2024р.

Отже за допомогою аналітичних інструментів у середовищі Python досліджено, що хоча кожен індикатор має свої переваги, вони також мають обмеження, особливо у виявленні певних ринкових умов. Поєднання кількох методів може забезпечити повніше уявлення про ринкові тенденції та рух цін.

Літературні джерела

1. L. Blume, D. Easley, and M. O'Hara, "Market Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume," **The Journal of Finance**, vol. 49, no. 1, pp. 153–181, 1994, doi: 10.2307/2329139.
2. O. Rui, G.-m. Chen, and M. Firth, "The Dynamic Relation Between Stock Returns, Trading Volume, and Volatility," **The Financial Review**, vol. 36, pp. 153–173, 2001, doi: 10.1111/j.1540-6288.2001.tb00024.x.
3. W. Tsang and T. Chong, "Profitability of the On-Balance Volume Indicator," **Economics Bulletin**, vol. 29, pp. 2424–2431, 2009.
4. P. Marek & V. Marková, *Optimization and Testing of Money Flow Index*, 2020.
5. S. Shanmugam, "A Study on Accumulation and Distribution Indicator for Trading in Indian Stock Market," vol. 48, pp. 167–172, 2024.
6. M. Ausloos and K. Ivanova, "Mechanistic approach to generalized technical analysis of share prices and stock market indices," **European Physical Journal B**, vol. 27, 2002, doi: 10.1140/epjb/e20020144.

УДК 351.746.2

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ДЕРЖАВИ: ОТРИМАННЯ Е-ПАСПОРТА

В. Н. Цівка

*Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна,
v.tsivka_fit_1_21_b_d@knute.edu.ua*

Цифрова трансформація стала ключовим етапом у розвитку державних послуг, який передбачає зміну традиційних методів їх надання на більш ефективні та зручні для громадян. Використання цифрових технологій дозволяє державним установам не лише спростити процеси, але й зробити їх доступними для всіх категорій населення. Це, у свою чергу, підвищує рівень прозорості та довіри до державних інституцій. Одним із найяскравіших прикладів цифрової трансформації в Україні є впровадження е-паспорта, який демонструє сучасний підхід до електронного урядування.

Цифрова трансформація державних послуг охоплює впровадження сучасних інформаційних систем, онлайн-платформ для надання е-послуг та мобільних додатків, таких як "Дія". Основні аспекти цієї трансформації в державному управлінні включають автоматизацію процесів, спрощення процедур отримання офіційних документів, зокрема е-паспорта, а також навчання державних службовців роботі з новими технологіями. Важливою частиною цього процесу є залучення громадян через онлайн-платформи та адаптація законодавства до нових технологічних реалій [1].

Е-послуги, зокрема е-паспорт, мають вирішальне значення в процесі цифровізації, роблячи державні послуги доступнішими для всіх категорій громадян, зменшуючи витрати часу та ресурсів. Вони підвищують ефективність надання послуг, прискорюючи процеси обробки заявок і зменшуючи рівень бюрократії. Впровадження е-паспортів сприяє прозорості державних послуг, мінімізує ризики корупції та підвищує рівень довіри між громадянами і державними інституціями [2]. Це також стимулює інновації та адаптацію держави до сучасних викликів, що забезпечує стабільний розвиток електронного урядування. Процес отримання е-паспорта складається з етапів:

1. Підготовка документів: Громадянин збирає необхідні документи, такі як ідентифікаційний код, свідоцтво про народження тощо.
2. Подача електронної заяви: Заява подається через портал "Дія", де громадянин заповнює форму і прикріплює електронні копії документів.
3. Верифікація даних: Державні органи перевіряють подані дані на відповідність базам інформації.
4. Отримання е-паспорта: Після підтвердження, громадянин отримує е-паспорт, який доступний у мобільному додатку "Дія".

З огляду на наведені етапи, моделювання процесу отримання е-паспорта є важливим кроком у вивченні цифрових технологій у державному управлінні. Візуалізація цього процесу не лише спростить його розуміння, але й допоможе виявити можливості для оптимізації та вдосконалення, що в свою чергу сприятиме підвищенню ефективності надання е-послуг у майбутньому.

Основним призначенням моделювання бізнес-процесів є не тільки побудова графічного прояву про те, як відбуваються процеси, але й визначення можливих точок оптимізації, уникнення помилок і підвищення загальної ефективності роботи системи. У контекстних електронних послугах, таких як ті, що надаються через застосунок «Дія», це особливо важливо, всі процеси часто мають бути швидкими, прозорими та зручними для користувачів, а помилки або затримки можуть призвести до серйозних негативних наслідків для громадян і державних структур.

Серед найбільш розширених методів моделювання варто виділити такі, як IDEF0, DFD, BPMN та UML. Кожне з цих підходів використовується для різних типів моделювання, що робить їх більш або менш відповідними для конкретних завдань (табл. 1).

Таблиця 1 – Методи моделювання

Метод	Основні особливості	Переваги	Недоліки
IDEF0	Моделює функції та взаємозв'язки на високому рівні.	Простота, зрозумілість функціональних зв'язків.	Недостатня деталізація, обмежене моделювання даних.
DFD	Моделює потоки даних між процесами.	Чітке уявлення про потоки даних, зручний для інформаційних систем.	Не фокусується на функціях та взаємодіях.
BPMN	Стандарт для моделювання бізнес-процесів з багатьма символами.	Висока деталізація, підходить для складних процесів.	Може бути занадто складним для простих моделей.
UML	Використовується в розробці ПЗ через різні типи діаграм.	Універсальність, моделювання структур і функцій.	Складний для бізнес-процесів, важкий для нефахівців.

Для побудови моделі обслуговування клієнта відділом обслуговування клієнтом інтернет-магазину обрано нотації IDEF0, DFD та програмне забезпечення Erwin Process Modeler.

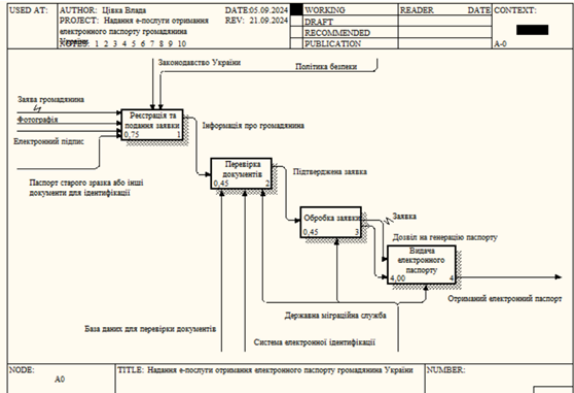


Рисунок 1 - Моделювання процесу надання е-послуги з отримання електронного паспорта за методом IDEF0

Аналіз впровадження е-послуг, зокрема е-паспорта, показав, що цифрова трансформація відіграє ключову роль у модернізації державного управління. Електронні документи полегшують взаємодію громадян з державними органами, підвищуючи ефективність і прозорість процесів. Завдяки платформі "Дія" громадяни отримують послуги швидше та зручніше, що сприяє підвищенню довіри до державних інституцій. Цифрові технології стимулюють розвиток електронного урядування і відкривають нові можливості для активної участі населення у державних процесах.

Літературні джерела

1. Козак, Т. В. (2020). Цифрова трансформація державного управління: теорія та практика. Науковий вісник Ужгородського національного університету, (43).
2. Гончаренко, О. В. (2021). Електронні послуги в Україні: стан та перспективи. Державне управління: удосконалення та розвиток, (1).
3. С. В Козир, В. В Слесарев, С. А Ус, Т. В Хом'як. МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕІНЖІНІРИНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ. Дніпро : НТУ «ДП», 2022. 164 с. URL: [https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/book/Book_MРБП\(NYUDP\).pdf](https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/book/Book_MРБП(NYUDP).pdf).
4. Міністерство цифрової трансформації України. (2023). Офіційний сайт. <https://thedigital.gov.ua>.

УДК 004.048:37]:17(045)

ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТУ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ

М. В. Лєдок

*Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»
Харківської обласної ради, м. Харків, Україна, e-mail: marinaledok1987@hgpakh.ukr.education*

Штучний інтелект (ШІ) стрімко розвивається і все більше проникає в різні сфери життя, в тому числі й в освіту. З одного боку, ШІ відкриває нові можливості для персоналізації навчання, автоматизації рутинних завдань і підвищення ефективності освітнього процесу. З іншого боку, впровадження ШІ в освіту супроводжується цілим рядом етичних питань, які потребують уважного розгляду.

Використання ШІ в освітньому процесі відкриває безліч можливостей для персоналізації, адаптації та автоматизації навчання. Штучний інтелект здатен створювати індивідуальні навчальні програми, що підлаштовуються під потреби кожного здобувача. Він може адаптувати навчальні матеріали та завдання залежно від рівня знань та реакцій здобувача. Крім того, ШІ автоматизує багато аспектів освітнього процесу – від оцінювання до надання миттєвого зворотного зв'язку та рекомендацій щодо подальших кроків у

навчанні, тим самим звільняючи час викладача для більш особистої взаємодії із здобувачами.

Зупинимось на деяких аспектах використання ІІІ в освіті.

Адаптивне навчання. Дає можливість відстежувати прогрес кожного здобувача та оперативно інформувати викладача про труднощі в засвоєнні матеріалу.

Персоналізація навчання. Дозволяє створювати індивідуальні навчальні траєкторії, адаптуючи матеріал до темпу і стилю навчання здобувачів.

Автоматизація рутинних завдань. ІІІ виконує рутинні завдання, такі як перевірка робіт та оцінювання тестів, що дає викладачам змогу зосередитися на творчих і комунікативних аспектах навчання.

Розвиток нових форм взаємодії. ІІІ-асистенти забезпечують індивідуальну підтримку, відповідають на запитання та допомагають у розв'язанні проблем.

Створення інтерактивних навчальних матеріалів. ІІІ дозволяє розробляти цікаві та ефективні навчальні ресурси, такі як віртуальні лабораторії, симуляції та ігри.

Аналіз даних. ІІІ аналізує великі обсяги даних про навчання, виявляючи сильні та слабкі сторони здобувачів і прогножуючи потенційні проблеми.

Загалом, впровадження штучного інтелекту в освітній процес надає нові перспективи для підвищення якості та доступності освіти, а також сприяє створенню більш захопливих і результативних навчальних середовищ. Проте, попри великий потенціал використання штучного інтелекту в освіті, важливо ретельно враховувати етичні питання, які необхідно враховувати для забезпечення безпеки, справедливості та конфіденційності.

Зупинимось на основних етичних аспектах використання штучного інтелекту в освіті:

1. Використання персональних даних здобувачів для навчання ІІІ ставить під загрозу їхню конфіденційність, що потребує надійних заходів безпеки.

2. ІІІ адаптує навчання індивідуально, але алгоритми можуть бути упередженими. Важливо виявляти та усувати такі упередження, щоб забезпечити справедливість освітнього процесу.

3. ІІІ може автоматизувати оцінювання знань здобувачів, але виникає питання справедливості. Алгоритми оцінюють за шаблонами, не враховуючи індивідуальні обставини, що може призвести до неправильних висновків про успішність здобувачів.

4. Автоматизація навчання за допомогою ІІІ дозволяє викладачам зосередитися на важливіших аспектах, звільняючи їх від рутинних завдань. Проте залежність від автоматизованих систем може знизити значення безпосередньої взаємодії між викладачем і здобувачем, що є важливим для розвитку критичного мислення та емоційного інтелекту.

5. Важливим аспектом є відповідальність за помилки, які може допускати ІІІ. Необхідно забезпечити прозорість у використанні ІІІ, щоб учасники освітнього процесу розуміли принципи роботи систем і могли оцінити ризики.

6. ШІ має бути розроблений відповідно до етичних принципів, що відображають освітні цінності. Це вимагатиме співпраці між розробниками, освітянами та етиками для створення справедливих і безпечних алгоритмів.

Отже, ШІ стає невід'ємною частиною освітнього процесу, відкриваючи нові можливості для персоналізації навчання, автоматизації рутинних завдань

і підвищення ефективності навчання. Зокрема, він дозволяє створювати адаптивні навчальні траєкторії, автоматизувати оцінювання, а також розвивати нові форми взаємодії між викладачами та здобувачами. Проте впровадження ШІ в освіту також супроводжується численними етичними викликами, які потребують ретельного аналізу. Забезпечення конфіденційності даних, уникнення упередженості в алгоритмах, справедливості у процесі оцінювання, відповідальності за помилки ШІ та етичне програмування – це ключові аспекти, які необхідно враховувати. Лише шляхом усвідомленого та етичного використання ШІ можна досягти його потенціалу для покращення якості та доступності освіти.

Літературні джерела

1. Громова І. І. Система підготовки майбутніх вчителів до використання технологій штучного інтелекту / І. І. Громова, Н. В. Мартинюк, О. В. Шевченко // Інформаційні технології в освіті. – 2020. – № 39. – С. 19–33.

2. Чепіль Т. В. Використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі підготовки майбутніх учителів / Т. В. Чепіль // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Педагогічні науки». – 2019. – Вип. 25. – С. 128–133.

УДК 004.8

ПРОБЛЕМИ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В КОНТЕКСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

М. В. Крихівський, С. М. Крихівська

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15; mykhailo.krykivskyi@nuing.edu.ua

У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною частиною багатьох сфер життя, від медицини та освіти до промисловості та розваг. З розвитком технологій взаємодія людини з ШІ стає все більш поширеною та складною. Це породжує нові виклики та проблеми, які потребують ретельного дослідження та вирішення.

ШІ вже зараз використовується для автоматизації рутинних завдань, аналізу великих обсягів даних та прийняття рішень. Це значно підвищує ефективність та продуктивність у різних галузях. Однак, зростаюча роль ШІ також піднімає питання безпеки, етики та відповідальності.

Однією з ключових проблем є забезпечення безпеки та надійності ШІ-систем. Помилки або збої в роботі таких систем можуть мати серйозні наслідки,

особливо в критичних галузях, таких як медицина або транспорт. Дослідження в цій сфері допомагають розробляти методи для запобігання аваріям та підвищення надійності ІІІ.

Використання ІІІ піднімає багато етичних питань [1], таких як прозорість алгоритмів, захист персональних даних та відповідальність за дії автономних систем. Важливо досліджувати ці аспекти, щоб забезпечити справедливе та етичне використання ІІІ в суспільстві.

Автоматизація та впровадження ІІІ можуть призвести до змін на ринку праці, включаючи зникнення деяких професій та появу нових. Дослідження допомагають зрозуміти ці процеси та розробити стратегії для адаптації працівників до нових умов.

Взаємодія з ІІІ може впливати на психічне здоров'я користувачів, викликаючи стрес або тривожність. Дослідження в цій сфері допомагають розробляти інтерфейси та методи взаємодії, які знижують негативний вплив на користувачів.

Використання ІІІ може викликати стрес або тривожність у користувачів, особливо якщо вони відчують, що не контролюють ситуацію або не розуміють, як працює технологія. Це може бути пов'язано з відчуттям невизначеності або страхом перед помилками, які можуть мати серйозні наслідки. Надмірне використання технологій, включаючи ІІІ, може призводити до соціальної ізоляції, оскільки люди можуть проводити менше часу в реальному спілкуванні з іншими.

Постійна взаємодія з цифровими пристроями може призводити до залежності, що негативно впливає на сон, настрій та загальне психічне здоров'я. Дослідження в цій сфері спрямовані на розробку інтерфейсів та методів взаємодії, які знижують негативний вплив на користувачів. Це включає створення більш інтуїтивних та зрозумілих інтерфейсів, які зменшують стрес від використання технологій.

Важливо також розробляти програми та інструменти, які допомагають користувачам керувати своїм психічним здоров'ям, наприклад, через медитацію, фізичну активність або інші методи релаксації. Ці аспекти підкреслюють важливість відповідального підходу до розробки та використання ІІІ, щоб мінімізувати його негативний вплив на психічне здоров'я користувачів.

Отже, дослідження проблем взаємодії людини та штучного інтелекту є надзвичайно важливим для забезпечення безпечного, етичного та ефективного використання ІІІ в різних сферах життя. Це дозволяє не лише вирішувати поточні проблеми, але й передбачати та запобігати можливим викликам у майбутньому.

Літературні джерела

1. Додонова В. І., Додонов Р. О. Проблеми і перспективи взаємодії людини та штучного інтелекту / Гуманітарні студії: Педагогіка, Психологія, Філософія, 13(3), 2022. – С. 158-168.

УДК 378:004

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ

Газукін Є.А., Вейдер Т.М.

Приазовський державний технічний університет, Дніпро, Україна

Цифровізація послуг у контексті освітнього процесу є одним із ключових напрямків розвитку сучасних освітніх систем. Вона зачіпає не лише організацію навчального процесу, а й його якість, доступність та адаптацію до змінних умов глобального інформаційного суспільства. Перехід від традиційних методів навчання до цифрових технологій сприяє модернізації освітніх програм, підвищенню ефективності взаємодії між викладачами та студентами, а також покращенню управління освітніми установами. Цифровізація у широкому сенсі є процесом інтеграції цифрових технологій в усі аспекти людської діяльності, зокрема й у освіту. В освітньому контексті під цифровізацією розуміється використання інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) для надання освітніх послуг та підтримки навчального процесу. Вона включає впровадження електронних навчальних платформ, цифрових ресурсів, систем управління навчанням (LMS) та інших цифрових інструментів.

Цифрові освітні послуги є комплексними рішеннями, заснованими на використанні інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для надання освітніх ресурсів та забезпечення навчального процесу в цифровому форматі. Цифрові освітні послуги включають у себе широкий спектр цифрових інструментів і платформ, які дозволяють здійснювати як дистанційне, так і гібридне навчання, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів через інтернет. Включені до цього процесу технології варіюються від простих електронних навчальних посібників до складних систем управління навчанням, віртуальних лабораторій, штучного інтелекту та інших інноваційних рішень [1].

Цифрові освітні послуги охоплюють усі аспекти навчального процесу: від розробки контенту до взаємодії між викладачем та студентом, перевірки знань та оцінки успішності. Це робить їх важливим інструментом забезпечення гнучкості та доступності освітнього процесу, особливо в умовах, коли традиційні методи навчання можуть бути утруднені або неможливі. Цифровізація освітнього процесу охоплює широкий спектр завдань, починаючи від модернізації навчальних програм та закінчуючи покращенням взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу – студентами, викладачами та адміністрацією освітніх закладів [2].

Цифровізація сприяє трансформації методики викладання. Традиційні лекції та семінари доповнюються або замінюються мультимедійними презентаціями, відеоуроками, вебінарами та іншими інтерактивними форматами. Викладачі можуть використовувати системи управління навчанням для відстеження успішності студентів, надання зворотного зв'язку та організації дистанційної взаємодії. У свою чергу студенти отримують можливість брати участь у

навчальному процесі більш активно, в тому числі завдяки інтерактивним завданням та груповій роботі у віртуальному середовищі. Цифровізація послуг в освітньому процесі робить освіту доступнішою. Сучасні цифрові технології дозволяють отримувати знання з будь-якої точки світу, що є особливо актуальним для студентів, які проживають у віддалених регіонах, на окупованій території або не мають можливості відвідувати навчальні заклади у традиційному форматі. Онлайн-курси, відеолекції та вебінари уможливають навчання в режимі реального часу або в зручний для студента час [3].

Однією з головних переваг цифровізації є підвищення якості освітнього процесу. Цифрові технології дозволяють зробити навчання більш персоналізованим. Студенти можуть обирати курси, які відповідають їхнім інтересам та потребам, а також проходити навчання у зручному для них темпі. Системи управління навчанням можуть адаптувати завдання та тести під рівень знань кожного студента, що підвищує мотивацію до навчання. Цифровізація також сприяє покращенню управління освітніми установами. Автоматизація процесів, таких як запис на курси, оцінка результатів, облік відвідуваності та управління розкладом, дозволяє адміністраціям навчальних закладів оптимізувати робочі процеси та зосередитись на підвищенні якості освіти.

Незважаючи на очевидні переваги цифровізації, існує низка викликів, які необхідно враховувати під час її впровадження. Одним із головних викликів є недостатня підготовленість деяких освітніх закладів та викладачів до роботи з цифровими технологіями. Не всі педагоги мають достатні навички для використання ІКТ в освітньому процесі, що може негативно позначатися на якості навчання. Крім того, цифровізація потребує значних інвестицій у технічну інфраструктуру. В ідеальних умовах освітні установи мають забезпечувати своїх студентів та викладачів сучасним обладнанням та програмним забезпеченням, що може бути проблематично, особливо для державних навчальних закладів з обмеженим бюджетом [4].

Незважаючи на проблеми, перспективи цифровізації освітніх послуг є багатообіцяючими. У майбутньому очікується подальшого зростання популярності дистанційного та змішаного навчання, впровадження технологій штучного інтелекту для автоматизації навчального процесу та розробки нових форматів взаємодії викладачів та студентів. Крім того, цифровізація відкриває нові можливості для інтернаціоналізації освіти. За допомогою онлайн-курсів та міжнародних освітніх платформ студенти можуть отримувати доступ до навчальних програм провідних університетів світу, не залишаючи своєї країни. Це сприяє обміну знаннями та культурним досвідом, що особливо важливо в умовах глобалізації.

Літературні джерела

1. Горбань Ю. І., Олійник О. М., Кобижча Н. І. Цифровізація освітнього процесу в контексті реалій інформаційного суспільства. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2024. Том 7. Вип. 1. С. 24-37. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.7.1.2024.306996>

2. Литвиненко О. Трансформація освіти: Можливості цифрового освітнього середовища. Розвиток професійної компетентності педагогічних працівників в умовах неперервної освіти. 2023. Вип. 59. С. 196-201.

3. Сисоева С. Цифровізація освіти: педагогічні пріоритети. Освіта і суспільство. 2021. Вип. 10-11. С. 8-9. URL: https://naps.gov.ua/ua/press/about_us/2545/.

4. Іщенко А.Ю. Національна платформа цифрової освіти як пріоритетний інструмент оновлення вітчизняної освітньої системи. Національний інститут стратегічних досліджень. 5с. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-05/cyfrova-osvita.pdf>.

УДК 004.65

РЕЛЯЦІЙНІ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНІ БАЗИ ДАНИХ: ОСОБЛИВОСТІ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ

Ю. С. Романова, Р. Б. Вовк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: yuliana.romanova-po231@nung.edu.ua*

Сучасні інформаційні технології значно змінили підходи до зберігання та обробки даних, що призвело до розвитку різних моделей баз даних, серед яких ключове місце займають реляційні та нереляційні бази даних. Вибір конкретного типу бази даних значною мірою визначається вимогами конкретної системи та специфікою оброблюваних даних.

Бази даних є невід'ємною складовою багатьох галузей діяльності, де необхідно зберігати, організовувати та обробляти великі обсяги інформації. Вони можуть бути описані як сховища даних, до яких ми звертаємося майже щоденно, часто навіть не усвідомлюючи цього. Приклади їхнього використання включають розклад занять в університетах, телефонні книги, соціальні мережі, списки покупок. Хоча зазвичай бази даних асоціюються з таблицями або списками, насправді існує безліч їх типів, зокрема графові або документо-орієнтовані бази даних.

Реляційні бази даних характеризуються зберіганням даних у форматі таблиць, що мають сувору структуру та взаємозв'язки між елементами [1]. Такий підхід забезпечує цілісність і взаємозв'язок даних, що сприяє їх чіткій структуризації. Це робить реляційні бази даних надійними, гнучкими та стабільними. Важливою характеристикою реляційної моделі є сувору структурованість даних, де кожен елемент має чітко визначений тип і взаємозв'язки з іншими елементами.

Нереляційні бази даних представляють альтернативний підхід до зберігання даних, що з'явився у відповідь на потреби обробки великих обсягів неструктурованої інформації, які не піддаються ефективній структуризації в традиційних реляційних моделях. Нереляційні бази даних, не мають чіткої

структури та зв'язків між даними. Вони можуть зберігати різномірні документи, включаючи зображення, відео та публікації в соціальних мережах [1]. Важливо зазначити, що нереляційні БД не підтримують SQL-запити, що може ускладнювати роботу з ними. Ці два підходи до зберігання даних відрізняються, але обидва широко використовуються в різних галузях. Реляційні бази даних мають типізовану структуру, тоді як нереляційні бази є динамічними [2, 3].

Ключовою різницею між реляційними та нереляційними базами є підхід до структурування даних. Реляційні бази орієнтовані на строгість і взаємозв'язок між даними, що робить їх оптимальними для складних систем, де важлива транзакційність та узгодженість даних. Натомість нереляційні бази пропонують більшу гнучкість і масштабованість, що є вирішальним фактором для динамічних систем з нерегламентованими або швидко змінними даними.

Основними сферами застосування баз даних є інтернет-сервіси, бізнес та фінанси. Веб-сайти та онлайн-платформи спираються на бази даних для зберігання профілів користувачів, контенту, коментарів, транзакцій та іншої інформації. У фінансовій сфері бази даних допомагають вести облік транзакцій та фінансових операцій, а в освітніх і наукових галузях вони використовуються для зберігання й обробки великих обсягів даних.

У сучасному світі інформаційні технології відіграють ключову роль у функціонуванні будь-якої організації, а дані стали одним з найцінніших ресурсів. Ефективне зберігання, обробка та управління даними є критичними для успіху. Для цього використовуються системи керування базами даних (СКБД), які є спеціалізованим програмним забезпеченням, що дозволяє створювати, управляти та маніпулювати базами даних. СКБД виступає посередником між користувачами або додатками та фізичним зберіганням даних [4].

При виборі між реляційними та нереляційними базами даних перевага часто надається реляційним через їх високу надійність та узгодженість даних. Вони є універсальними та підходять для вирішення більшості завдань. Реляційні бази даних – це перевірений часом інструмент, тоді як нереляційні бази даних є відносно новими рішеннями. З іншого боку, NoSQL-бази даних відзначаються гнучкістю та можливістю зберігати дані без жорсткої структури, що робить їх ідеальними для обробки великих обсягів інформації в реальному часі. Соціальні мережі, потокові платформи та онлайн-магазини часто використовують NoSQL для роботи з динамічним контентом.

Отже, вибір типу бази даних залежить від специфічних вимог проекту, оскільки різні системи мають унікальні потреби щодо зберігання та обробки даних. У деяких випадках може бути необхідним гібридний підхід, що поєднує різні типи баз даних для досягнення оптимальної продуктивності. Для прийняття такого рішення потрібні глибокі знання та досвід спеціалістів у цій сфері. Від вибору архітектури до забезпечення продуктивності та безпеки — всі ці аспекти є ключовими для успішної реалізації баз даних.

Літературні джерела

1. Альтернативна наука Віталія Сема. – [Електронний ресурс] URL: <https://alternativescience.net> (дата звернення 28.09.2024).
2. Б. В. Ковтун, А. М. Манич, О.В.Романюк Порівняльна характеристика реляційних та NoSQL баз даних. Вінниця: Вінницький національний технічний університет.
3. SQL & NoSQL Databases: Models, Languages, Consistency Options and Architectures for Big Data Management" by Andreas Meier and Michael Kaufmann – 2019. - ISBN: 978-3319533163
4. Sigma Software University [Електронний ресурс] URL: <https://university.sigma.software/what-is-database/> (дата звернення 29.09.2024).

УДК 005.591.6:004.89

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

О. І. Чекан, Н. В. Микитенко

*Державний торговельно-економічний університет вулиця Кіото, 19, Київ, Україна, 02156
o.chekan_fetp_15_21_b_d@knute.edu.ua*

Автоматизація виробничих процесів за допомогою інтелектуальних інформаційних систем (ІС) є однією з ключових тенденцій сучасної промисловості, яка охоплює широке застосування цифрових технологій: штучного інтелекту, систем машинного навчання, Інтернету речей (IoT) та великих даних (Big Data), що дозволяють оптимізувати всі етапи виробництва.

Існують чисельні переваги автоматизації за допомогою ІС: збільшення продуктивності виробництва, підвищення швидкості виконання завдань і якості продукції завдяки постійному контролю та оптимізації процесів; зниження виробничих витрат, адже автоматизація зменшує потребу в ручній праці, покращує використання ресурсів і знижує витрати на технічне обслуговування; підвищення гнучкості виробництва (можливість швидко налаштувати виробничі лінії під нові продукти або змінювати обсяги виробництва); постійний моніторинг і автоматичне коригування процесів, що зменшує кількість браку та забезпечує відповідність продукції стандартам якості [1].

В контексті розглянутих переваг виділяють достатньо прикладів успішного впровадження інтелектуальних інформаційних систем (табл. 1 [2-5]).

Ці приклади доводять, що використання ІС дозволяє компаніям досягати значного підвищення ефективності, якості продукції, продуктивності праці та зниження витрат. Інтеграція ІІІ-технологій у виробничі процеси стає важливим чинником конкуренції на сучасному ринку.

Таблиця 1 Досвід успішного впровадження інтелектуальних інформаційних систем

Приклад	Опис
Siemens (Німеччина) – виробничі системи з використанням Індустрії 4.0	Siemens активно впроваджує технології Індустрії 4.0 на цифровому підприємстві у Амберзі. Завод повністю автоматизований і використовує системи штучного інтелекту, Інтернет речей (IoT) та цифрових двійників для моніторингу та керування виробничими процесами. За допомогою цифрових систем Siemens оптимізовано виробничий цикл, зменшивши час простою обладнання і збільшивши швидкість обробки замовлень. Завдяки інтеграції робототехніки та ШІ систем, рівень браку продукції зменшився на 12%, що покращило загальну якість товарів. Підприємство досягло 75% автоматизації процесів, що збільшило продуктивність на 20%. Використання інтелектуальних інформаційних систем знизило витрати на технічне обслуговування та енергоспоживання на 15%.
General Electric (США) – використання Predix для оптимізації виробничих процесів	Electric (GE) впровадила платформу Predix, яка базується на IoT та великих даних, для управління своїми заводами та виробничими лініями. Ця платформа забезпечує збір, аналіз та обробку даних у реальному часі для покращення процесів. Predix дозволяє GE аналізувати дані з тисяч сенсорів на обладнанні, прогнозувати несправності та оперативно реагувати на можливі проблеми. Використання аналітичних даних для налаштування параметрів виробництва зменшило брак продукції на 10%. Платформа Predix допомогла знизити час простою обладнання на 20% і підвищити швидкість виробничих процесів. Завдяки прогнозуванню поломок обладнання, витрати на технічне обслуговування знизилися на 25%, що зменшило операційні витрати.
Procter & Gamble (США) – ПС для контролю якості	Procter & Gamble впровадила системи ШІ та машинного навчання для моніторингу якості продукції в режимі реального часу, що дозволяє автоматично виявляти дефекти на виробничих лініях. Системи забезпечують автоматичне налаштування обладнання під час виявлення проблем та миттєво усувати відхилення. Кількість дефектної продукції знизилася на 8%. Система підвищила продуктивність виробничих ліній на 15%. Витрати на виробництво зменшилися на 12%.
Toyota (Японія) – використання ШІ для оптимізації логістики	Toyota використовує системи ШІ для управління логістикою та постачанням на своїх заводах. Система аналізує попит на продукцію і координує постачання компонентів у реальному часі. Системи оптимізували процеси постачання, що скоротило час доставки компонентів на 30%. Toyota зменшила кількість виробничих помилок, пов'язаних з дефіцитом комплектуючих, на 15%. Продуктивність праці підвищилася на 10%, завдяки прогнозуванню попиту та оптимальному використанню ресурсів. Витрати на зберігання товарів та компонентів на складах скоротилися на 20%.

Автоматизація виробничих процесів за допомогою ІС є потужним інструментом для підвищення ефективності виробництва та досягнення конкурентних переваг. Вона дозволяє підприємствам швидше адаптуватися до змін, покращувати якість продукції та оптимізувати виробничі витрати.

Літературні джерела

1. Роль штучного інтелекту у виробництві. Автоматизація та ефективність у 2024 році. URL: <https://mediacom.com.ua/rol-shtuchnogo-intelektu-u-virobnitstvi-avtomatizatsiya-ta-efektivnist-u-2024-rotsi/>.
2. Siemens. Без минулого немає майбутнього. URL: <https://www.siemens.com/ua/uk/kompaniya/pro-kompaniyu/istoriya-siemens.html>.
3. Побудова інформаційного суспільства: ресурси і технології : матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 19-20 вересня 2019р. Київ : УкрІНТЕІ, 2019. 404 с.
4. Олешко Т. І., Касьянова Н. В., Смерічевський С. Ф. та ін. Цифрова економіка: підручник. Київ : НАУ, 2022. 200 с.
5. Піжук О. І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. Економіка, управління та адміністрування. 2019. №3 (89). С. 41–46.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В АНАЛІЗІ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

В. М. Вінтоняк, В. Д. Мельник

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, vitalii.vintoniak-ip232@nung.edu.ua, vitalii.melnyk@nung.edu.ua*

Аналіз вимог до програмного забезпечення є ключовим і первинним етапом у розробці кінцевих програмних рішень (ПР) та систем різноманітного призначення та функціонування. Це є важливим аспектом розробки програмних реалізацій, адже саме він дає гарантію, що кінцевий продукт буде відповідати всім нормам, буде адаптивним та функціональним. Цей аспект вимагає багато зусиль та часу, великих затрат зі сторони кваліфікованих працівників та інших видів ресурсів, які повинні ґрунтовно визначати пріоритети потреб усіх зацікавлених сторін та самої системи в цілому. Саме тому для полегшення та покращення реалізації технологій штучного інтелекту (ШІ), функцій управління та контролю в контексті аналізу вимог до розробки програмних рішень інтеграція ШІ дозволить в разі спростити ці процеси та підвищити ефективність усього життєвого циклу розробки ПР [1].

Технологія ШІ здатна уніфікувати та спростувати рутинні завдання в цьому напрямі, а саме збір, класифікацію та обробку відповідних вимог, що, в свою чергу, дозволить розробникам зосередитися на більш важливих аспектах, як-от стратегічне планування та управління ризиками. Наприклад, моделі на основі машинного навчання можуть аналізувати вимоги для виявлення суперечностей, дублювань або відсутності необхідних елементів тощо. Інструменти на основі обробки природної мови (NLP) допомагають у розумінні неструктурованих вимог та автоматизованому формуванні специфікацій. Це, в свою чергу, дозволить скоротити час на аналіз, знизити ймовірність помилок та підвищити якість кінцевого ПР [2].

Ще одним аспектом на основі якого ШІ дозволить спростити, уніфікувати та покращити процес аналізу вимог – це неструктуровані вимоги. Вони є значною частиною розробки ПЗ, що часто надходять у вигляді текстових документів, електронних листів тощо. Такі вимоги можуть містити неповні, дво- та багатозначні дані, що ускладнюють їх розуміння та роботу з ними. Як результат – поява розбіжностей та непорозуміння, значна кількість помилок під час реалізації рішень. Це створює ризики при реалізації програмних продуктів, які не відповідатимуть очікуванням. У цьому випадку слід виокремити основні проблеми роботи з неструктурованими вимогами, а саме: неповноту даних, множинність значень, помилки та розбіжності. Тому саме використання технологій ШІ в свою чергу дозволить уникнути зазначених проблем. Підґрунтям цьому є саме технологія машинного навчання, що навчається на кейсах раніше опрацьованих вимог і генерує в робочому полі відповідні патерни, за допомогою яких дозволяє уникати типових помилок чи повторів. До переваг машинного навчання для вирішення зазначеної проблеми

можна буде віднести такі параметри як швидкість (тут алгоритми зможуть швидко обробляти великі обсяги даних), об'єктивність (усунення суб'єктивних факторів при класифікації та пріоритезації вимог), покращення точності (алгоритми будуть здатні виокремлювати мінімізовані залежності між вимогами, що можуть бути не зазначені людиною) та автоматизація рутинних задач (зменшення аналітичної роботи зі сторони фахівців). Також за допомогою машинного навчання ШІ здатний автоматично виявляти розбіжності, забезпечуючи точність та узгодженість специфікацій. На основі оброблених вимог технології здатні автоматично формувати специфікації, що відповідатимуть стандартам галузі, зменшуючи ручні помилки та прискорюючи написання документації [3].



Рисунок 1 - Складові переваг застосування технологій ШІ для аналізу вимог до ПЗ

Таким чином, реалізація технологій ШІ в аналіз вимог до розробки ПР дозволить зробити цей процес більш точнішим, швидшим і продуктивнішим, що, в кінцевому підсумку, позитивно вплине на весь цикл розробки ПР.

Літературні джерела

1. Khlood Ahmad. Requirements engineering for artificial intelligence systems: A systematic mapping study [Electronic resource] / Mohamed Abdelrazek, Chetan Arora, Muneera Bano, John Grundy // Information and Software Technology. – June 2023. – Volume 158. – P.107176 – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107176> (date of access: 02.10.2024). – Title from screen.
2. K. Ahmad. What's up with Requirements Engineering for Artificial Intelligence Systems? [Electronic resource] / M. Bano, M. Abdelrazek, C. Arora and J. Grundy // 2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference (RE). – Notre Dame, IN, USA. – 2021. – PP. 1-12. – Mode of access: <https://doi.org/10.1109/RE51729.2021.00008> (date of access: 02.10.2024) – Title from screen.
3. Marques, N. Using ChatGPT in Software Requirements Engineering [Electronic resource] / Silva, R.R.; Bernardino, J. // A Comprehensive Review. Future Internet. – 2024. – 16(6), P. 180. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/fi16060180> (date of access: 02.10.2024) – Title from screen.

УДК 37:004:934

RATIONALE BEHIND USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

O. Sovhar

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine, okssov@yahoo.com

In the process of information society development, modern higher education is prioritizing the mastery of information and communication technologies (ICT), as it can yield significant improvements in the learning process quality. Modern society needs a higher education graduate who is a competent person able to make quick and sound decisions and is dedicated to self-development and lifelong learning. Successful careers of future professionals depend on their ability to navigate in the information space, swiftly acquire, use, and transfer information. In present day conditions in Ukraine, the importance of information and communication technologies is increasing; they have become an integral part of the educational process, a factor in its modernization and intensification. The use of the latest technologies can help motivate higher education students, arouse interest in the subject and inspire self-study. Using ICT, teachers can equip the new generation with the skills that society demands. Furthermore, these are the tools that make it possible to attract and encourage higher education students to study. Thanks to information and communication technologies, available in various forms, new opportunities are opening up in communication and education.

Teachers who have been implementing it point out the following arguments in favour of AI:

- artificial intelligence is an innovation without which it is difficult to imagine modern life and the future development of society;
- AI makes it possible to simplify the teacher's work, adds efficiency to it;
- the use of artificial intelligence optimizes and rationalizes the use of time, which can be used more effectively;
- this technology helps to make the educational process more interesting and exciting [2].

Today, the use of artificial intelligence (AI) in the educational process has already become a reality, a plethora of students using it, mostly ChatGPT to cope with homework, when preparing for exams, and working on projects [1]. Among the arguments in favour of the use of AI by students are its ability to promote the development of critical thinking and the ability to perform analysis, their acquisition of skills in working with information, a creative approach to solving problems, the ability to ask questions and analyse their answers, etc. However, Ukrainian teachers currently use a limited range of AI opportunities in education, which is due, on the one hand, to insufficient awareness of this tool, and on the other hand, to insufficient development of training aids based on artificial intelligence in the Ukrainian segment (in particular, for individualization and personalization of training, virtual assistants, etc.).

Teachers' awareness of artificial intelligence is closely related to their digital competence, the possession of which at a sufficient or high level makes the teacher

more adaptable to the modern educational environment and contributes to the quality preparation of students for life in a digital society.

The development of artificial intelligence in recent years was facilitated by certain factors and prerequisites related to the development of technologies:

- development of deep learning;
- increasing data availability;
- increase in computing power;
- increasing the volume and quality of data;
- emergence of new algorithms and network architecture;
- significant developments in the field of natural language;
- exchange of open sources, etc. [1].

An analysis of the capabilities of modern artificial intelligence systems and their integration into the educational system gives reason to single out the following capabilities and perspectives of neural networks:

- personalization and individualization of learning: the use of artificial intelligence provides an opportunity to develop personalized educational programs that take into account the unique features of each student, such as cognitive styles, level of knowledge and skills, motivation, personal goals, etc. They make it possible to adapt educational materials to the learning needs of students, help students with special needs to access quality education that meets their needs, etc;

- the implementation of automatic assessment of the students' knowledge and monitoring of training: separate artificial intelligence systems allow automating the process of assessing and evaluating the progress of students, which leads to a significant reduction in the time required for this process, and a decrease in the probability of errors. In addition to assessment, they provide an opportunity to monitor student progress and provide recommendations for further educational progress;

- widespread use of language and communication technologies thanks to the ability of artificial intelligence to recognize and synthesize speech, perform machine translation, analyse texts, understand context;

- creation of interactive educational environments thanks to virtual or augmented realities for interactive learning and the involvement of students in the educational process;

- ensuring the accessibility of education through the use of virtual assistants or chatbots to support students or perform routine tasks by teachers.

Літературні джерела

1. Holzinger A., Keiblinger K., Holub P., Zatloukal K., Müller H. AI for life: Trends in artificial intelligence for biotechnology / A. Holzinger // *Biotechnol.* – 2023. – Vol. 74. – p.16-24.

2. Scores of Stanford students used ChatGPT on final exams, survey suggests. – Stanford: The Stanford daily, 2023. Available: <https://stanforddaily.com/2023/01/22/scores-of-stanford-students-used-chatgpt-on-final-exams-survey-suggests/>.

УДК 004.912

ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮЖКІВ З ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

С. Є. Євсєєв

Івано-Франківський Університет Нафти і Газу, м. Івано-Франківськ, Україна,
sergiy@yevseyev.ua

Світова пандемія та повномасштабна війна в Україні підкреслили важливість дистанційного навчання як ефективного та гнучкого механізму освіти. У таких умовах, коли традиційні форми навчання обмежені, ми маємо шукати нові інструменти та підходи для забезпечення якісного освітнього процесу.

Сучасний ринок пропонує широкий спектр комерційних інструментів, здатних генерувати різноманітний контент: текст, зображення, відео та аудіо згідно текстових підказок (промптів): *ChatGPT*, *DALL-E*, *Claude AI*, *Google Bard/Gemini*, *Midjourney* та багато інших вже широко використовуються як в звичайному житті, так і в навчальному та академічному просторі [1, 2].

Ці інструменти, засновані на технологіях штучного інтелекту (великих мовних моделях, ВММ), відкривають нові можливості для створення інтерактивних та диференційованих завдань для оцінювання знань у дистанційному освітньому середовищі.

Попри значний потенціал, великі мовні моделі мають свої обмеження:

- **Помилки та неточності:** Моделі можуть генерувати невірну або неповну інформацію та не вмють робити аналіз чи корекцію відповіді самостійно [3]. Це особливо критично в освітньому контексті, де точність є ключовою;
- **Необхідність «Prompt Engineering»:** Для отримання якісного результату важливо правильно формулювати запити (промпти) для інструментів. Під «правильністю» в даному випадку розуміється запит, який змусить систему повернути найточнішу відповідь;
- **Version Lock (фіксація версій):** Оновлення моделей можуть змінювати їх поведінку. Це створює складнощі в забезпеченні стабільності та відтворюваності результатів.
- **Необхідність автоматизованого тестування:** Потрібні додаткові механізми перевірки та валідації отриманих результатів, щоб мінімізувати ризики помилок.

Розуміння цих обмежень є критичним для ефективного використання мовних моделей у контролі знань, враховуючи останні тенденції та сприйняття освітянами цих інструментів [4].

Персоналізація навчання є одним з ключових факторів підвищення його ефективності [5]. Використання мовних моделей дозволяє:

- **Автоматично коригувати питання:** На основі аналізу відповідей студентів моделі можуть адаптувати складність та формулювання питань.

- **Генерувати індивідуальні завдання:** Створення питань, які враховують рівень знань та інтереси кожного студента.
- **Зворотній зв'язок:** Негайне надання розгорнутих відповідей та пояснень допомагає студентам краще зрозуміти матеріал.

Це сприяє кращому засвоєнню знань та підвищує мотивацію до навчання.

Наразі контроль знань в дистанційному навчанні представлений, здебільшого, у вигляді текстових питань та тестів, де треба обрати один або декілька варіантів з запропонованих. Використання сервісів на базі ШІ, які здатні генерувати різнотипний контент, відкриває двері для нових типів питань. Наприклад, у випадку вивчення іноземної мови, замість завдання «опишіть осінній день» можна буде запропонувати учню підготовлену картинку з осіннім пейзажем, де «заховані» декілька ключових елементів, які учень має побачити та вказати у відповіді. Підготовкою різних варіантів картинок також буде займатись велика мовна модель.

Відповідно, використовується найпростіший ланцюжок з трьох ланок: *генератор сценаріїв – генератор картинок – аналізатор відповідей*, де кожна наступна ланка оперує даними, які були отримані на попередньому кроці.

При використанні декількох сервісів або моделей для генерації питань, кожен з них має свою ймовірність помилки. Бажано врахувати, що наявність помилки на якомусь кроці нівелює усі наступні кроки (питання необхідно регенерувати з цього кроку). Необхідно дуже обережно підходити саме до питання *оцінювання відповіді у контексті академічної доброчесності* за допомогою ВММ [6] без участі людини (студент міг використати ВММ при підготовці відповіді, а на умовний «плагіат» чи просту коректність відповіді його перевіряє ВММ чи сторонній сервіс).

ВММ є надзвичайно чутливими до мови промту та його структури. Оскільки в випадку використання ланцюжка моделей людина буде задіяна лише на початковому етапі, то впливати на всі інші етапи оператор не зможе. Відповідно, система має самостійно комунікувати з різними ВММ, використовуючи проміжні сервіси (*адаптери*), які будуть генерувати запити для конкретної моделі з метою отримання оптимального результату. Адаптери матимуть певний набір правил (евристик), які, скоріше за все, потребуватимуть постійного оновлення та актуалізації з урахуванням досвіду користування системою.

Собівартість використання великих мовних моделей у комерційному варіанті є критичним аспектом, який впливає на рішення про їх впровадження в освітніх та інших сферах. ВММ вимагають значних обчислювальних ресурсів для їх навчання та роботи, що безпосередньо впливає на фінансові витрати організацій. Вартість може залежати від обсягу запитів, складності завдань та вимог до швидкодії. Це означає, що масштабне використання цих моделей може стати суттєвим фінансовим навантаженням, включно з відповідною інфраструктурою.

Використання комерційних рішень, які працюють на інфраструктурі власників сервісу, означає, що необхідно дуже чітко окреслювати версії, з

якими може працювати система та мати набір автоматизованих тестів для періодичної перевірки надійності кожного сервісу, оскільки його поведінка може змінитись без попередження.

У підсумку можна відміти, що впровадження ШІ на базі декількох моделей в освітній процес, зокрема в контроль знань, вимагає виваженого та прагматичного підходу, з урахуванням технічних, інфраструктурних, фінансових факторів та обмежень.

Літературні джерела

1. Леонтьєва І. В. ChatGPT в освітньому процесі вищої школи: заборонити не можна використовувати. *Освіта та педагогічна наука*. 2023. № 1 (183). С. 13–23. URL: <http://eps.luguniv.edu.ua/index.php/eps/issue/view/17> (дата звернення: 04.10.2024)

2. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Впровадження штучного інтелекту в освіту шляхом використання ChatGPT. *Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції* : зб. матеріалів Міжнар. науковопракт. інтернет-конф., м. Кропивницький, 21 квіт. 2013 р. 2023. С. 147–149. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/28824> (дата звернення: 04.10.2024)

3. J. Huang et al. Large Language Models Cannot Self-Correct Reasoning Yet *arXiv.org*. URL: <https://arxiv.org/abs/2310.01798> (date of access: 04.10.2024)

4. Androshchuk, A.; Maluga, O. Використання штучного інтелекту у вищій освіті: стан і тенденції // *International Science Journal of Education & Linguistics*. 2024. Т. 3, вип. 2. С. 27-35. DOI: 10.46299/j.isjel.20240302.04

5. Задоріна О., Качан Т., Задорін В. Організація навчання за індивідуальними освітніми траєкторіями за допомогою штучного інтелекту // *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 2 (36)

6. Родінова Н. Л., Логай В. А., Ковальчук М. Б. Імплементация штучного інтелекту в оцінювання якості української освіти: вплив на академічну доброчесність // *Академічні візії*. 2024. № 29.

УДК 004. 056.5

BOTNETS: DETECTION AND PROTECTION

V. I. Bakalo

National Aviation University, Kyiv, Ukraine, Vlad_B212@i.ua

The most dangerous features of botnets are the complexity of detection, size, and ability to operate covertly for a long time. Their detection requires significant efforts from government agencies and private organisations. The number of botnets is constantly growing, as is their financial value. Their goals, ways of infiltration and prevention of detection, and methods of attack are becoming more complex.

Initially, the main targets of bots were attacks on other users and Internet Relay Chat (IRC) servers. Later, such bots were used to launch Denial of Service (DoS) and

Distributed Denial of Service (DDoS) attacks. However, modern botnets are not limited to DDoS attacks or spamming. They are also used for cryptojacking, when infected computers are used to mine cryptocurrencies without the knowledge of their owners. Another common task is the theft of sensitive information, such as bank account credentials or personal data of users [1].

The current generation of bots can spread through file-sharing networks, peer-to-peer (P2P) networks, email applications, infected websites, or pre-installed backdoors. Communication between bots usually takes place via various protocols (IRC, HTTP, P2P). In 2009, the Zeus botnet infected about 3.6 million computers [2]. The Zeus infrastructure is described as 'complex, distributed and diverse, with separate servers for different tasks'. Experts are worried about the fact that Zeus continues to grow rapidly. To date, more than four dozen variants have been described. Zeus actively uses anti-detection techniques: heuristic checks for antiviruses, debuggers, and environment virtualisation. If an analysis attempt is detected, Zeus delivers a fake download and injects ads that can be easily removed. The fake download masks the delivery of much more serious malware.

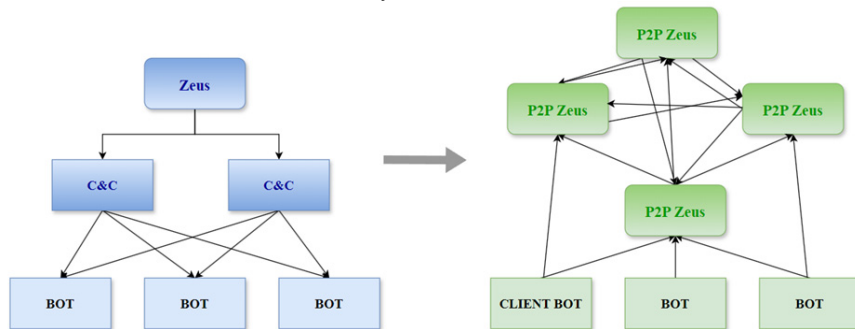


Figure 1 - Evolution of Gameover Zeus botnet

Computers that have outdated or inadequate security software are a prime target for bots. Such systems often lack security updates, making them vulnerable to exploitation. In addition, the lack of anti-virus software or the presence of software with limited functionality simplifies the botmaster's task.

Modern botnets increasingly use encryption to protect their communications from detection and interception. Protocols such as SSL/TLS are used to encrypt data transmitted between bots and the command server. This greatly complicates the work of law enforcement agencies and anti-virus companies, as even if traffic is intercepted, its content remains unavailable for analysis.

DoS attacks disrupt online services, e-commerce platforms and critical infrastructure, resulting in loss of revenue and business downtime. Detecting and mitigating botnet infections requires investment in cybersecurity technologies and incident response teams, which increases the financial burden. Persistent DDoS attacks can make online services unavailable, frustrating customers and damaging companies' reputations. The breach of sensitive data, such as customer records or

confidential information, can lead to negative publicity, loss of customer trust and regulatory scrutiny.

The analysis shows that the industry most affected by bad bots is telecommunications and internet service providers, accounting for 45.7% of this traffic, followed by computers and IT with 41.1%. Botnet attacks often target mobile devices, with mobile clients accounting for 28.1% of bad bot requests.

The first necessary step in preventing botnets is to implement an effective detection technique in the form of an intrusion detection system (IDS), which can be static (signature) or dynamic (behavioural). Most scientific works consider the second type of system.

Current methods focus primarily on detection and rapid response, while relatively little attention is paid to attack prediction. Botnets exhibit malicious behaviour that differs from conventional attacks. Infection often begins with social engineering or exploitation attacks on the victim host, leading to the download of a malicious binary file. If the latter is executed, it can trigger participation in the attack, communication with the control server, or downloading further botnet updates. Assuming that attacks occur in this context, it is possible to model the behavioural stages of an infected computer before and after it participates in an attack [3]. Once such a model is built, it can be used to predict the time of attack start based on the behavioural sequence of the infected host, allowing for early warnings of an attack.

Due to the global nature of botnets, the issue of cooperation between researchers, private institutions and law enforcement agencies from different countries in the fight against botnets is becoming critical.

References

1. Hyslip T. A Survey of Botnet Detection Techniques by Command and Control Infrastructure [Electronic resource] / Thomas Hyslip, Jason Pittman // Journal of Digital Forensics, Security and Law. – 2015. – Mode of access: <https://doi.org/10.15394/jdfsl.2015.1195>. (date of access: 11.09.2024).
2. Lawrence D. The Hunt for the Financial Industry's Most-Wanted Hacker [Electronic resource] / Dune Lawrence // Bloomberg: web-site. – 2015. Mode of access: <https://www.bloomberg.com/news/features/2015-06-18/the-hunt-for-the-financial-industry-s-most-wanted-hacker> (date of access: 12.09.2024).
3. The Early Bird Gets the Botnet: A Markov Chain Based Early Warning System for Botnet Attacks [Electronic resource] / Zainab Abaid [et al.] // 2016 IEEE 41st Conference on Local Computer Networks (LCN), Dubai, 7–10 November 2016. – [S. l.], 2016. – Mode of access: <https://doi.org/10.1109/lcn.2016.17> (date of access: 15.09.2024).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ ПРИ РІЗНИХ РОЗМІРАХ КОЛОНІЙ

Кропивницька В. Б., Якимів В. Р.

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

Оптимізація складних мережевих задач набуває все більшого значення в умовах сучасного світу, де необхідно швидко та ефективно обробляти великі обсяги інформації. Мурашині алгоритми стали важливим інструментом для вирішення таких задач завдяки своїй здатності адаптуватися до змінюваних умов та знаходити оптимальні рішення в багатокомпонентних системах. Особливо актуальним є їх застосування в галузях, де необхідно вирішувати задачі маршрутизації, логістики або управління мережевими ресурсами.

Мурашині алгоритми є популярними методами оптимізації, які використовуються для вирішення задач пошуку оптимальних шляхів у різних галузях, включаючи логістику, телекомунікаційні мережі та обчислювальні науки. Їхня ідея ґрунтується на поведінці реальних мурах, які, шукаючи їжу, здатні знаходити найкоротші шляхи між пунктами. Одними з найпоширеніших реалізацій таких алгоритмів є класичний мурашиний алгоритм (ACO), елітарний варіант (Elit) та алгоритм MaxMin. Кожен з цих методів має свої переваги й недоліки, які проявляються залежно від умов використання. У цьому дослідженні представлено результати порівняння трьох мурашиних алгоритмів за різними параметрами, такими як розмір колонії та кількість ітерацій, на основі моделювання за допомогою програми, написаної на JavaScript [1].

Для мережі, яка складається з 7 вузлів (рис. 1) було проведено серію дослідів при фіксованій кількості ітерацій, яка дорівнює 100 і при різних значеннях розміру колонії мурах: 10, 20, 30, 50, 100, 200.

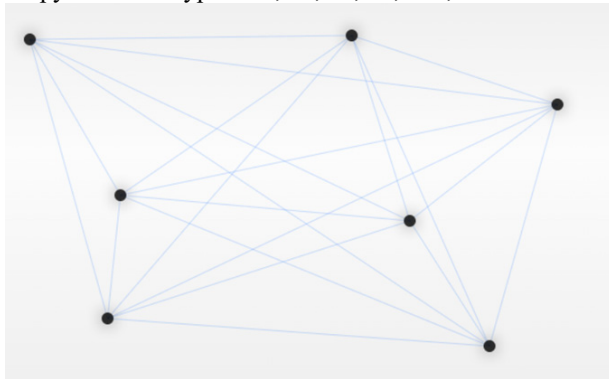


Рисунок 1 - Топологія мережі з 7 вузлів

Аналіз результатів показав, що для малої мережі усі досліджувані алгоритми дають однакові результати. Однак зі збільшенням колонії мурах до 200 елітарний алгоритм при пошуку оптимального шляху продемонстрував

дещо інший результат – алгоритм припиняє роботу при досягненні шляху близького до оптимального (рис. 2).

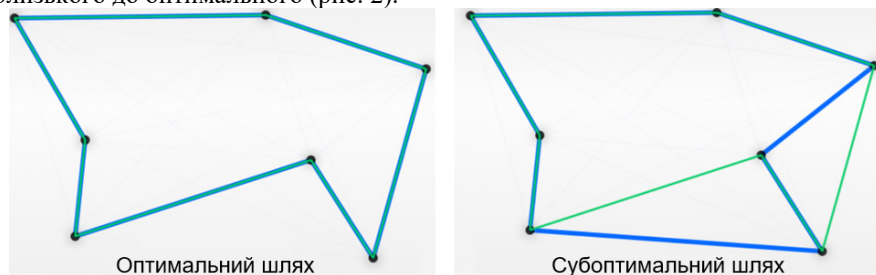


Рисунок 2 - Знаходження оптимальних шляхів

Проведені дослідження дозволяють краще зрозуміти, як розмір колонії мурах і кількість ітерацій впливають на ефективність різних мурашиних алгоритмів, що допоможе вдосконалити їхнє застосування в реальних сценаріях.

Літературні джерела

1. Lee Jacobson. Ant Colony Optimization For Hackers. URL: https://www.theprojectspot.com/tutorial_ (дата звернення: 10.08.2024).

УДК 004

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

О. Б. Барна, Н. М. Піндус, С. М. Барна

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, olha.barna@nuing.edu.ua

У вересні 2015 року на Саміті зі сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй (ООН), який проходив у Нью-Йорку, було схвалено Порядок денний сталого розвитку до 2030 року. Сталий розвиток (англ. sustainable development) – це концепція, яка передбачає задоволення потреб нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби, яка загалом включає 17 глобальних цілей сталого розвитку (ЦСР) та 169 цілей (кроків) для їх досягнення [1-2].

Інформаційні та комунікаційні технології (ІКТ) мають величезний потенціал, особливо для країн, що розвиваються, а також для сприяння сталому розвитку. ІКТ відіграють надзвичайно важливу роль у створенні соціальної спроможності генерувати інформацію та застосовувати знання для сталого розвитку [3].

Щоб знайти і надати інструменти для ефективних рішень цілей сталого розвитку, необхідно використовувати як наявні на даний момент і широко розповсюджені технології, так і найновіші та майбутні розробки у сфері

інформаційних технологій (ІТ), включаючи мобільний широкосмуговий зв'язок наступного покоління, Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, 3D друк та ін. У звіті ЮНЕСКО “Інженерна справа для сталого розвитку” підкреслюється важливість як фахівців-інженерів, так і використання та розвитку сучасних інформаційних технологій як інструменти для досягнення цілей сталого розвитку [4].

Проте, у звіті ООН за 2024 р. висловлюється побоювання щодо безпрецедентного прогресу у потужності, мінімізації розмірів та ризиках передових технологій [5]. До них відносяться біотехнологія, в тому числі здатність посилювати збудники хвороб і створювати нові форми життя; штучний інтелект, включаючи потенціал всеосяжного стеження, шпигунство, залежність, автономну зброю, глибокі фейки та кібервійни; ядерна зброя, зокрема поява ще більш потужної та руйнівної зброї та її розміщення поза межами міжнародного контролю; геоінженерія, наприклад, пропозиції щодо зміни хімічного складу атмосфери та океанів [5]. Такі технології можуть розроблятися та впроваджуватися в таємниці військовими відомствами, розвідувальними службами та приватними компаніями, часто без нагляду з боку громадськості чи представницьких інституцій. Інформаційні технології швидко та повсюдно мілітаризуються, включаючи квантові обчислення, штучний інтелект, кібервійну, гіперзвукові та протигіперзвукові ракети, електронну війну, підводну війну, транспортні засоби без екіпажу.

Цифрові технології загрожують фундаментальним цінностям особистої приватності, уможливають невідстежувану цілеспрямовану дискримінацію з боку держав і створюють загрозу надмірного контролю з боку держави [5].

Також, хоча технології і відіграють ключову роль у досягненні цілей сталого розвитку, вони мають певні проблеми та обмеження при їх використанні. Наприклад, недоступність технологій в регіонах, що розвиваються. Іншим обмеженням є залежність від обмежених ресурсів для виробництва та експлуатації технології, що може сприяти впливу на навколишнє середовище та підірвати довгострокову стійкість. Також існує ризик технологічної залежності, коли надмірна залежність від конкретних технологій може перешкоджати стійкості та адаптації до мінливих умов навколишнього середовища. Подолання цих викликів вимагає цілісного підходу, який враховує технологічні, соціальні, економічні та екологічні чинники, щоб переконатися, що технології ефективно сприяють цілям сталого розвитку.

Тому важливе значення для ефективного вирішення екологічних проблем і сприяння сталому розвитку має інтеграція технологій із політикою та соціальними ініціативами. На рівні держави встановлюється нормативна база, стимули та цілі для заохочення впровадження екологічно чистих технологій. В свою чергу, соціальні ініціативи, освітні та просвітницькі програми можуть інформувати людей про переваги впровадження зелених технологій і спонукати їх робити екологічно свідомий вибір.

Не менш важливим є перехід ІТ-індустрії на сталі технології – це підхід до корпоративних інформаційних технологій, спрямований на мінімізацію впливу ІТ-операцій на навколишнє середовище та їх внесок у зміну клімату. оскільки світова потреба в генеруванні, збереженні, опрацюванні і передаванні інформації продовжує зростати, збільшується кількість спожитої електроенергії, викидів парникових газів, а також електронних відходів, неналежна утилізація яких може призвести до виділення шкідливих токсинів у навколишнє середовище та забруднення ґрунту та джерел води.

Літературні джерела

1 United Nations Sustainable Development. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

2 Відділ цілей сталого розвитку (DSDG) Департаменту ООН з економічних і соціальних питань (United Nations Department of Economic and Social Affairs). URL: <https://sdgs.un.org/>.

3 Mansell, Robin and Wehn, Uta, eds. (1998) Knowledge societies: information technology for sustainable development. Oxford University Press, Oxford, UK. ISBN 9780198294108. Available in LSE Research Online: <http://eprints.lse.ac.uk/24875/>

4 Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W., & Xiang, Y. (2018). Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1–1. doi:10.1109/comst.2018.2812301.

5 Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals. Paris : UNESCO, 2021. - 185p. URL: https://www.unesco.org/en/basic-sciences-engineering/report#_nd-unesco-engineering-report-2021.

6 Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G. (2024). The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press. doi:10.25546/108572.

УДК 004.94

ТЕСТУВАННЯ АРІ ТА СЕРВІСІВ: ЯК ЗАБЕЗПЕЧИТИ ЯКІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ АРІ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕСТІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ, ТАКИХ ЯК POSTMAN

Т. Б Шеремет, В. В Бандура

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, tanya.she01@gmail.com

У добу цифрової трансформації інтерфейси програмування додатків (АРІ) стали невід'ємною частиною сучасних додатків та систем. АРІ дозволяють програмам взаємодіяти між собою через набір інструментів, правил та протоколів. Використовуючи АРІ, розробники можуть створювати більш

складні та ефективні програми, спираючись на вже існуючі сервіси та додатки, що значно знижує витрати на розробку та скорочує час, необхідний для реалізації.

Однак, розробники та інженери повинні забезпечити високу якість та надійність API, зважаючи на масштаби та складність сучасних систем. Недостатньо перевірені API можуть стати джерелом багатьох проблем, таких як порушення безпеки, зниження продуктивності додатків тощо. Тому тестування API є критично важливим для забезпечення якості програмного продукту та довіри з боку користувачів і розробників.

Які типові помилки можуть виникати в API:

- Відсутній або дублюється функціонал;
- Питання налаштування: труднощі при підключенні і отриманні відповіді від API;
- Проблеми з безпекою API;
- Проблеми з аутентифікацією та авторизацією;
- Проблеми з продуктивністю: час відгуку API дуже високий;
- Некоректна обробка введених значень;
- Некоректна структуризація даних

Усі ці помилки можуть призвести до різних наслідків, таких як втрата даних, порушення безпеки, зниження продуктивності додатку та багато іншого.

Тестування API в основному проводиться на рівні повідомлень і включає тестування REST API і веб-сервісів SOAP, які можуть бути відправлені через HTTP, HTTPS, JMS і MQ. Тепер це є невід'ємний компонент будь-якого автоматизованого тестування. Через характер тестування API його не можна тестувати вручну, і нам потрібно вибрати інструменти для тестування API.

На рис.1 представлено інформацію про те, наскільки нам потрібно зосередитися на тестуванні API. Оскільки тести API знаходяться на другому рівні, вони достатньо важливі, і вимагають 20% зусиль від загального тестування. ROI для тестування API буде вищою порівняно з іншими типами тестування.

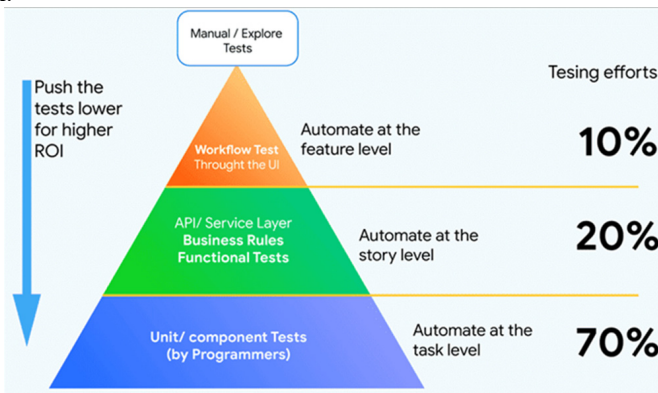


Рисунок 1 - Основні зусилля, що затрачуються на процес тестування

Під час тестування API слід зосередитись на використанні програмного забезпечення таким чином, щоб API було викликано. Отже, під час тестування нам потрібно перевірити, чи повертатиме API правильний результат при різних умовах. Результатом, який повертає API, є, як правило, статус проходження чи невдачі, дані або виклик іншого API. Для більшої точності при тестуванні API слід проводити тестування на основі даних. Щоб протестувати API, тестувальники віддають перевагу автоматизованому тестуванню порівняно з ручним. Це тому, що ручне тестування API включає написання коду для його перевірки. Тестування API проводиться на рівні повідомлень, оскільки графічний інтерфейс відсутній. Перш ніж почати тестування API, вам потрібно налаштувати тестове середовище з набором параметрів. Налаштуйте базу даних і сервер відповідно до вимог. Потім так само, як ми виконуємо димове тестування для програми, перевірте API, виконавши виклик API. Цей крок гарантує, що нічого не зламано, і ви зможете продовжити ретельне тестування.

Для тестування API ви можете виконати різні рівні тестування, це тестування функціональності, тестування навантаження, тестування безпеки, тестування надійності, тестування документації API та тестування кваліфікації.

Під час тестування API слід враховувати такі моменти: цільова аудиторія або споживач API; середовище, у якому буде використовуватися API; аспекти тестування, тестування нормальних умов, тести на відхилення від норми або негативні тести.

Postman є одним з найпопулярніших інструментів для тестування API, і це не випадково. Інструмент пропонує широкий спектр можливостей та переваг, які роблять його вибором номер один для багатьох розробників та тестувальників. По-перше це інтуїтивний інтерфейс користувача, що дозволяє легко створювати, організовувати та керувати запитамі API. Це особливо важливо для новачків, які тільки починають працювати з API. По-друге, це широка підтримка різних типів HTTP-запитів, такі як GET, POST, PUT, DELETE, PATCH, та інші. Це дозволяє тестувати будь-які аспекти API, незалежно від складності. По-третє, автоматизація тестування за допомогою вбудованої мови скриптів на базі JavaScript. Це дозволяє перевіряти відповіді API на відповідність очікуванням, здійснювати перевірки валідності даних та багато іншого. Наступне, це колекції, які дозволяють організувати запити в логічні групи, що полегшує їх управління та спільне використання. Ви можете створювати папки, підпапки та додавати описи до запитів, що допомагає зберігати порядок навіть у великих проєктах. Гнучкість тестування інструментом забезпечується можливістю підтримки змінних середовища для зберігання конфігурацій середовища, таких як URL, ключі API, токени доступу тощо. Postman підтримує імпорт та експорт запитів та колекцій у різних форматах, таких як JSON та YAML. Це дозволяє легко ділитися запитамі з іншими членами команди або використовувати їх у зовнішніх інструментах. Postman може бути інтегрований з системами безперервної інтеграції та доставки (CI/CD) за допомогою Newman, командного рядка для запуску колекцій Postman. Це дозволяє автоматизувати тестування API на кожному

етапі розробки. Postman пропонує можливості для спільної роботи, що дозволяє командам одночасно працювати над проєктами, обмінюватися запитами, колекціями та результатами тестування. Це значно підвищує ефективність командної роботи.

Отже, Postman став де-факто стандартом для тестування API завдяки своїй потужності, гнучкості та зручності у використанні. Його особливості роблять процес тестування швидким та ефективним, що дозволяє розробникам та тестувальникам зосередитися на створенні якісних API та забезпеченні їх надійності. Використовуючи Postman, ви отримujete інструмент, який адаптується до будь-яких потреб вашого проєкту, забезпечуючи при цьому високий рівень автоматизації та можливості для спільної роботи.

Літературні джерела

1. <https://foxminded.ua/testuvanniya-api/>
2. <https://qagroup.com.ua/publications/korotko-pro-ari-ta-jogo-testuvannia/>
3. <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/api-testing-tools/>

УДК 004.432

МЕТРИКИ БЕЗПЕКИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЗ

В. В. Бандура, М. В. Крихівський, Т. О. Ваврик

*ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727139,
e-mail: tetiana.vavryk@nung.edu.ua*

У світі сучасних технологій програмне забезпечення відіграє ключову роль у розвитку різних галузей. Якість програмного забезпечення стає важливим показником успішності розробки. Для виміру якості програмного забезпечення широко використовуються метрики, які дозволяють об'єктивно оцінити рівень його якості [1-2].

Сьогодні програмне забезпечення проникає в усі сфери життя, від фінансових послуг до охорони здоров'я, що робить його безпеку особливо важливою. За даними статистики, більшість кіберінцидентів виникає через вразливості в програмному забезпеченні. Тому розробка та впровадження метрик безпеки є невід'ємною частиною життєвого циклу програмного забезпечення [3].

Класифікація метрик безпеки

1. Метрики вразливості

Ці метрики оцінюють кількість і серйозність вразливостей у програмному забезпеченні. Вони можуть включати: кількість вразливостей; загальна кількість виявлених вразливостей; рівень серйозності; класифікація вразливостей за системою CVSS (Common Vulnerability Scoring System) [4].

Порівняння метрик безпеки між різними проєктами або версіями програмного забезпечення може допомогти виявити можливості покращення.

Оцінка метрики безпеки для програмного забезпечення може базуватись на кількох ключових показниках. Пропонуємо одну із можливих формул для оцінки:

$$O = \frac{(C + I + R + M)}{(T + N)} \times 100$$

де C (*Critical vulnerabilities*) – кількість вразливостей, які вимагають термінового усунення;

I (*Security incidents*) – кількість зареєстрованих інцидентів безпеки, які сталися через програмне забезпечення;

R (*Resolved vulnerabilities*) – кількість вразливостей, які були зафіксовані та виправлені;

M (*Mitigated vulnerabilities*) – кількість вразливостей, які були зменшені, але не повністю усунені;

T (*Total vulnerabilities*) – загальна кількість вразливостей, які були виявлені в програмному забезпеченні

N (*Known vulnerabilities*) – кількість відомих, але ще незафіксованих вразливостей, які вимагають уваги.

Інтерпретація метрики

Результат

Оцінка коливається від

- 0 до 100, де 100 – найвищий рівень безпеки.
- 80-100 : Високий рівень безпеки. Програмне забезпечення має мінімальні вразливості, які швидко усуваються.
- 50-79: Помірний рівень безпеки. Є вразливості, але користувачі активно працює над їх усуненням.
- 0-49 : Низький рівень безпеки. Багато вразливостей, інциденти безпеки, недосконала політика реагування.

В результаті експерименту ми отримали наступні дані:

C	I	R	M	T	N
5	3	4	4	20	10

Підставимо ці значення у формулу:

$$O = \frac{(5 + 3 + 4 + 4)}{(20 + 30)} \times 100 = \frac{16}{30} \times 100 \approx 53.33$$

Отже оцінка безпеки становить 53.33, що свідчить про помірний рівень безпеки.

Оцінка метрик безпеки є важливим етапом у забезпеченні безпечності програмного забезпечення. У сучасному динамічному середовищі важливо постійно вдосконалювати методи оцінки безпеки, щоб відповідати новим викликам тазагрозам.

Літературні джерела

1. Ndukwe I. G., Licorish S. A., Tahir A., MacDonell S. G. How have views on Software Quality differed over time? Research and practice viewpoints. Journal of

Systems and Software. 2023, vol. 195, Pp. 10-20, DOI: 10.1016/j.jss.2022.111524.

2. Якість програмного забезпечення. Електронний ресурс. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Якість_програмного_забезпечення

3. OWASP Foundation. (2023). *OWASP Top Ten*. URL: <https://owasp.org>

4. ISO/IEC 27001:2013 - Information security management systems.

УДК 658.51

СИНТЕЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИСТИЛЯТІВ ДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ В УМОВАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Л. І. Лагойда, В. І. Стельмащук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342)727167,

e-mail: liudmyla.lahoida@nuing.edu.ua

Гідроочищення моторних палив – це один із найпоширеніших процесів нафтопереробки, так як з її допомогою можна досягти значного покращення якості нафтопродуктів. В результаті гідроочистки знижується вміст сірчистих сполук в бензинових, дизельних і газових фракцій Підготовка сировини для процесів каталітичного крекінгу, каталітичного риформінгу і гідроізомеризації дозволяє одержати кінцеві продукти із значно кращими характеристиками.

Одержання малосірчистих продуктів неможливе без проведення процесу гідроочищення.

Процес протікає за температур в межах 300-380 °С, але значне зростання якості проходження процесу відбувається тільки до 350 °С. При збільшенні температури понад 350 °С вміст сірки зменшується тільки за рахунок дегідрогенізації нафтових сполук, отже при подальшому зростанні температури підвищення якості вихідної сировини незаметне, при цьому каталізатор зношується значно швидше.

Автоматичний контроль та прийняття рішень в управлінні складним технологічним об'єктом в умовах інформаційної невизначеності, зокрема температури сировини на вході в реактор для кращого виходу кінцевого продукту та продовження терміну служби каталізатора пов'язане з контролем багатьох параметрів трубчатої печі.

На процес мають вплив збурюючі та вхідні впливи, а отже стандартні методи контролю параметрів технологічного процесу можуть виявитися малоефективними. При сталих вхідних значеннях і невеликих збуреннях

ПІД-регулятор покажуть кращі результати, але коли процес є маловідомим, на об'єкт діють значні вхідні і збурюючі впливи такі регулятори покажуть погані результати. У таких випадках рекомендується застосовувати фазі та нейрорегулятори – які є значно складнішими і здатні до навчання та адаптації.

Так як звичайний ПІД-регулятор не завжди справляється із складними об'єктами доводиться використовувати методи нечіткої, для створення нових

регуляторів. Методи нечіткої логіки в САК дозволяють створювати фазі-регулятори, які за допомогою логіко-лінгвістичним змінним керують процесом і рішення які вони приймають подібні до людського способу мислення. База правил, за яким здійснюється керування утворюється шляхом опитування експертів. Не дивлячись на те, що регулятори на основі нечіткої логіки частіше за все використовують для складних об'єктів, і на більш простих об'єктах фазі-регулятори показують кращі результати ніж будь які інші регулятори. Суттєво обмежує використання нечіткого контролера складність та тривалість процесу налаштування при наявності багатьох складових

ШНМ часто застосовують при ідентифікації та керуванні динамічними системами. ШНМ використовують для створення нейромережних контролерів. Існує три основні типи нейромережних контролерів:

- моделі керування з прогнозуванням(Predictive model control);
- моделі лінеаризації відгуку(NARMA-L2 control);
- модель керування посилення(Reference model control).

Показники якості перехідних процесів з різними регуляторами наведено в таблиці 3.1

Таблиця 1 – Показники якості САК

Регулятор	Час перехідного процесу, сек	Перерегулювання, %
ПІ	0,03	24
ПД	-	-
ПІД	0,025	5
ПІД з FC	0,02	2
Нейромережний	0,027	0

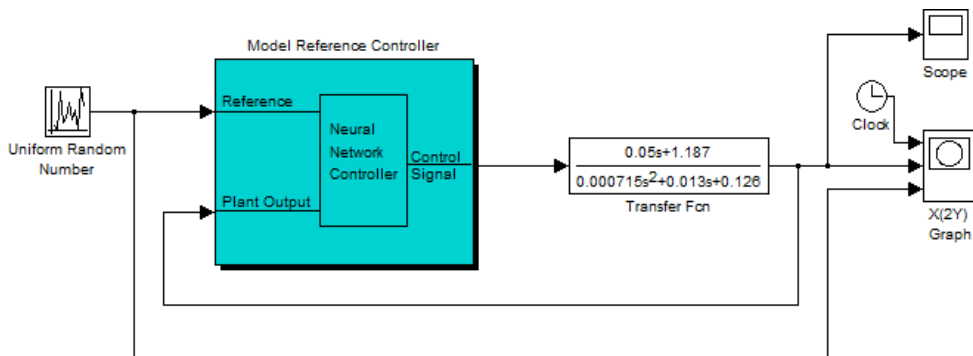


Рисунок 1 - Структура системи керування з нейморегулятором

Розроблено моделі САК із ПД-, ПІ, ПІД-регулятором. Так як ПІД регулятор має найкращі показники якості то для синтезу FC обрано його. Використання FC збільшило швидкодію контролера. Так як процес є маловивченим варто

використати нейромережевий регулятор. Як можна побачити із таблиці 3.1 найкращим за швидкодією з FC, але нейромережевий регулятор має кращі показники надійності.

Літературні джерела

1. Семенцов Г. Н. Теорія автоматичного керування. Г. Н. Семенцов. Івано-Франківськ, 1999. 610 с.
2. Попович М. Г. Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: підручник Київ: Либідь, 1997. 544 с.

УДК 004.89 : 681.518

СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНИХ ЗНАЬ ДЛЯ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Р. Б. Вовк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: roman.vovk@nuing.edu.ua*

Процес буріння нафтових і газових свердловин є складним технічним процесом, який супроводжується великою кількістю невизначеностей та обмежень. Ефективність цього процесу значною мірою залежить від якості прийнятих рішень на різних етапах. Традиційні методи прийняття рішень часто виявляються недостатніми для оптимального управління процесом [1].

Пропонована інтелектуальна система на основі обмежень є програмним продуктом призначеним для інтелектуальної підтримки процесу прийняття рішень технологічним персоналом при бурінні нафтових і газових свердловин (НГС). Система дозволяє виконувати накопичення знань, умінь та навичок професійної та виробничої діяльності, організовувати підтримку прийняття рішень (ППР) на основі інтелектуальних методів [2].

Створена система має наступні особливості:

- Використання множин, систем та ієрархій обмежень для моделювання інтелектуальних функцій системи;
- Введення правил для оперування з множинами, системами та ієрархіями обмежень;
- Використання методики та структури архітектурних рішень експертних систем, які отримують описи технологічних помилок, що є результатом неправильних дій об'єкта ППР;
- Побудова ієрархії контенту матеріалу про процес буріння НГС;
- Побудова бази знань системи з таких складових, як помилки, обмеження та правила;
- Реалізація архітектури системи у вигляді предметно-незалежної оболонки на зразок технології оболонок експертних систем;

Наповнення бази знань системи запропоновано виконувати на основі досвіду фахівців-експертів предметної області, яке здійснюється по деревовидній вкладеній структурі (рис. 1): технологічний процес, проблеми пов'язані з конкретним процесом, стани, які відносяться до технологічної проблеми. На технологічні проблеми і стани технологічних проблем накладають обмеження. До сформованих обмежень додають типові технологічні помилки характерні для даного процесу. Також, до обмежень додають два рівні експертних порад щодо прийняття рішень для користувачів. Таким чином, формується база знань системи за допомогою якої відбуватиметься прийняття рішень. При проведенні технологічних тренінгів персоналу, інтелектуальна система генерує експертні поради, щодо вибраного типу та виду нештатної технологічної ситуації.

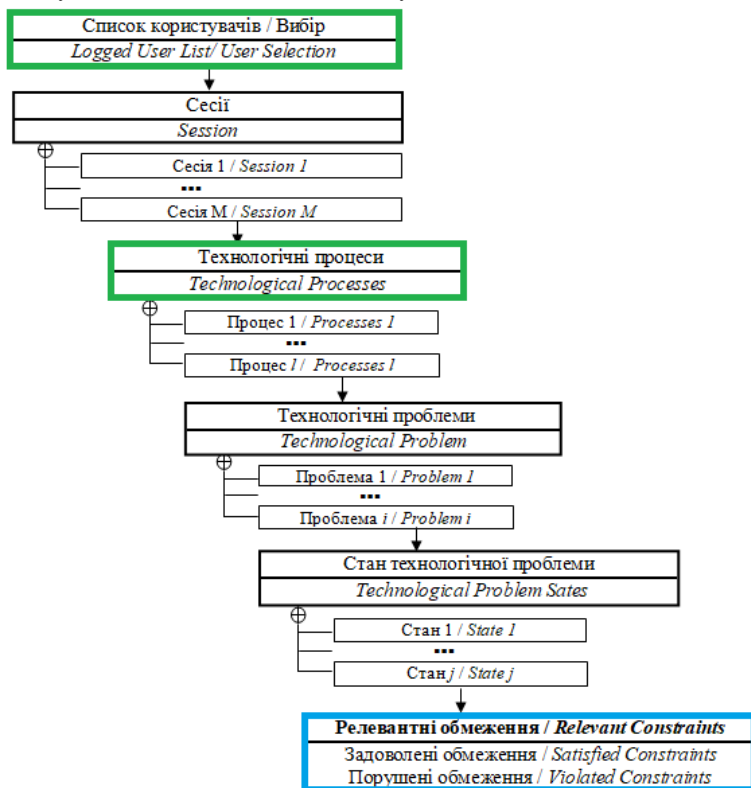


Рисунок 1 - Структурно-алгоритмічна схема формування контенту технологічного матеріалу

Об'єкт ППР вводить код технологічної помилки або її опис через інтерфейс, система ідентифікує помилку, видає перелік порушених технологічних обмежень, що призвели до її виникнення, і до кожного з порушених технологічних обмежень видає перелік експертних порад.

Отже, така організація ППР дозволяє підготовлювати персонал до управління технологічними процесами та для прийняття адекватних коректних рішень при виникненні нештатних ситуацій при бурінні НГС.

Літературні джерела

1. Семенцов Г.Н. Автоматизація процесу буріння свердловин: [посібник] / Г.Н.Семенцов. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ – 1997. – 300 с.
2. Вовк Р.Б. Представлення даних та знань предметної області для тьюторної системи на основі обмежень / Р.Б. Вовк, В.І. Шекета // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки – 2010., Вип. 2. -2010. – С. 7-10.

УДК 004.4

АРХІТЕКТУРА РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ: МОДЕЛІ ТА ПІДХОДИ

Р. О. Семенюк, О. С. Царева

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

Розподілена система – це набір незалежних комп'ютерів, які користувач сприймає як єдину об'єднану систему. Розглянемо основні моделі та підходи до її створення.

Клієнт-серверна модель [1] – це класична модель із чітким розділенням на сервери (постачальники послуг) і клієнти (користувачі послуг). Клієнт надсилає запит до сервера, а сервер обробляє його і повертає результат. Приклади: веб-браузери (клієнти) і веб-сервери (сервери).

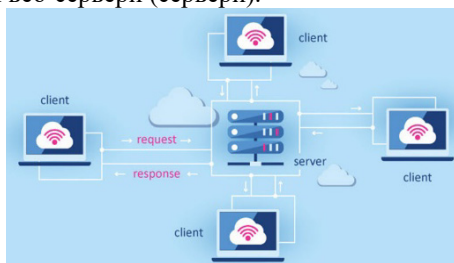


Рисунок 1 – Ілюстрація роботи моделі клієнт-сервер

Peer-to-peer (P2P) [2] – модель системи, де всі учасники системи рівні, кожен вузол може виконувати функції як клієнта, так і сервера. Вузли можуть напряму взаємодіяти один з одним без центрального керуючого вузла. Застосовується для мережі обміну файлами, блокчейнів.

Модель публікації/підписки (Pub-Sub): видавці (publishers) публікують повідомлення на певні теми, а підписники (subscribers) отримують ці повідомлення, якщо підписані на відповідну тему.

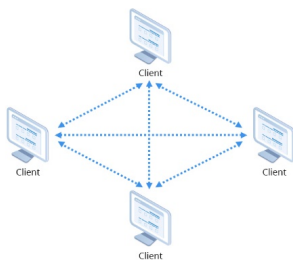


Рисунок 2 – P2P модель

Застосовуються для створення систем, що потребують високого рівня асинхронності та масштабованості, наприклад, системи обробки подій, месенджери [2].

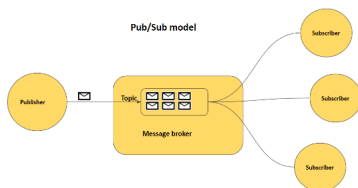


Рисунок 3 – Pub-sub модель

Розглянемо основні підходи до створення розподілених систем – масштабування, оптимізація продуктивності.

Суть масштабування полягає в тому, щоб адаптувати систему до зростання або зменшення навантаження без значної перебудови її архітектури.

Оптимізація продуктивності спрямована на підвищення ефективності системи при виконанні конкретних завдань, зменшення часу відгуку і максимізацію використання ресурсів. Оптимізація необхідна як для поліпшення роботи системи під поточним навантаженням, так і для уникнення потенційних проблем у майбутньому.

Комплексним підходом до створення розподілених систем є CAP-теорема, яка стверджує [3], що розподілена система не може одночасно забезпечувати більше двох з перелічених властивостей – узгодженість, доступність, стійкість до поділу.

Правильне застосування підходів до побудови розподілених систем дозволяють адаптувати системи до зростаючих навантажень і підтримувати їх стабільну роботу.

Літературні джерела

1. Client-Server vs. Peer-to-Peer Networks. URL: <https://community.fs.com/article/client-server-vs-peer-to-peer-networks.html> (дата звернення: 04.10.2024).
2. What is Pub/Sub? The Publish/Subscribe model explained. URL: <https://ably.com/topic/pub-sub> (дата звернення: 04.10.2024).
3. What is the CAP theorem?. URL: <https://www.ibm.com/topics/cap-theorem> (дата звернення: 04.10.2024).

УДК 681.53

РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РЕАКТОРОМ ГІДРУВАННЯ

Голик Т.Б., Кучмистенко О.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
av.kuchmistenko@gmail.com

Для створення нечіткої системи керування реактором гідрування важливо виконати фазифікацію та визначити змінні керування. У даному випадку, акцент буде зроблено на регулюванні витрати водню та концентрації метану на виході.

Перший етап - фазифікація, включає перетворення точних числових значень в нечіткі множини або лінгвістичні змінні. Для обраного контексту важливо визначити лінгвістичні змінні, які найкраще відображають характеристики системи [1].

У даному випадку, можна розглядати лінгвістичні змінні, такі як "низька", "середня", "висока" для обох параметрів витрати водню та концентрації метану. Наприклад, "низька витрата водню" може відповідати значенням витрати менше певного порогового значення.

Використання нечітких лінгвістичних змінних дозволяє враховувати неоднозначність та нечіткість у реальних умовах функціонування реактора гідрування, що поліпшує роботу системи керування в різних сценаріях:

Лінгвістична змінна:

мала
 {Витрата водню; нормальна; $0 < F \leq 13.2$ }
 велика

Опишемо функції належності:

$$F_{\text{ВВ_Мала}} = \begin{cases} 1, F < 3.6 \\ \frac{5.6-F}{2}, 3.6 \leq F \leq 5.6 \\ 0, F > 5.6 \end{cases} \quad (1)$$

$$F_{\text{ВВ_Нормальна}} = \begin{cases} 0, F < 4.6 \text{ або } F > 8.6 \\ \frac{F-4.6}{2}, 4.6 \leq F < 6.6 \\ \frac{8.6-F}{2}, 6.6 \leq F \leq 8.6 \end{cases} \quad (2)$$

$$F_{\text{ВВ_Велика}} = \begin{cases} 1, F > 9.6 \\ \frac{F-7.6}{2}, 7.6 \leq F \leq 9.6 \\ 0, F < 7.6 \end{cases} \quad (3)$$

Лінгвістична змінна:

низька
 {Концентрація метану; нормальна; $80 < Q \leq 100$ }
 висока

Опишемо функції належності:

$$Q_{\text{КМ_Низька}} = \begin{cases} 1, Q < 84 \\ \frac{98-Q}{4}, 84 \leq Q \leq 88 \\ 0, s > 88 \end{cases} \quad (4)$$

$$Q_{KM_Нормальна} = \begin{cases} 0, Q < 86 \text{ або } Q > 94 \\ \frac{Q-86}{4}, 86 \leq Q < 90 \\ \frac{94-Q}{4}, 90 \leq Q \leq 94 \end{cases} \quad (5)$$

$$Q_{KM_Висока} = \begin{cases} 1, Q > 96 \\ \frac{Q-92}{4}, 92 \leq Q \leq 96 \\ 0, Q < 92 \end{cases} \quad (6)$$

Після визначення лінгвістичних змінних завершується процес формування нечітких правил керування. Нижче наведені приклади таких правил:

1. ЯКЩО Концентрація метану "Низька", ТО Витрата водню "Мала".
2. ЯКЩО Концентрація метану "Нормальна", ТО Витрата водню "Нормальна".
3. ЯКЩО Концентрація метану "Висока", ТО Витрата водню "Велика".

Для реалізації нечіткої системи керування використовувався інструментальний набір MatLab Fuzzy Logic. Задачею було створити систему керування з одним входом і виходом для забезпечення ефективного управління об'єктом. На рис. 1 наведена схема створеної системи керування.

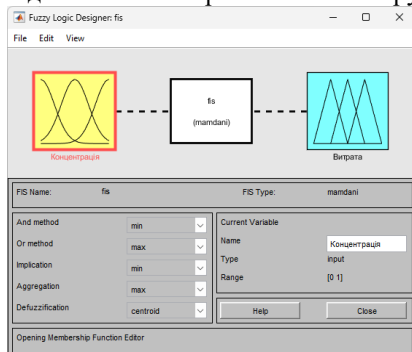


Рисунок 1 - Інструмент нечіткої логіки для дослідження АСК у MatLab

Логіка нечіткої системи визначає взаємозв'язок між вхідними та вихідними змінними, щоб ефективно керувати об'єктом в залежності від поточних умов. Така система забезпечує гнучкість і адаптивність управління, оскільки дозволяє враховувати неоднозначності та нечіткість у реальному світі. У сферах, де точність і стійкість керування в умовах невизначеності є важливими, такі системи є популярними завдяки використанню інструментів нечіткої логіки MatLab.

Літературні джерела

1. Невлюдов І.Ш. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг Криворізький коледж НАУ, 2019 р. – 366 с.

УДК 004.9

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ УМІНЬ ТА НАВИЧОК У СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАКЛАДАХ*Л. В. Саманів**ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, тел.(0342)727139,
e-mail: liubov.samaniv@nuing.edu.ua*

В умовах швидкого розвитку науки і техніки, автоматизації і комп'ютеризації виробничих процесів важливе значення набуває проблема формування професійної компетентних та незалежно мислячих фахівців. Застосування інформаційних технологій значно підвищує інтенсивність навчального процесу, при якому засвоюється набагато більша кількість матеріалу, ніж це робилося за такий же проміжок часу в умовах традиційного навчання. Крім того, за допомогою методу наочності матеріал при використанні комп'ютерів краще засвоюється. Застосування інформаційних технологій змінює і функції викладача щодо організації навчального процесу, активізації аудиторії, проведення інструктажу, індивідуального підходу до студентів, підготовки до використання комп'ютерних технологій. Комп'ютерну грамотність на сьогоднішній день слід розглядати як критерій загальної професійної підготовки [1].

Важливим етапом є висвітлення шляхів удосконалення професійних умов та навичок у студентів технічних вищих навчальних закладах (ВНЗ).

Формування професійних умінь та навичок у студентів технічного профілю передбачає відповідний рівень професійної компетенції викладачів ВНЗ. Стимулювання активності студентів технічних спеціальностей має бути спрямоване на розвиток у майбутньому фахівця певного ступеня адекватності самооцінки та особистого змісту і мотивів поліпшення якості роботи над собою на позитивному емоційному фоні та подальше оволодіння студентом теорії і технології професійного навчання.

Використання міждисциплінарних підходів інтегрованого навчання, забезпечення єдності освітньої, виховної і розвивальної функції навчання, реалізація комплексу принципів навчання і принципів розвитку самостійної пізнавальної діяльності, забезпечення динамічності навчання, його спрямованості на розвиток активності розумової діяльності студентів, орієнтація студентів на систематичну самостійну пізнавальну діяльність і вдосконалення її організації, використовуючи ті технології, що ведуть до активності самостійної пізнавальної діяльності студентів.

Застосування інформаційних технологій змінює і функції викладача щодо організації навчального процесу, активізації аудиторії, індивідуального підходу до студентів, підготовки до використання комп'ютерних технологій. Комп'ютерну грамотність на сьогоднішній день розглядають як критерій загальної професійної підготовки майбутнього фахівця в різних сферах діяльності, який повинен володіти основними поняттями та термінами, розуміти будову і принципи роботи комп'ютерної системи, використовувати

операційні системи, вдосконалювати навички практичного використання програмного забезпечення. Непродумане застосування інформаційних технологій у навчальному процесі не поліпшує, а погіршує якість засвоєння знань[2].

Від рівня організації пізнавальної діяльності студентів залежить формування у майбутніх фахівців пізнавальних процесів, ступінь пізнавальної активності під час вивчення, умінь та навичок з подальшою реалізацією їх на практичному рівні.

Першорядне значення для процесу навчання мають пізнавальні вміння. Студенти повинні вміти самостійно здобувати знання з різних джерел. Це особливо важливо для підготовки студентів до поповнення і збагачення своїх знань після закінчення навчального закладу. Система знань, навичок, умінь, які відповідають спеціальності майбутнього фахівця – необхідна передумова успіху, його практичної професійної діяльності. Основною метою є формування у студентів умінь і навичок у різних ситуаціях використовувати новітні технології в роботі з технікою.

Літературні джерела

1. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій / Автор-укладач Н. П. Волокова. – Х.: Вид. група «Основа», 2009. – 176 с. 3. Інноваційні технології
2. Вища освіта в Україні: Навч. посіб. / В. Г. Кремень, С. М. Ніколаєнко, М. Ф. Степко та н.; За ред. В. Г. Кременя, С. М. Ніколаєнка. — К.: Знання, 2005. — 327 с.

УДК 658:007

ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СЦЕНАРІЇВ, АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕСТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФЕКТІВ

В. Б. Галас, О. С. Царева

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

Однією з основних переваг ШІ є його здатність автоматизувати створення та виконання тестових сценаріїв. Традиційно тестувальникам необхідно вручну налаштовувати тестові сценарії, визначати очікувані результати та порівнювати їх із фактичними даними. Однак, застосування ШІ дозволяє автоматизувати цей процес, значно зменшуючи людський фактор. Наприклад, за допомогою методів машинного навчання можна аналізувати попередні тестові дані, створювати шаблони для нових тестів та автоматично генерувати сценарії на основі наявних тестових випадків. Це дозволяє автоматично адаптувати тестові сценарії до змін у коді або вимогах, що значно знижує ризик виникнення помилок.

Крім того, ШІ дозволяє автоматично створювати тести на основі вихідного коду чи поведінки системи під час експлуатації, використовуючи підходи, засновані на аналізі шляхів виконання програми або поведінковому моделюванні. Наприклад, аналіз динаміки змін у кодї може підказати, де саме є ймовірність виникнення помилок або збоїв, що дає змогу зосередити тестування на найвразливіших частинах програми.

Ще одним важливим аспектом використання ШІ є автоматизація аналізу результатів тестування. У традиційному підході тестувальники повинні переглядати значні обсяги результатів тестів, визначати успішність чи неуспішність кожного тесту, виявляти причини помилок, а потім документувати їх. Цей процес не лише трудомісткий, але й схильний до людських помилок, особливо коли мова йде про аналіз великої кількості тестів.

ШІ може виконувати цей аналіз автоматично, використовуючи алгоритми для класифікації результатів тестування, виявлення закономірностей у помилках та їхніх причин. Наприклад, методи машинного навчання можуть використовуватись для класифікації дефектів за їхньою критичністю або визначення можливих причин збоїв на основі попередніх тестів. Це дозволяє значно зменшити навантаження на тестувальників, адже ШІ може самостійно відслідковувати історію помилок, аналізувати тренди та пропонувати найбільш ймовірні сценарії розвитку подій.

Застосування методів обробки природної мови (NLP) у QA також відкриває нові можливості для аналізу результатів тестування. Наприклад, ШІ може аналізувати журнали помилок, автоматично виділяти ключові моменти та структурувати інформацію, щоб полегшити її подальший аналіз тестувальниками. Крім того, системи на основі ШІ можуть автоматично порівнювати результати тестування з історичними даними, аналізувати відхилення та прогнозувати можливі проблеми в майбутньому.

Прогнозування дефектів за допомогою ШІ є одним із найбільш перспективних напрямків у тестуванні програмного забезпечення. Використовуючи моделі машинного навчання, ШІ може аналізувати історичні дані про дефекти, пов'язані з певними компонентами програмного забезпечення, та прогнозувати ймовірність виникнення нових помилок. Цей підхід дозволяє тестувальникам зосередитися на найризикованіших частинах системи та оптимізувати процес тестування.

Алгоритми ШІ здатні враховувати численні фактори, що впливають на виникнення дефектів, такі як складність коду, частота змін у певних модулях, наявність попередніх помилок або загальні тренди в історії проекту. На основі цих даних можна будувати прогностичні моделі, які допомагають виявити потенційно проблемні області системи ще до того, як з'являться перші дефекти. Це дозволяє не лише вчасно реагувати на можливі проблеми, але й знижує загальні витрати на виправлення помилок, адже раннє виявлення дефектів завжди є більш економічно ефективним.

Крім того, за допомогою ШІ можна здійснювати аналіз коду в реальному часі та виявляти потенційно вразливі місця ще на етапі розробки. Наприклад,

моделі на основі глибокого навчання можуть виявляти закономірності в коді, які є типовими для помилок, або визначати неочевидні залежності між компонентами системи, що можуть призвести до збою в майбутньому.

Застосування штучного інтелекту у тестуванні програмного забезпечення відкриває нові можливості для підвищення якості та надійності сучасних програмних систем. Автоматизація тестових сценаріїв, аналіз результатів тестування та прогнозування дефектів стають значно простішими та ефективнішими завдяки можливостям ШІ. Незважаючи на певні виклики, такі як потреба в якісних даних та необхідність постійного оновлення моделей, потенціал ШІ у цій сфері залишається величезним.

Переваги впровадження ШІ, такі як економія часу та ресурсів, підвищення точності прогнозів та можливість аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, роблять його важливим інструментом у сучасному процесі забезпечення якості програмного забезпечення. У майбутньому ми, ймовірно, побачимо ще більше інновацій у цій галузі, що дозволить зробити тестування програмного забезпечення ще більш автоматизованим.

Літературні джерела

1. Данилевич Н. М., Коповський С. М. Вплив впровадження штучного інтелекту на тестування функціоналу програмного забезпечення. Ефективна економіка. <http://surl.li/vvkyat>
2. Duklan, A., & Kumari, N. Intelligent Software Testing with AI and Machine Learning. Apress. 2021. 14 с.

УДК 004.382

ОГЛЯД СТРАТЕГІЙ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ КОМП'ЮТЕРІВ

Кропивницький Д. Р., Головачук М. В.

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

У минулому комп'ютери оцінювалися головним чином за двома критеріями: ціна і продуктивність. Останнім часом, однак, енергоспоживання набуло все більшого значення через кілька факторів. Популярність здобули портативні комп'ютери, включаючи ноутбуки та мобільні пристрої. Час їхньої роботи обмежується кількістю енергії, що міститься в батареях. І, на відміну від багатьох інших характеристик комп'ютерів, ємність батарей відносно їхньої ваги за останні роки мало покращилася, і немає суттєвих ознак значного прогресу в найближчі роки. Навіть у непортативних комп'ютерах досягнуто точки, коли розробники повинні турбуватися про енергоспоживання через тепловиділення, яке може пошкодити компоненти та створювати незручності для користувачів поблизу. Крім того, постійно зростає вартості енергії, що стимулює бажання знизити її споживання.

Розробники апаратного забезпечення можуть зробити багато для зниження енергоспоживання пристроїв. Один із перспективних підходів — забезпечити наявність режимів зниженого енергоспоживання, коли пристрої використовують менше енергії за рахунок деякого зниження функціональності. Таким чином, коли системі не потрібна повна продуктивність пристрою, вона може економити енергію. Однак наявність таких режимів ставить цікаве завдання для розробників систем. Система повинна постійно визначати, який режим найкраще відповідає поточним вимогам, і відповідно змінювати стан процесора.

Операційна система, а не тільки апаратне забезпечення, повинна керувати енергоспоживанням процесора. Вона краще розуміє характер запущених додатків, а отже, може ефективно оцінювати майбутні вимоги до функціональності процесора. Водночас вона достатньо близька до апаратного забезпечення, щоб за необхідності ефективно змінювати стан процесора. Є декілька різних способів, за допомогою яких операційна система може зменшити енергоспоживання процесора.

Компоненти апаратного забезпечення комп'ютера часто мають режими зниженого енергоспоживання. Ці режими створюють три типи програмних проблем: перехід, зміна навантаження та адаптація. Деякі рішення для цих проблем уже впроваджені в реальних портативних комп'ютерах, інші були запропоновані дослідниками, а багато ще не розроблені. Загалом, кожне рішення націлене на зниження енергоспоживання одного компонента.

Дискова система стала об'єктом багатьох програмних рішень. Наразі головною апаратною функцією енергозбереження є можливість вимикати двигун шляхом переходу в режим сну. Основні програмні рішення включають перехід в режим сну після певного періоду бездіяльності та кешування запитів на диск, щоб зменшити частоту, з якою диск повинен запускатися. Інші технології можуть покращити енергоспоживання системи зберігання, але створюють нові виклики в управлінні файловою системою. До таких технологій належать флеш-пам'ять, яка може функціонувати як кеш вторинного зберігання або як основна система зберігання, а також бездротовий зв'язок, який може створювати ілюзію, що віддалені диски є локальними для портативного комп'ютера.

Нові режими зниженого енергоспоживання для процесора також створюють програмні виклики. Наразі головною апаратною функцією енергозбереження є можливість вимикати процесор, а основним програмним рішенням є вимикання процесора, коли всі процеси заблоковані. Інші програмні стратегії включають використання компіляторів, що враховують енергоспоживання, застосування компактного та ефективного коду операційної системи та примусове блокування процесів, коли вони перебувають у стані очікування. Функція енергозбереження, яка все частіше з'являється в портативних комп'ютерах, — це можливість знижувати напругу процесора разом зі зниженням тактової частоти. Первинні рішення, що використовують цю функцію, були інтервальними та

намагалися завершити всі завдання процесора до кінця кожного інтервалу. Однак також існують ефективні рішення на основі дедлайнів.

Дисплей, включаючи підсвітку, зазвичай споживає більше енергії, ніж будь-який інший компонент, тому управління енергоспоживанням для нього є особливо важливим. Доступні режими енергозбереження включають затемнення підсвітки, вимкнення дисплея і/або підсвітки, перехід з кольорового режиму в монохромний та зменшення частоти оновлення. Поточні системні стратегії використовують лише перші дві можливості: затемнення підсвітки та поступове вимкнення дисплея після певного періоду бездіяльності.

Інші компоненти, для яких можливе програмне управління енергоспоживанням, включають оперативну пам'ять, модем і звукову систему. Також можливо керувати енергоспоживанням всієї системи, наче це один компонент, одночасно переводячи всі компоненти у режим зниженого енергоспоживання при виявленні загальної бездіяльності. Таке управління на рівні всієї системи є простим у реалізації і дозволяє легко взаємодіяти з додатками та користувачами з приводу енергозбереження; однак, воно не повинно повністю замінювати індивідуальне управління енергоспоживанням компонентів, оскільки потребує синхронізації управління енергією всіх компонентів.

Отже, енергоспоживання можна знизити не лише шляхом зменшення споживаної потужності компонентами, але й шляхом введення режимів зниженої потужності та функціональності для цих компонентів і надання можливості зовнішньому управлінню переходами між цими режимами. Стандартні елементи операційної системи можуть потребувати перепроєктування при роботі з компонентами з низьким енергоспоживанням, що мають інші характеристики продуктивності порівняно з компонентами, які вони замінюють.

УДК 658:007

КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА МОДЕЛЬ: ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

М. С. Рудик, О. С. Царева

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 Україна*

Технологія клієнт-сервер є фундаментальною концепцією, яка використовується для організації роботи з базами даних в мережі та різноманітними інформаційними ресурсами. Вона активно застосовується протягом багатьох років, особливо у великих організаціях. З розвитком інтернету, ця модель стає все більш популярною серед розробників програмного забезпечення, оскільки вона дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних, що зберігаються в базах даних.

Архітектура клієнт-сервер [1] визначає дві основні складові: клієнт і сервер. Клієнт — це пристрій або програма, яка відправляє запит до сервера для отримання певних ресурсів або виконання завдань. Сервер, у свою чергу, є більш потужною системою, яка обробляє ці запити, надає доступ до даних або інших ресурсів та повертає результати клієнту. Клієнт-серверна архітектура підтримує можливість обслуговування кількох клієнтів одночасно, з використанням черг для виконання запитів або пріоритетних обробок.

Існують різні підходи до побудови клієнт-серверних систем. Одним з них є модель слабого клієнта та потужного сервера, в якій основна обробка даних здійснюється на сервері, а клієнт лише взаємодіє з користувачем та відправляє запити. Така модель знижує вимоги до клієнтських пристроїв, але робить сервер центальною ланкою, від якої залежить загальна продуктивність системи.

Протилежною є модель сильного клієнта, де клієнтська сторона бере на себе частину обробки даних, що дозволяє знизити навантаження на сервер. У такій системі сервер часто виконує функції сховища даних, а вся логіка обробки переноситься на клієнт.

Також виділяють дворівневу та трирівневу архітектури [2]. Дворівнева модель передбачає пряме обслуговування запитів клієнта сервером без участі інших ресурсів. Трирівнева архітектура додає ще один рівень у вигляді сервера додатків, що дозволяє розподіляти навантаження та підвищувати продуктивність. Така модель також підтримує масштабування до багаторівневої архітектури шляхом додавання нових серверів.

Клієнт-серверні архітектури мають ряд значних переваг. По-перше, вони дозволяють легко організувати мережі з великою кількістю робочих станцій, забезпечуючи централізоване управління ресурсами, обліковими записами користувачів та безпекою. Це значно спрощує адміністрування великих мереж і полегшує доступ до ресурсів, оскільки користувачеві достатньо одного пароля для входу в систему.

Однак ці системи мають і свої недоліки. Наприклад, несправність сервера може призвести до зупинки всієї мережі або втрати доступу до критично важливих даних. Також, клієнт-серверна модель потребує кваліфікованого персоналу для обслуговування і вимагає значних інвестицій у серверне обладнання.

Клієнт-серверна архітектура є однією з ключових технологій в сучасних інформаційних системах. Вона дозволяє ефективно організовувати обробку даних, забезпечує надійність та безпеку, а також підтримує масштабованість. Незважаючи на певні недоліки, ця архітектура залишається популярною завдяки своїй гнучкості та адаптивності до різних потреб бізнесу.

Літературні джерела

1. Архітектура клієнт-сервер URL: <http://surl.li/bmwwxc> (дата звернення: 04.10.2024).
2. Клієнт-серверна архітектура. URL: <http://surl.li/tqfmyf> (дата звернення: 04.10.2024).

УДК 004.8

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АБДУКТИВНОГО ЛОГІЧНОГО ФРЕЙМВОРКУ В СИСТЕМІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

В. Д. Мельник, В. В. Бандура, О. Т. Богдан, В. І. Пашковський, О. І. Попович, В. В. Трищ, Є. І. Федорук, Д. Р. Кицмен

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, vitalii.melnyk@nung.edu.ua, viktorii.bandura@nung.edu.ua, pz@nung.edu.ua

Штучний інтелект надає потужні інструменти для реалізації абдуктивного виведення знань. Сам процес абдуктивного виведення знань слід вважати процесом міркування, коли необхідно знайти найкраще пояснення фактам, процесам та явищам, що аналізуються, формуванню гіпотези про те, що сталося. На відміну від дедукції (коли рухаються від загального до конкретного) і індукції (коли здійснюється узагальнення окремих фактів), абдукція дозволяє реалізовувати суттєві кроки у аналізі, генеруючи нові ідеї тощо.

Завдяки своїй здатності опрацьовувати максимально великі обсяги даних, виявляти та виокремлювати закономірності, а також будувати складні моделі, ШІ може здатен генерувати гіпотези (ШІ-системи можуть пропонувати різні пояснення спостережуваних явищ, навіть якщо ці пояснення не є очевидними для реципієнта), оцінювати гіпотези (за допомогою статистичних методів і машинного навчання ШІ може оцінити, наскільки правдоподібною є кожна з запропонованих гіпотез), обирати найкращу гіпотезу (ШІ може вибрати гіпотезу, яка найкраще пояснює усі доступні дані) [1].

Незважаючи на велику кількість додатків в сфері абдукції та їх потенційних застосувань, загальний абдуктивний логічний фреймворк, як правило фокусується, на питаннях важливості представлення, тоді як в загальному випадку глибоке дослідження задач обчислювальної ефективності для проблем практичного розміру та комплексності не виконується (для теоретичного дослідження комплексності абдуктивних фреймворків). В цілому імплементацію абдуктивного логічного фреймворку можна представити формалізованим підходом до міркування, що пропонує структуру для побудови та оцінки гіпотез. Він базується на концепції абдукції, тобто в процесі висування гіпотез для пояснення спостережуваних фактів. Тут ключовими елементами абдуктивного логічного фреймворка слід вважати базу знань (сукупність фактів, правил та інших знань, які система використовує для міркування), мету (конкретне питання або проблема, на яку система має знайти відповідь), гіпотези (можливі пояснення або рішення для визначеної мети), критерії оцінки (правила, за якими система оцінює правдоподібність та корисність кожної гіпотези).

Як результат отримуємо алгоритм роботи абдуктивного логічного фреймворку, що може бути використаний у поєднанні з технологіями штучного інтелекту:

- формулювання мети (системі ставиться завдання знайти пояснення для певного факту або явища);

- генерація гіпотез (система використовує свою базу знань для генерації можливих гіпотез, які могли б пояснити спостережуване);
- оцінка гіпотез (кожна гіпотеза оцінюється за допомогою заданих критеріїв. Ці критерії можуть включати логічну узгодженість, простоту, відповідність до попередніх знань тощо);
- вибір найкращої гіпотези (система обирає гіпотезу з найвищим рейтингом, яка найкраще відповідає заданим критеріям) [2].

На найбільш загальному рівні це дозволяє сформулювати правила висновку у формі переписуваних правил для станів. Відповідно, вихідні правила розширюють правилами, що можуть обробляти скінченні домени виразів для обмежень. Набори обмежень, що будуються в режимі виконання приймають активну участь в процесі пошуку. Це означає, що поточний стан набору обмежень може викликати нові виведення або запускати процедуру бектрекінгу. Такий рівень рішення досягається імплементацією для кожного обмеження домену, що є набором міркувань над множиною термів і скінченного домену виразів для обмежень, які дозволяють керувати моніторингом стану виразу відносно до поточного набору обмежень [3].

Тому, як результат, абдуктивне виведення знань засобами технологій ШІ відкриває нові можливості для дослідження, вирішення проблем і розвитку технологій, що дозволяє розуміти складні системи, приймати більш обґрунтовані рішення, сприяти науковим відкриттям. Абдуктивне виведення на основі ШІ – це потужний інструмент, що дозволить розширювати знання про світ і вирішувати складні проблеми. Абдуктивний логічний фреймворк є потужним інструментом для удосконалення систем штучного інтелекту, здатних до самостійного міркування та прийняття рішень. Він широко використовується в різних областях, від медицини до розвідки. Однак, для ефективного використання цього фреймворку необхідно враховувати його обмеження та розробляти системи, здатні до самонавчання та адаптації.

Літературні джерела

1. O. L. d. Oliveira, R. J. Martins and M. Y. Matsumoto, «A Framework for Abductive Computational Modeling,» *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, San Jose, CA, USA, 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/FIE.2018.8658465.

2. Z. Zhang, L. Yilmaz and B. Liu, «A Critical Review of Inductive Logic Programming Techniques for Explainable AI,» in *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, vol. 35, no. 8, pp. 10220-10236, Aug. 2024, doi: 10.1109/TNNLS.2023.3246980

L. Caroprese, E. Zumpano and B. Bogaerts, «Computing Abductive Explanations,» in *IEEE Intelligent Systems*, vol. 37, no. 6, pp. 18-26, 1 Nov.-Dec. 2022, doi: 10.1109/MIS.2022.3198337.

ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КАРТ З ВИКОРИСТАННЯМ DRAW.IO

Т. Я. Вдовичин, Б. В. Гочак

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
Дрогобич, Україна, dsru@dsru.edu.ua*

Інноваційним інструментом для візуалізації даних, для схематичного подання основних думок чи пунктів доповіді, для складання планів дій є застосування інтелектуальних карт (mind map). Визначення «інтелект-карта» трактують як «блок-схема, що наочно демонструє головну думку (завдання), ключові елементи та взаємозв'язки між ними, це відмінний інструмент для впорядкування та запам'ятовування великих об'ємів інформації та генерації ідей» [1]. З іншої сторони, інтелект-карта або ментальна карта, або асоціативна карта - «це метод візуалізації даних, який допомагає структурувати інформацію та знаходити взаємозв'язки між її частинами» [2].

Створення інтелектуальних карт розвиває логічне мислення, креативність та дозволяє візуалізувати план для генерації нових ідей. Першочергово для побудови інтелектуальної карти слід впорядкувати ключові питання, які будуть відображатися на ній та ретельно структурувати відомості. Це також сприятиме формуванню ланцюжка «причина»-«наслідок» щодо логічності побудови самої ментальної карти, а також можливості проаналізувати первинно вхідні дані, а відтак отриманий результат.

Інформація у інтелектуальних картах подається структуровано та компактно, а формат подання таких карт є досить зручним для сприйняття людиною. Зрозуміло, що при ознайомленні з інформацією, що містить інтелектуальна карта, людський мозок легше сприймає схематичне подання, на протигагу суцільному тексту. Яскравість палітри інтелектуальних карт дозволяє порційно подавати інформацію і відокремлювати головне від другорядного.

Якщо проаналізувати подання інформації за допомогою інтелектуальних карт, то можна побачити, що, як правило, в центрі таких карт знаходиться основна ідея, яку заплановано детально розглянути, а від неї слідує розгалуження, тобто додаткові ключові факти, що все більше розкривають суть проблеми, а зв'язки між всіма цими елементами демонструють причинно-наслідкові поєднання від суті факту до наслідків проблеми.

На сьогодні є достатньо велика кількість цифрових ресурсів для створення інтелектуальних карт. Серед них варто зосередити увагу на цифровому інструменті Draw.io, який дозволяє легко візуалізувати інформацію через зрозумілий інтерфейс та набір потрібних функцій.

Додаток Draw.io є безкоштовним, а також достатньо простим для користувача. Його функціонал дозволяє створювати не лише інтелектуальні карти, а й блок-схеми, інженерні креслення, просту інфографіку тощо. Його інтерфейс підтримує близько 50 мов, серед яких є і українська.

Щоб розпочати роботу на ресурсі Draw.io, достатньо мати обліковий запис Google, що дозволяє ефективно та швидко авторизуватися в системі. Тобто ці додатки між собою у інтегрованими. Більше того, всі розробки, які користувач виконав за покликанням <https://app.diagrams.net/>, будуть зберігатися на Google Диску автоматично. Інструменти Draw.io дозволяють без конкретних команд зберігати всі розробки, а також синхронізувати дані на будь-яких пристроях в межах одного аккаунту.

Draw.io дозволяє використовувати біля 140 готових шаблонів, що дозволяє повноцінно створювати власні інтелектуальні карти. Більше того, даний ресурс адаптований під швидке редагування кожного доданого елементу, починаючи від розміру, кольору, розміщення та загального вигляду. Також можливе додавання до робочої сторінки інших елементів, зокрема, готових зображень.

Коли робота над проєктом щодо створення інтелектуальних карт виконана повністю, то є можливість її імпортувати в конкретне місце хмарного сервісу чи ПК, експортувати у потрібному форматі (зокрема, як png, jpeg, pdf тощо), вбудувати як зображення чи складова сервісів Google (Документ, Презентація, Таблиця тощо) та опублікувати у відкритому доступі.



Рисунок 1 - Реалізація інтелектуальної карти в додатку Draw.io

Отже, можна узагальнити, що використання інтелектуальних карт сприяє розвитку креативності щодо подання інформації, оновлення ідей для представлення даних, планів тощо. Використання таких карт чітко структурує інформацію та порційно видає знання, що мають причинно-наслідкові зв'язки «суть проблеми – деталі – кінцевий результат». Логічна побудова інтелектуальних карт дає змогу швидше запам'ятовувати нову інформацію, а візуалізація даних в такому вигляді сприяє впорядкуванню фактів, чіткому плануванню та прийнятті рішень у будь-яких аспектах розвитку суспільства.

Літературні джерела

1. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://vseosvita.ua/c/pedagogy/post/37694>
2. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://online.novaposhta.education/blog/servisi-dlya-stvorenniya-intelekt-kart>.

УДК 004.94

ОСОБЛИВОСТІ ЗАДАЧ КЛАСИФІКАЦІЇ НА МНОЖИНІ КОНТЕНТУ В КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНДУКТИВНОГО ЛОГІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

*В. Д. Мельник, В. В. Бандура, О. М. Іванотчак, А. Я. Кутинський, І. Я. Дмитрів,
Н. Т. Іванців, А. В. Дячук, Т. Я. Місюрак*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, vitalii.melnyk@nung.edu.ua, viktorii.bandura@nung.edu.ua, pz@nung.edu.ua*

Індуктивне логічне програмування (ІЛП) є потужним інструментом для автоматичного навчання логічних правил з даних. Однак, при застосуванні ІЛП до задач класифікації на множині контенту виникають специфічні проблеми. Основні проблемами можуть бути проблеми представлення тексту, виникнення шумів, проблеми семантики і контексту (семантична розбіжність – різноманітна інтерпретація одного і того ж контенту по-різному, що призводить до семантичної розбіжності в даних), масштабність (складність навчання та великі масиви даних (опрацювання великих масивів текстових даних вимагає суттєвих обчислювальних ресурсів) тощо [1].

Крім цього слід виділити множинну класифікацію, де один об'єкт може належати до декількох класів, виникають додаткові складнощі, пов'язані з визначенням релевантних правил, і **незбалансованість класів, де досить часто спостерігається незбалансованість класів в переліку даних для класифікації, що може призвести до того, що модель буде краще класифікувати більший клас, ніж менший.**

Класифікаційна проблема є одним найбільш важливих питань в області машинного навчання, що полягає відповідно, як ми бачили раніше в прогнозуванні класу об'єктів при заданих характеристиках таких об'єктів і відповідної множини прикладів коректних і хибних класифікацій для інших відомих об'єктів. Тобто в такому підході ми отримаємо суміш дескриптивних і прогнозуючих підходів вирішення проблеми [2].

Роботи по машинному навчанні представляють цілий ряд алгоритмів здатних класифікувати нові об'єкти з високою якістю відповідно до заданих прикладів. Проте опис екземплярів і нових об'єктів може бути виконаний тільки засобами слабких мов, що як правило базуються на ідеях атрибутів в яких кожен об'єкт описується як такий, що складається з атрибутів та їх значень які відмінні від значень класу.

Для того, щоб розширити можливості мови до рівня представлення гіпотез і прикладів першого порядку є важливим визначити як процес навчання в логіці першого порядку узагальнює навчання виду атрибут-значення. На сьогоднішній день більшість систем даного класу використовує логіку першого порядку для завдання структури об'єкта. Більшість досліджень в даній області належать до проблеми індуктивного логічного програмування, тому більшість таких результатів можуть бути адаптовані до проблеми вбудовування їх в абдуктивний фреймворк. Використання технік логічного програмування для індуктивних задач, дозволило досягти верхньої границі у підсилненні

дескриптивної складової класифікаційної проблеми, шляхом використання підмножини логіки першого порядку як нового опису відповідних гіпотез. Проте такий підхід був результатом значного збільшення простору пошуку. В літературних джерелах обґрунтовується, що навчання на основі атрибутів у більшості випадків дозволяє досягти кращих результатів по відношенню до реляційних відповідників, навіть якщо останні базувалися на більш інформативних початкових знаннях.

Основна причина полягає в тому, що атрибут не навчання функціонує в значно меншому просторі гіпотез, що дозволяє дослідити даний простір більш ґрунтовно. Другою важливою причиною є те, що при пропозиційному навчанні приймається до уваги відповідна додаткова інформація, шляхом імовірнісного аналізу гіпотез над тренувальним набором. Тому для ефективного вирішення зазначеної проблеми слід застосовувати методи обробки природної мови, що полягає у перетворенні тексту в логічні формули, де можна використовувати методи обробки природної мови, такі як токенізація, лематизація, створення векторів слів тощо, інтеграцію онтологій для представлення знань про предметну область і для обмеження простору можливих гіпотез, методи відбору ознак для зменшення розмірності простору ознак (інформаційна ентропія, взаємна інформація тощо), методи регуляризації (L1 і L2 регуляризація), що дозволить запобіганню перенавчання, а також використання ансамблів моделей, тобто об'єднання декількох моделей ІЛП для підвищення точності класифікації [3].

Як висновок індуктивне логічне програмування є потужним інструментом для вирішення задач класифікації на множині контенту. Однак, для успішного застосування ІЛП в цій області необхідно враховувати специфічні проблеми, пов'язані з представленням тексту, шумом у даних, контекстом і семантикою, а також масштабованістю.

Літературні джерела

1. Y. Hua and B. Hein, "Concept Learning in AutomationML with Formal Semantics and Inductive Logic Programming," *2018 IEEE 14th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Munich, Germany, 2018, pp. 1542-1547, doi: 10.1109/COASE.2018.8560541.
2. H. Karimi and A. Kamandi, "Ontology alignment using inductive logic programming," *2018 4th International Conference on Web Research (ICWR)*, Tehran, Iran, 2018, pp. 118-127, doi: 10.1109/ICWR.2018.8387247.
3. A. Sivaraman, T. Zhang, G. Van den Broeck and M. Kim, "Active Inductive Logic Programming for Code Search," *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 292-303, doi: 10.1109/ICSE.2019.00044.

УДК 004.4:004.8

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ПОТОКІВ У JAVA

А. Ю. Онищук, В. В. Бандура

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

Сьогодні для створення більш ефективних та масштабованих застосунків на Java необхідне використання сучасних інструментів та технологій. Віртуальні потоки, введені у рамках проєкту Loom, відкривають нові можливості для оптимізації багатопотокової роботи і спрощення розробки конкурентних програм. Існують ідеї щодо розробки нових бібліотек і фреймворків, які можуть значно підвищити продуктивність Java-застосунків і розширити сферу їх застосування.

Щодо практичного застосування віртуальних потоків у Java, наразі вони активно інтегруються в існуючі екосистеми: Spring, Quarkus, Micronaut та інші. Однак ця технологія все ще перебуває у стадії розвитку, і майбутнє багатопотокового програмування в Java залежить від того, як віртуальні потоки будуть розвиватися та вдосконалюватися.

Віртуальні потоки [1] мають потенціал революціонізувати спосіб розробки високонавантажених систем, а роль асинхронного програмування вже сьогодні є надзвичайно важливою. Віртуальні потоки, які дозволяють створювати легкокагові потоки управління, потенційно здатні обробляти тисячі одночасних завдань з мінімальними витратами ресурсів. Здатність до масштабування та адаптивності віртуальних потоків у поєднанні з цими технологіями прогнозує початок нової ери ефективності та продуктивності Java-застосунків.

Віртуальні потоки ґрунтуються на ідеї дисоціації потоків програмування від потоків операційної системи, що дозволяє їм існувати одночасно в величезній кількості без значного впливу на систему. Це дозволяє Java-програмам обробляти величезні обсяги запитів одночасно, що потенційно дозволяє їм вирішувати складні проблеми швидше та ефективніше, ніж це було можливо раніше. Однак програмування з використанням віртуальних потоків та оптимізація їх виконання є складним завданням, яке потребує глибокого розуміння конкурентного програмування.

Це завдання полегшується застосуванням сучасних інструментів та підходів: використання шаблонів проєктування, які враховують особливості віртуальних потоків, може допомогти спростити процес розробки Java-застосунків. Бібліотеки та фреймворки [2] можуть бути оновлені для повної підтримки віртуальних потоків, зменшуючи складність розробки та підвищуючи ефективність. Більше того, розробники можуть використовувати знайомі синхронні моделі програмування, отримуючи переваги асинхронного виконання без складних конструкцій.

Крім того, віртуальні потоки також можуть відігравати ключову роль у покращенні продуктивності існуючих застосунків. Java-системи, які стикаються з проблемами масштабування через обмеження традиційних потоків, можуть

отримати значний приріст продуктивності при переході на віртуальні потоки. Це особливо важливо для сервісів, які обробляють велику кількість одночасних підключень або запитів.

З іншого боку, впровадження віртуальних потоків може мати значущі наслідки для управління ресурсами та відлагодження [3]. Нові моделі багатопотоковості можуть вимагати оновлення інструментів моніторингу та профілювання, а також адаптації практик тестування та відлагодження. Однак переваги, які надають віртуальні потоки, можуть значно перевищувати ці виклики.

Незважаючи на привабливі можливості віртуальних потоків у Java, на сьогодні розробники визнають існування багатьох викликів, які ще потрібно подолати. Віртуальні потоки все ще є новою технологією, і їх впровадження потребує глибокого розуміння та тестування. Більше того, інтеграція віртуальних потоків з існуючими системами може бути складним завданням, яке потребує значних зусиль.

Разом із тим, інтеграція віртуальних потоків у Java-застосунки може стати основою потужного розвитку у світі програмування, революціонізувавши такі галузі, як веб-розробка, обробка даних та мережеве програмування.

Літературні джерела

1. Віртуальні потоки [електронний ресурс]. Код доступу: <https://medium.com/@RamLakshmanan/java-virtual-threads-easy-introduction-44d96b8270f8>. Дата звернення (15.09.2024)

2. Бібліотеки та фреймворки [електронний ресурс]. Код доступу: <https://docs.oracle.com/en/java/javase/21/core/virtual-threads.html#GUID-DC4306FC-D6C1-4BCC-AECE-48C32C1A8DAA>. Дата звернення (15.09.2024)

3. Впровадження віртуальних потоків. [електронний ресурс]. Код доступу: <https://spring.io/blog/2022/10/11/embracing-virtual-threads>. Дата звернення (07.10.2023).

УДК 004.93

ВИКОРИСТАННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ В АБДУКТИВНИХ ФРЕЙМВОРКАХ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ

В. Д. Мельник, В. В. Бандура, В. В. Головач, Б. І. Меренко, С. Ю. Куліш, І. В. Кеденко, А. Б. Глібчук, В. І. Колінко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, vitalii.melnyk@nung.edu.ua, viktoriiia.bandura@nung.edu.ua, pz@nung.edu.ua

Потужним інструментом для розв'язання різноманітних задач, особливо в руслі мультиагентних систем є абдуктивний фреймворк загального призначення. Він дозволяє системам самостійно формувати гіпотези про стан світу та приймати рішення на основі цих гіпотез. Що стосується

асоціативних правил, то вони реалізують можливість виявляти взаємозв'язки між даними, що є цінним інструментом для генерації гіпотез. Використання асоціативних правил є можливим і простим в абдуктивних фреймворках загального призначення і дозволяє побудувати повністю автоматизований абдуктивний фреймворк поєднанням двох найбільш важливих парадигм видобування даних – парадигми класифікації на основі дерев рішень та парадигма асоціативних правил. Тому в якості окремої задачі можна виокремити побудову абдуктивних технік і методик видобування даних на основі асоціативних правил як обмежень цілісності шляхом використання наборів фактичних даних (в нашому випадку, даних технологічного процесу буріння) [1].

Проблема пошуку обмеження цілісності може бути вирішена шляхом інтерактивного аналізу певних асоціативних правил отриманих на основі апріорних алгоритмів. Оскільки існує деяка збалансованість між негативними і позитивними значеннями певних атрибутів, отримані правила мають високі значення коефіцієнта довіри і коефіцієнта підтримки. Але для підвищення їх практичного застосування необхідно використовувати окремі метрики (наприклад, метрики «піднімання» та «впливу»). Отримані в результаті асоціативні правила дозволяють представляти фактичні залежності між атрибутами. Тестування результатів задач класифікації з використанням абдуктивного фреймворку, що починає свою функціональність з дерева рішень як теорії й асоціативних правил щодо обмежень цілісності, доводить здатність системи виводити значення коректного класу навіть, якщо не має відсутніх значень. Абдуктивний висновок з обмеженнями може розглядатися як спосіб інтерпретації для виконання відтинання у дереві рішень, хоча в ряді випадків абдуктивний висновок може бути більш потужним ніж відтинання. Основне завдання полягає в тому щоб продемонструвати шлях поєднання результаті алгоритмів класифікації у видобуванні даних. Він базується на дереві рішень з додатковими доменними знаннями, які походять з асоціативної моделі видобування даних і, відповідно, базуються на асоціативних правилах. Ці правила є цікавими з точки зору отримання вхідного потоку для абдуктивного середовища, що здатне класифікувати, а також специфікувати відповідні міркування, використані для побудови класифікацій (у тому числі при прогнозуванні відсутніх значень) [2].

Однак, при поєднанні цих двох підходів виникають певні проблеми вибору релевантних правил (множинність правил та контекстуальна залежність), інтерпретація правил (нестабільність з'єднань та непрямі зв'язки), інтеграція з абдуктивним механізмом (сумісність формалізму та оцінка гіпотез) та зміна правил.

Як результат виникає питання адаптації асоціативних правил до динамічних середовищ в абдуктивних фреймворках. Проблема адаптації асоціативних правил до динамічних середовищ в абдуктивних фреймворках є досить актуальною та складною. Оскільки середовище постійно змінюється, правила, які були корисні в минулому, можуть стати неактуальними в майбутньому.

Тому слід ініціювати такі основні підходи до процесу адаптації, а саме періодичну перебудову правил, динамічне зважування правил, використання механізмів пояснення тощо [3].

Адаптація асоціативних правил до динамічних середовищ, а особливо у абдуктивних фреймворках загального призначення для ефективного функціонування мультиагентних систем є складною проблемою, що вимагає комплексного підходу. Поєднання різних методів, таких як періодична перебудова правил, динамічне зважування, використання онтологій та механізмів пояснення, дозволяє створювати більш гнучкі та адаптивні системи.

Підсумовуючи можна стверджувати, що використання асоціативних правил в абдуктивних фреймворках загального призначення в мультиагентних системах є перспективним напрямком досліджень, але потребує подальшого розвитку. Для вирішення вищезазначених проблем необхідно розробляти нові методи вибору, інтерпретації та використання асоціативних правил в контексті абдуктивного міркування. Хоча поєднання асоціативних правил та абдуктивного міркування відкриває нові можливості для створення розумних агентів, воно також породжує ряд складних проблем, які вимагають подальшого дослідження.

Літературні джерела

1. B. Wang, X. Fang and B. Zhang, "Cooperative Control for Industrial Multi-agent Systems: Framework and Problems," *2018 37th Chinese Control Conference (CCC)*, Wuhan, China, 2018, pp. 6971-6976, doi: 10.23919/ChiCC.2018.8482641.
2. L. Gomes, B. Ribeiro, F. Lezama and Z. Vale, "A Multi-Agent System Empowered by Federated Learning and Genetic Programming," *2023 31st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIU59756.2023.10223778.
3. W. M. Saied, B. E. Elakhdar and D. G. Hassan, "Comprehensive Synthesis of Decision-Making in Complex Systems," *2024 6th International Conference on Computing and Informatics (ICCI)*, New Cairo - Cairo, Egypt, 2024, pp. 466-469, doi: 10.1109/ICCI61671.2024.10485131.

УДК 004.42

КІБЕРБЕЗПЕКА В ТЕСТУВАННІ: МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПЗ

О. Є. Душенко, О. С. Царева

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 Україна,
yulia.dushenko-po221@nuing.edu.ua*

Забезпечення безпеки програмного забезпечення (ПЗ) є критично важливим етапом у процесі його розробки. Кіберзлочинці постійно вдосконалюють свої методи атак, і навіть невеликі вразливості можуть призвести до значних збитків для компаній та користувачів. Саме тому забезпечення безпеки ПЗ включає

комплексну перевірку всіх його компонентів на наявність вразливостей і потенційних шляхів для несанкціонованого доступу.

Одним із ключових методів забезпечення кібербезпеки є тестування на проникнення (penetration testing, або pentest). Це метод, який передбачає симуляцію реальних атак на ПЗ для виявлення потенційних вразливостей. Експерти з безпеки намагаються «проломити» систему, використовуючи ті ж методи, які могли б застосовувати хакери. Пентест дозволяє перевірити стійкість ПЗ до загроз і визначити, які аспекти безпеки потребують поліпшення.

Процес тестування на проникнення складається з кількох етапів:

1. Розвідка (information gathering): спеціалісти збирають інформацію про цільову систему, що допомагає їм краще зрозуміти можливі точки входу для атаки.
2. Аналіз вразливостей: виявлення слабких місць у системі, які можуть бути використані для проведення атак.
3. Експлуатація: намагаючись використати виявлені вразливості для отримання доступу до системи.
4. Завершення та звітність: підготовка звіту про результати тестування з рекомендаціями щодо усунення вразливостей.

Ще одним важливим елементом кібербезпеки є аналіз вразливостей (vulnerability assessment). Це процес систематичного огляду та оцінки безпеки ПЗ з метою виявлення відомих уразливостей, таких як помилки у конфігурації, проблеми з оновленням, або неправильне налаштування прав доступу. Аналіз вразливостей зазвичай проводять за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, яке сканує систему та порівнює її з базою відомих проблем.

Загалом, існує кілька основних методів захисту програмного забезпечення:

- Кодування з урахуванням безпеки: це процес написання коду з урахуванням можливих загроз. Наприклад, правильна обробка введених даних користувачем може запобігти SQL-ін'єкціям або XSS-атакам.
- Шифрування даних: використання криптографічних методів для захисту конфіденційної інформації, що зберігається або передається через ПЗ.
- Аудит безпеки: регулярні перевірки системи на відповідність сучасним стандартам безпеки.
- Моніторинг та реагування: постійний моніторинг роботи ПЗ для швидкого виявлення та реагування на загрози.

Також важливо зазначити, що кібербезпека повинна бути інтегрована в усі етапи розробки програмного забезпечення. Методології, такі як DevSecOps, сприяють тому, що безпека стає невід'ємною частиною процесу розробки. Цей підхід дозволяє виявляти та виправляти вразливості на ранніх етапах, що значно знижує ризики кіберзагроз.

На завершення, забезпечення безпеки ПЗ є складним і багатогранним процесом, що вимагає використання різних методів і підходів. Тестування на проникнення, аналіз вразливостей, шифрування даних та інтеграція безпеки в процес розробки – це лише частина заходів, які допомагають захистити ПЗ від кіберзагроз.

Літературні джерела

1. Шаров С. В. Сучасний стан розвитку штучного інтелекту та напрямки його використання. Українські студії в європейському контексті. 2023. № 6. С. 136–144.

2. Дереза О. О., Водяницький І. О. Використання штучного інтелекту в дизайні. Українські студії в європейському контексті. 2024. №8. С. 155-160.

УДК 681.3

**ПІДВИЩЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЯКОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ І РІВНЯ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИДОБУВАННЯ ЗНАЇНЬ НА ОСНОВІ
КЛАСИФІКАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ**

**В. Д. Мельник, В. В. Бандура, І. П. Касянчук, М. В. Кузьмін, А. В. Стахов, Д. І. Толочко,
Д. М. Халєєв, О. А. Лукань**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, vitalii.melnyk@nung.edu.ua, viktoriiia.bandura@nung.edu.ua, pz@nung.edu.ua*

Видобування знань з даних слід вважати процесом автоматичного виявлення закономірностей, трендів та кореляцій у великих обсягах даних. Класифікаційні моделі є одним з основних інструментів для вирішення цього завдання. Вони дозволяють відносити об'єкти до певних категорій або класів на основі їхніх характеристик. Більшість алгоритмів видобування даних базується, відповідно, на індуктивних техніках, що полягають в певному способі виведення інформації, яка узагальнюється з вхідних даних. Проте дуже часто застосування індуктивних технік на масивах «сирих» даних не достатньо для генерації відповідей на запити користувача. Це, природно, зумовлює потребу додаткової обробки даних із використанням дедуктивних технік. З метою отримання відповідей на запити високого рівня складності необхідне середовище, здатне підтримувати процес машинних міркувань, оскільки у більшості випадків пошук рішення для таких запитів можна розглядати як аналіз множини гіпотез, що задовольняє певним вимогам. Метод абдукції є особливо ефективним в задачах класифікації і пояснення результатів застосування технології видобування даних. Зокрема, можна вводити класифікаційні правила, виведені з даних, та інформацію, отриману від експертів предметної області. Також можна використовувати асоціативні правила з введеними коефіцієнтами впевненості.

Видобування даних може бути означено як процес пошуку кореляцій або шаблонів серед різних полів у великих базах даних (перш за все, реляційних). Відповідно, видобування даних є важливим кроком процесу видобування знань, що полягає в застосуванні інтелектуальних методів з метою видобування шаблонів даних з великих баз даних. Зокрема, найбільш важливими моделями для опису даних інформативним способом, розробленими в даній області, є класифікаційні задачі, асоціативні правила та метод кластеризації. Класифікація

даних вимагає виконання двох послідовних кроків. Перший полягає у побудові моделі, що описує заданий набір прикладів шляхом прив'язки мітки класу до кожного елементу. Другий розглядає використання певної моделі для класифікації нових прикладів (наприклад, прогнозування категорійної мітки). У літературних джерелах використовуються різні моделі обчислення класифікаційних задач, але найбільший інтерес представляє саме дерево рішень.

Дерево рішень представлено деревовидною структурою, в якій кожен внутрішній вузол позначає певний вид тестування атрибуту, кожне розгалуження, відповідно, представляє результат тесту, а листові вузли – класи. Індукція дерева рішень полягає у побудові такого дерева з тренувальних наборів прикладів, щоб його можна було використати для класифікації нових прикладів для заданих значень їх атрибутів шляхом слідування від кореня до листків. Завдяки цій структурі цілком можливе перетворення дерев рішень у відповідні класифікаційні правила, які можна легко вставити в середовище побудови суджень (логічного висновку). Слід відмітити, що ряд інструментів машинного навчання містять генератор для побудови класових наборів правил.

Особливістю такого підходу є можливість вбудовувати класові набори правил в середовище побудови суджень (логічного висновку). Це дозволяє в деяких випадках краще класифікувати нові приклади за наявності зовнішньої інформації (як доменні знання, релевантні до певної предметної області). Як результат виникають проблемні питання, що характеризуються якістю даних, вибором моделі, представленням та інтерпретацією результатів, процесами автоматизації. Шляхами реалізації цих проблемних завдань могут бути процеси попереднього ретельного опрацювання масивів даних, вибір методів порівняння моделей для визначення оптимальної моделі, пошук та визначення гіперпараметрів, інтерпретація моделей, автоматизація процесів та використання комбінацій декількох моделей для підвищення точності та стійкості. Новітніми підходами для підвищення загальної якості результатів і рівня автоматизації процесу видобування знань на основі класифікаційних моделей може бути використання глибокого навчання на основі нейронних мереж, що дозволять автоматично відшукувати складні закономірності даних, автоматизоване машинне навчання на усіх етапах, та інтерпретація моделей, що передбачає розробку моделей.

Тому підвищення якості результатів і автоматизація процесу видобування знань на основі класифікаційних моделей є актуальним завданням, яке вимагає комплексного підходу. Поєднання методів попередньої обробки даних, вибору моделей, підбору гіперпараметрів та інтерпретації результатів дозволяє створювати ефективні та надійні системи для вирішення широкого кола задач.

Літературні джерела

1. X. Wang and Z. Wang, "Question Answering System based on Disease Knowledge Base," *2020 IEEE 11th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, Beijing, China, 2020, pp. 351-354, doi: 10.1109/ICSESS49938.2020.9237712.

2. H. Liu, H. Gong and X. Ding, "Research on Knowledge Extraction Based on Semantic Similarity," *2022 IEEE 6th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)*, Chongqing, China, 2022, pp. 1679-1684, doi: 10.1109/ITOEC53115.2022.9734395.

3. C. Lin, S. Chen, X. Yang, C. Li, C. Qu and Q. Chen, "Research and Application of Knowledge Graph Technology for Intelligent Question Answering," *2021 12th International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Programming (PAAP)*, Xi'an, China, 2021, pp. 152-156, doi: 10.1109/PAAP54281.2021.9720306.

УДК 629.3.05:004.89

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАФІКОМ

М. Р. Никифорук

*Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, Івано-Франківськ,
Україна, maksym.nykyforuk.23@pnu.edu.ua*

Автомобільний транспорт є невід'ємною частиною сучасного життя. Він забезпечує виконання логістичних, транспортних і дозвілєвих функцій. Підвищити пропускну здатність транспортних шляхів можна за допомогою оптимізації потоків через розмітки, світлофори та регульовальні документи. Тому розробка оптимальної системи управління з динамічним урахуванням поточного трафіку без використання регульовальників є актуальним завданням.

Дослідження з управління заторами використовують різноманітні підходи. Першочергова проблема — це збір даних про завантаженість перехресть. Класичні методи покладаються на дорожні датчики для підрахунку транспортних засобів, проте вони мають значні недоліки, зокрема високу вартість встановлення та обслуговування. Альтернативою є використання камер, які аналізують зображення для оцінки інтенсивності руху. Серед методів обробки зображень для виявлення автомобілів можна виділити метод градієнтного аналізу та віднімання кадру [1], алгоритм перетворення кольорів у градації сірого та каскадний класифікатор [2].

Оскільки проблеми заторів виникають у режимі реального часу, необхідне рішення, яке дозволить здійснювати моніторинг середовища та приймати рішення на основі поточних даних. Використання нечіткої логіки в управлінні перехрестями показало, що це може знизити час затримки на 10–21% [3]. Однак основним недоліком цього підходу є його залежність від експертних знань та специфічність для кожного окремого перехрестя, що ускладнює узагальнення системи для інших умов.

Огляд сучасних рішень вказує на необхідність пошуку більш ефективного підходу до оптимізації трафіку. Складність викликає вибір критеріїв для

оптимізації потоків автомобілів на дорогах. Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення та впровадження оптимальних критеріїв для ефективного управління трафіком, з урахуванням змінних умов та динамічної ситуації на перехрестях.

Для оцінки завантаженості перехрестя при плануванні нових доріг зазвичай використовують декілька параметрів. Об'єм трафіку через перехрестя середній і піковий впродовж дня. Одним із факторів, що визначає оптимальність роботи перехрестя є довжина черги, але більш динамічним параметром, який показує стан трафіку на перехресті є швидкісні характеристики. Найбільш інформативним є оцінка швидкості руху автомобілів на підходах до перехрестя та через нього.

Система керування містить центральний вузол і місцеві контролери, які за допомогою аналізу відеозображення руху автомобілів через ділянку дороги визначають середню швидкість проїзду. Дані усереднюються для створення картини руху за певний проміжок часу. Це дозволяє уникнути стрибків у налаштуванні світлофорів через одиничні аномалії. Усі усереднені дані про швидкість передаються на центральний контролер, який приймає рішення про корекцію часу зеленого світла. Якщо один з напрямків має нижчу швидкість, центральний контролер подовжує тривалість зеленого для цього напрямку за рахунок інших. Якщо швидкість не збільшується, збільшується загальний час зеленої фази. Якщо швидкість на напрямках зростає, це сигналізує про те, що напрямок добре розвантажений. У такому випадку можна зменшити сумарний час зеленого світла до мінімуму для оптимізації загального трафіку.

Цей підхід дозволяє системі динамічно реагувати на зміни в трафіку, зберігаючи при цьому плавність і ефективність руху через перехрестя.

Літературні джерела

1. Choukekar, G. R., & Bhosale, M. A. (2018). Density based smart traffic light control system and emergency vehicle detection based on image processing. *International Research Journal of Engineering Technology (IRJET)*, 5(4), 2441–2446.
2. Faisal, F., Das, S. K., Siddique, A. H., Hasan, M., Sabrin, S., Hossain, C. A., & Tong, Z. (2020). Automated traffic detection system based on image processing. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 2(1), 18–25.
3. Pappis, C., & Mamdani, E. (1977). A fuzzy logic controller for a traffic junction. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1977.4309605>.

УДК

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РОЗВИТОК МЕДИЦИНИ**В. П. Касянчук, В. В. Бандура***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
вул. Карпатська, 15; vitalii.kasianchuk@iung.edu.ua*

Штучний інтелект (ШІ) швидко змінює медичну галузь, зокрема в аспектах діагностики, лікування та управління медичними даними. Завдяки своїм можливостям обробляти великі масиви даних, ШІ значно підвищує ефективність і точність діагностичних процесів, що відкриває нові перспективи для автоматизації медицини.

Одна з найважливіших сфер, де штучний інтелект проявляє себе, — це медична діагностика. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє аналізувати медичні зображення та сигнали з високою точністю. Це дає можливість виявляти ранні стадії захворювань, які раніше було важко діагностувати. Наприклад, системи ШІ вже сьогодні успішно використовуються для аналізу рентгенівських знімків, комп'ютерної томографії та магнітно-резонансної томографії, що забезпечує швидшу і точнішу діагностику захворювань.

Автоматизовані системи діагностики, засновані на ШІ, мають перевагу над традиційними методами діагностики завдяки здатності обробляти велику кількість даних, зменшувати ризик людських помилок та пришвидшувати постановку діагнозу. Завдяки цьому лікарі можуть зосередитися на прийнятті клінічних рішень, залишивши рутинні обчислювальні задачі автоматизованим системам.

Важливим аспектом впровадження ШІ в медицину є його інтеграція з телемедициною, що дозволяє здійснювати дистанційну діагностику і лікування пацієнтів. Автоматизовані системи з підтримкою ШІ здатні моніторити стан здоров'я пацієнта в режимі реального часу, забезпечуючи постійний контроль за його самопочуттям. Такі платформи дозволяють зменшити кількість особистих візитів до лікаря, що особливо актуально в умовах пандемії та для пацієнтів у віддалених регіонах.

Окрім того, використання телемедичних платформ із підтримкою ШІ дає можливість проводити моніторинг хронічних захворювань, таких як діабет, серцево-судинні захворювання та інші. Це підвищує якість медичної допомоги, оскільки дозволяє лікарям отримувати важливі дані про стан здоров'я пацієнтів безперервно та своєчасно реагувати на зміни.

Незважаючи на значні досягнення у використанні ШІ в медицині, існує низка викликів, які потребують вирішення. Серед них — потреба в стандартизації даних, підвищення рівня обізнаності медичного персоналу з новими технологіями та забезпечення відповідної інфраструктури для впровадження таких систем. У випадку України, додатковими проблемами є недостатнє фінансування охорони здоров'я та обмежений доступ до сучасних технологій у віддалених регіонах.

Перспективи розвитку ШІ в медицині надзвичайно широкі. Очікується, що найближчими роками автоматизовані системи діагностики стануть частиною повсякденної медичної практики. Вони допоможуть зменшити витрати на медичне обслуговування, підвищити якість діагностики та лікування, а також забезпечують доступ до медичних послуг для ширшого кола пацієнтів. Автоматизація рутинних процедур, таких як обробка даних та аналіз результатів обстежень, знизить навантаження на медичний персонал і дозволить йому більше часу приділяти індивідуальному підходу до пацієнта.

Штучний інтелект має значний вплив на розвиток медичної діагностики та відкриває нові можливості для автоматизації процесів у медичній практиці. Впровадження автоматизованих систем на основі ШІ здатне значно покращити якість медичних послуг, підвищити точність діагнозів і знизити витрати на медичне обслуговування. У контексті України, ці технології можуть забезпечити важливу підтримку в умовах недостатньої інфраструктури та обмежених ресурсів, сприяючи розвитку національної системи охорони здоров'я.

Літературні джерела

1. Smith, J., & Anderson, K. (2023). Artificial Intelligence in Medical Diagnostics. *Journal of Medical Informatics*, 56(2), 233-245.
2. Zhang, L., & Wang, Y. (2022). Machine Learning Approaches for Respiratory Disease Diagnosis. *Computational Medicine*, 38(1), 112-125.
3. Peterson, M., & Jones, R. (2021). Automated Diagnostic Systems: A Comprehensive Review. *International Journal of Healthcare Technology*, 45(4), 987-1002.
4. Міністерство охорони здоров'я України (2023). Звіт щодо стану медичної діагностики в Україні. Київ: МОЗ.
5. Pavlenko, O., & Bondarenko, V. (2022). Телемедицина в Україні: виклики та перспективи. *Український журнал медичних досліджень*, 12(3), 56-64.

УДК 004.492

КЛІЄНТ-СЕРВЕРНІ АРХІТЕКТУРИ В ШКІДЛИВОМУ ПЗ: ЗАГРОЗИ ТА СПОСОБИ ПРОТИДІЇ

Мосюк Д. О., Кропивницька В. Б.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, dmytro.mosiuk-kim232@iung.edu.ua*

Сучасні інформаційні системи постійно стикаються з різноманітними загрозами у вигляді шкідливого програмного забезпечення, яке продовжує вдосконалюватися і ставати все більш небезпечним. Традиційні антивірусні програми не завжди здатні ефективно виявляти і блокувати нові види вірусів, які використовують складні мережеві структури для забезпечення своєї

діяльності. Зокрема, віруси, що використовують клієнт-серверні архітектури, дозволяють отримувати доступ до даних користувачів, виконувати команди адміністратора та навіть повністю знищувати системні файли. Актуальність даного дослідження обумовлена необхідністю вивчення сучасних методів поширення та функціонування шкідливого ПЗ з метою розробки більш ефективних засобів захисту.

Вірус зазвичай використовує клієнт серверну архітектуру або P2P, тобто, де сервер і клієнт виступають одночасно і сервером, і клієнтом. Варіанти з'єднань можуть бути різними, але обов'язково має бути як сервер, так і клієнт. На рисунку 1 представлено приклад взаємодії сервера, який виступає керуючою частиною вірусу, та клієнта, який виступає в ролі виконавчої частини і з'єднані між собою мережею.

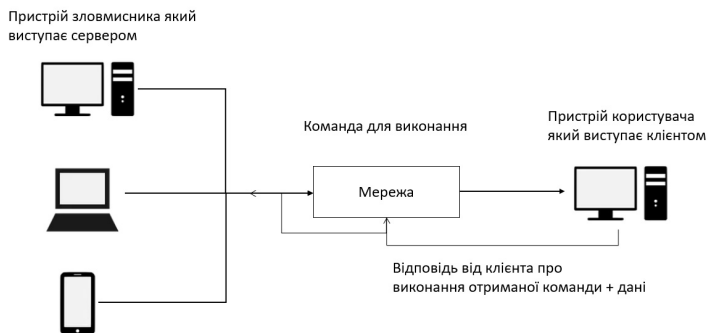


Рисунок 1 - Приклад взаємодії сервера і клієнта

Сучасні віруси зазвичай складаються з двох частин: серверна (керуюча) і клієнтська (виконавча) частини, які зв'язані між собою по мережі. В такому вірусі серверна частина надсилає клієнтській частині команди, які треба виконати, а клієнт виконує команду і надсилає відповідь серверу. Таким чином, при грамотній реалізації вірусу можна одержувати файли, дані браузера, виконувати різні cmd-команди і навіть просто видаляти системні папки, так як вірус може мати код, який надає йому рівень найвищих прав адміністратора.

Для прикладу розглянемо код для виконання команди скріншот

Серверна частина

```
elif command == 'screenshot':
    client.send(command.encode())
    file = client.recv(2147483647)
    path = f'{os.getcwd()}\
\\{random.randint(11111,99999)}.png'
    with open(path, 'wb') as f:
        f.write(file)
        f.close()
    path1 = os.path.abspath(path)
    print(f"File is stored at {path1}")
```

Клієнтська частина

```
elif command == 'screenshot':  
    try:  
        file = f'{random.randint(111111, 444444)}.png'  
        file2 = f'{random.randint(555555, 999999)}.png'  
        pyautogui.screenshot(file)  
        image = Image.open(file)  
        new_image = image.resize((1920, 1080))  
        new_image.save(file2)  
        file = open(file2, 'rb')  
        data = file.read()  
        s.send(data)  
    except:  
        self.errorsend()
```

Як було продемонстровано на рис. 1, сервер відсилає команду `screenshot`, а клієнт опрацьовує її і повертає відповідь файлом зображення. Також, подібним чином може реалізовуватись відслідкування клавіатури користувача, і таким чином отримати інформацію про набраний користувачем текст, одержавши всі паролі і дані введені користувачем за період часу, поки було активовано відслідкування клавіатури.

На прикладі коду, що виконує команду знімка екрана, було продемонстровано принцип роботи вірусу з клієнт-серверною архітектурою, де серверна частина передає команду, а клієнтська частина її виконує. Така схема є однією з найпоширеніших у сучасному шкідливому програмному забезпеченні і надає зловмисникам широкий функціонал для здійснення атак на системи користувачів. Для ефективного протистояння таким загрозам необхідне подальше вдосконалення захисних технологій та розвиток методів попередження кібератак.

УДК 004.67

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ДЕРЕВА РІШЕНЬ ЯК СПОСОБУ АБДУКЦІЙНОГО ОБЧИСЛЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ТРАНЗАКЦІЙ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

В. Д. Мельник, В. В. Бандура, Б. В. Вацеба, Д. Р. Чанкветадзе, А. І. Павлів, Р. І. Петришин

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, vitalii.melnyk@nung.edu.ua, viktoriia.bandura@nung.edu.ua, pz@nung.edu.ua*

Застосування методу класифікаційного дерева рішень як способу абдукційного обчислення підвищення ефективності цифрових транзакцій в комп'ютерних системах стверджує, що використання методу класифікаційних дерев для прямого абдуктивного обчислення може значно покращити ефективність цифрових транзакцій. Це твердження має під собою теоретичну основу, оскільки класифікаційні дерева добре пристосовані для виявлення

закономірностей у даних та прийняття рішень на їх основі. Що стосується класифікаційного дерева, то воно представлено одним з найпопулярніших і інтуїтивно зрозумілих алгоритмів машинного навчання. Воно використовується для вирішення задач класифікації, тобто для віднесення об'єктів до певних категорій на основі їхніх характеристик. Свою назву алгоритм отримав завдяки візуальному представленню у вигляді дерева, де кожен вузол відповідає за прийняття рішення про розподіл даних на підмножини.

В цілому класифікаційне дерево представлено методом машинного навчання, що використовується для класифікації даних на основі їхніх характеристик. Що стосується абдуктивного обчислення, то його слід вважати логічним процесом, що рухається від наслідку до причини, тобто намагається знайти оптимальне пояснення спостережуваних фактів. Не менш важливим є поняття прямого абдуктивного обчислення. Це означає, що метод класифікаційного дерева використовується безпосередньо для виведення причинних зв'язків на основі даних. Слід також приділяти увагу підвищенню ефективності цифрових транзакцій в цьому аспекті. Це свідчить про те, що застосування такого підходу може покращити швидкість, точність та надійність обробки транзакцій.

Що стосується недоліків застосування методу класифікаційних дерев рішень як способу абдукційного обчислення підвищення ефективності цифрових транзакцій в комп'ютерних системах, то ними можуть бути здатність до перенавчання (модель може занадто добре підлаштовуватися під тренувальні дані і з помилками працювати на нових), нестабільність (означає, що незначні зміни в даних можуть вести до значних змін у структурі дерева), труднощі з представленням нелінійних залежностей (для складних залежностей можуть знадобитися дуже глибокі дерева) [1].

Процес покращення застосування ефективності методу класифікаційних дерев рішень як способу абдукційного обчислення підвищення ефективності цифрових транзакцій в комп'ютерних системах можна досягти через уніфікацію дерева, вибір оптимальних характеристик та ансамблі моделей.

Імплементація методу класифікаційного дерева рішень як способу абдукційного обчислення підвищення ефективності цифрових транзакцій в комп'ютерних системах може бути інтегроване у механізми кібезбезпеки, наприклад, виявлення шахрайства, де класифікаційне дерево може аналізувати дані про транзакції, виявляючи аномалії, які можуть, наприклад, вказувати на шахрайство. Перевагами цього підходу можуть бути такі критерії, як швидкість (класифікаційні дерева можуть швидко обробляти великі обсяги даних), адаптивність (моделі можуть бути легко адаптовані до нових даних і змін у бізнес-процесах) та інтерпретованість (модель класифікаційного дерева зазвичай легко зрозуміти, що дозволяє аналізувати прийняті рішення) [2].

Вибір правильних метрик ефективності є критичним для оцінки успішності застосування абдуктивного обчислення, зокрема класифікаційних дерев, для підвищення ефективності цифрових транзакцій. Ключові метрики, які можна застосовувати для оцінки – загальні метрики класифікації, що представлені

точністю, повнотою, специфічністю та матрицею заплутаності. Для цифрових транзакцій є характерними специфічні метрики. До переліку метрик слід віднести швидкість опрацювання транзакцій, пропускна здатність системи, частота помилкових спрацювань, частота не виявлення шахрайства, вартість помилок та збільшення доходу. Також метрики можна поєднати і з абдуктивним обчисленням, що буде полягати у якості пояснень, стійкості до змін даних та інтерпретованості моделі. Тому саме вибір конкретної з метрик буде залежати від конкретизованої задачі, що необхідно вирішити [3].

Як висновок твердження про підвищення ефективності цифрових транзакцій за допомогою методу класифікаційного дерева рішень має ряд суттєвих переваг. Однак, успіх такого підходу залежить від якості даних, правильної конфігурації моделі та врахування обмежень цього методу, а вибір метрик ефективності для абдуктивного обчислення в цифрових транзакціях залежить від конкретної задачі та бізнес-цілей.

Літературні джерела

1. Povkhan and M. Lupei, "The Algorithmic Classification Trees," *2020 IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*, Lviv, Ukraine, 2020, pp. 37-43, doi: 10.1109/DSMP47368.2020.9204198.
2. F. Yin, "Design and Implementation of Accounting Information System Based on Decision Tree Classification Algorithm," *2023 Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC)*, Dalian, China, 2023, pp. 481-484, doi: 10.1109/IPEC57296.2023.00089.
3. G. Cai, W. Hu, G. Liu, Q. Li, X. Wang and W. Dong, "An effective speedup metric considering I/O constraint in large-scale parallel computer systems," *2017 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, PyeongChang, Korea (South), 2017, pp. 816-822, doi: 10.23919/ICACT.2017.7890231.

УДК: 004.4'2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ JAVA SPRING DATA JPA З ІНТЕГРАЦІЄЮ ПРЕДМЕТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ МОВИ (DSL)

Р. М. Іванишин

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вулиця Карпатська, 15, Івано-Франківськ, Івано-Франківська область, 76019,
pz@iung.edu.ua*

JPA (Java Persistence API) це специфікація Java EE і Java SE, що описує систему керування збереженням java-об'єктів у таблиці реляційних баз даних у зручному вигляді. Основною реалізацією специфікації є Hibernate – бібліотека призначена для вирішення завдань об'єктно-реляційного відображення (ORM).

Hibernate надає Java Persistence Query Language (JPQL) для використання в складних сценаріях взаємодії з базою даних. Основна проблема з JPQL - відсутність безпеки типів (Type-Safety). Для більш динамічних запитів використання JPQL як правило включає об'єднання рядків. Даний підхід схильний до помилок, оскільки компілятор не може проаналізувати запити, а також появи однієї з найпоширеніших загроз сучасності в кібербезпеці (SQL Injection). З введенням JPA 2.0 пропонується використовувати Criteria Query API як типобезпечний спосіб побудови запитів. Однак основним недоліком є те, що API багатослівний і практично нечитабельний.

Компанії та корпорації на момент написання даної роботи розглядають дві альтернативи Criteria Query API в якості основи модельного рівня при розробці програмного забезпечення. Це фреймворки JOOQ і QueryDSL. Обидва вони забезпечують безпеку типів і спираються на концепції предметно орієнтованої мови Domain Specific Languages (DSL).

Для цільового програмного забезпечення було розглянуто QueryDSL. Даний фреймворк заснований на ідеї згенерованих класів метаданих, але реалізований за допомогою зручного і легкого для читання API. При використанні Spring Data JPA репозиторії проекту наслідують певний готовий функціонал для доступу та роботи з даними (CRUD). QueryDSL дозволяє розширити цей функціонал, також шляхом простого наслідування. Список методів для роботи з сутностями які пропонує даний фреймворк в своєму інтерфейсі продемонстровано на рис.1. В поданих методах використовується інтерфейс Predicate. Він дозволяє побудувати будь яку умову на основі метаданих сутностей (полів бази даних)

Щоб продемонструвати гнучкість даного підходу розглянемо в якості прикладу будь який інтернет магазин. Для пошуку товару може використовуватись фільтрація за сотнями критеріїв. Кожен фільтр являє собою певне поле в базі даних і вимагає написання окремого запиту для доступу до нього. Фреймворк бере на себе генерацію даного запиту, а поля до яких ми звертаємося вказуються в якості параметрів Predicate (оскільки вони існують в вигляді класів метаданих). Особливість QueryDSL також в тому, що він може отримувати Predicate напряму із front-end частини проекту. Тобто сам розробник пише гнучкий і масштабований код, без прив'язки під окремі випадки. [1]

Modifier and Type	Method	Description
long	<code>count(com.querydsl.core.types.Predicate predicate)</code>	Returns the number of instances matching the given Predicate.
boolean	<code>exists(com.querydsl.core.types.Predicate predicate)</code>	Checks whether the data store contains elements that match the given Predicate.
Iterable <T>	<code>findAll(com.querydsl.core.types.OrderSpecifier<T>... orders)</code>	Returns all entities ordered by the given OrderSpecifiers.
Iterable <T>	<code>findAll(com.querydsl.core.types.Predicate predicate)</code>	Returns all entities matching the given Predicate.
Iterable <T>	<code>findAll(com.querydsl.core.types.Predicate predicate, com.querydsl.core.types.OrderSpecifier<T>... orders)</code>	Returns all entities matching the given Predicate applying the given OrderSpecifiers.
Page<T>	<code>findAll(com.querydsl.core.types.Predicate predicate, Pageable pageable)</code>	Returns a Page of entities matching the given Predicate.
Iterable <T>	<code>findAll(com.querydsl.core.types.Predicate predicate, Sort sort)</code>	Returns all entities matching the given Predicate applying the given Sort.
<S extends T, R> R	<code>findBy(com.querydsl.core.types.Predicate predicate, Function<FluentQuery, FetchableFluentQuery>S, R queryFunction)</code>	Returns entities matching the given Predicate applying the queryFunction that defines the query and its result type.
Optional <T>	<code>findOne(com.querydsl.core.types.Predicate predicate)</code>	Returns a single entity matching the given Predicate or optional.empty() if none was found.

Рисунок 1 – Реалізовані в фреймворку динамічні операції з базою даних

Для написання динамічних запитів яким недостатньо базового наслідуваного функціоналу фреймворк також пропонує окреме API, зразок якого наведений на рис.2.

```
List<Tuple> results = queryFactory
    .select(userGroup.name, userGroup.id.countDistinct())
    .from(userGroup)
    .where(userGroup.name.in("Group 1", "Group 2")
        .or(userGroup.name.in("Group 4", "Group 5")))
    .orderBy(userGroup.name.desc())
    .groupBy(userGroup.name)
    .fetch();
```

Рисунок 2 – Вигляд API для написання динамічних запитів мовою Java

В процесі дослідження було проаналізовано модельний рівень проекту з відкритим кодом від компанії Softserve [2]. Заміна JPQL в проекті на продемонстровані на рис.1 методи і використання QueryDSL API допоможе зменшити кількість рядків коду на понад 5 тисяч в десятках класів, позбавитись людського фактору в аналізі запитів на наявність помилок і перенести відповідальність за їх пошук на компілятор, а також унеможливити виникнення загрози SQL Injection. Таким чином можна зробити висновок, що інтеграція даного фреймворку збільшить ефективність та якість розробки програмного забезпечення на модельному рівні завдяки застосуванню сучасних технологій.

Літературні джерела

1. Querydsl Reference Guide [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://querydsl.com/static/querydsl/5.0.0/reference/html_single/

2. Softserve GreenCity Repository [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/ita-social-projects/GreenCity/tree/dev/dao/src/main/java/greencity/repository>.

УДК 004.8

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ СТУДЕНТАМИ ПІД ЧАС НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ (НА ПРИКЛАДІ ЧАТУ GPT)

Я. Г. Мельничук, В. Д. Мельник

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, melnychukjaryna@gmail.com, vitalii.melnyk@nung.edu.ua

Навчальний процес у вищому закладі освіти має на меті не лише навчити студента новому, а й розвинути в ньому вміння самостійно шукати і аналізувати інформацію. Ще двадцять років тому для знаходження наукової літератури використовувати бібліотечні фонди, згодом, з появою інтернету – електронні ресурси, які значно полегшили пошук. Декілька років тому став

доступним іще один спосіб знаходження інформації – генеративний штучний інтелект, а точніше чат GPT.

Генеративний штучний інтелект, представлений моделями, наприклад, Chat GPT, відкриває нові горизонти в освітній сфері. Ця модель пропонує студентам великий спектр інструментів, що можуть значно покращити процес навчання та досягнення академічних цілей. Чат GPT – це тип мовної моделі GPT (Generative Pre-trained Transformer), яка була спеціально навчена генерувати текст у відповідь на вхідні дані природною мовою. Ця модель призначена для імітації діалогу, подібного до людського, і може бути використана в різних додатках, такі як чат-боти, віртуальні асистенти та інструменти для перекладу мови. Основою чату GPT є передові алгоритми машинного навчання і тренування на великих масивах тексту, що дозволяє йому генерувати відповіді, відповідні до індивідуального запиту користувача. Модель може бути налаштована для конкретних додатків, що дозволяє розробникам адаптувати мовну модель до їхнього конкретного випадку використання [1].

Робота з чатом GPT під час навчання сприймається негативно, адже може бути розглянута як порушення академічної доброчесності чи плагіат. Проте в цих тезах увагу спрямовано на переваги, які надає чат та як ефективно використовувати його алгоритми задля покращення рівня навчання студентом та спрощення його механічної роботи.

В першу чергу, найголовніша перевага чату GPT – швидка і доступна допомога у підготовці до занять. Тепер студентам не доведеться здійснювати довгий пошук матеріалів в інтернеті, натомість скориставшись чатом вони отримують результати за декілька секунд. При написанні відповіді чат GPT наводить приклади та роз'яснює інформацію для кращого сприйняття. Таким чином студенти отримують інший варіант відповіді, не описаний в підручнику раніше [2].

Чат GPT допомагає структурувати конспекти студентів, підкреслюючи головні тези та форматуєчи інформацію в найкращий для сприйняття студентом формат – список, цикл, послідовність, текст тощо. Також він допомагає у перевірці написання текстів, виділяючи слова та фрази, які не відповідають зазначеному літературному стилю. За потреби чат GPT створить список з літератури, потрібної у написанні статті чи наукової роботи, що значно зекономить час пошуку студентом.

Також важливим фактом є його доступність на різних девайсах та в будь-який час, на відміну від класичної бібліотеки чи навіть платформ електронних інформаційних ресурсів, які деколи вимагають попередньої реєстрації. Студенти можуть отримати доступ до системи зі своїх мобільних телефонів, ноутбуків або комп'ютерів, що дозволяє їм шукати необхідну інформацію в потрібний для них момент. Ця доступність може бути важливим чинником у виборі джерела інформації для студентів, які перш за все цінують швидкість та легкість отримання інформації [3].

Отже, базовими перевагами моделі генеративного штучного інтелекту на основі чату GPT є процес персоналізації навчання, цілодобова доступність до

масивів знань, розвиток навичок критичного мислення, підтримка творчості, підготовка до великого спектру навчального спрямування, мовна практика, а також доступність для студентів з особливими потребами.

Як висновок можна зазначити, що генеративний штучний інтелект, такий як Chat GPT, має великий потенціал для трансформації освіти. Однак, важливо розуміти, що він є інструментом, який доповнює, але не замінює традиційні методи навчання. Для ефективного використання Chat GPT необхідно поєднувати його можливості з інтерактивним навчанням, спілкуванням з викладачами та іншими студентами.

Літературні джерела

1. Halaweh, M. ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2). 2023.
2. Fuchs K. Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: is Chat GPT a blessing or a curse? *Front. Educ.* 2023.
3. Герасимчук Ю. П., Паньковик Н. М. Шляхи використання чату gpt в освіті: переваги та недоліки. Світ дидактики: дидактика в сучасному світі: зб. матеріалів III Міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції, 07-08 листопада 2023 р. Київ : Видавництво «Людмила», 2024. С.300-303

УДК 622.692.4:004.93

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАДАЧАХ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ГАЗУ

О. Ф. Козак, В. В. Бандура, В. В. Кобелюх

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

Забезпечення енергетичної незалежності України передбачає нарощування власного видобутку вуглеводнів, розширення географії джерел їхнього постачання і маршрутів транспортування, використання відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії і енергоощадних технологій, широке запровадження декарбонізації енергетичних палив. Згідно з даними Державної служби статистики України в загальному постачанні первинної енергії за період 2007-2021 років частка природного газу складала (39,9 - 27,6)% і була найбільшою серед усіх джерел постачання. Тому для України природний газ відіграв та відіграватиме до 2050 року роль пріоритетного енергоресурсу [1].

Транспортування природного газу – це складний процес, що потребує ефективного і надійного планування, моніторингу та керування газотранспортною системою (ГТС), особливо з урахуванням перспектив використання потужностей європейських операторів ГТС, включно з ТОВ «Оператор ГТС України», для транспортування зеленого водню до Європейського Союзу. Інтелектуальні інформаційні технології (ІІТ) відіграють дедалі важливішу роль у цьому процесі.

Впродовж останніх двох десятиріч опублікована низка наукових праць, присвячених використанню ІТ у задачах трубопровідного транспорту газу. Ряд праць, зокрема [2], присвячено застосуванню ІТ у керуванні ГТС. Ці праці висвітлюють широкий спектр питань, що охоплюють передові ІТ, розроблення систем, структур та функцій програмно-технічних комплексів управління трубопроводами і трубопровідними мережами протягом їхнього життєвого циклу з урахуванням економічних та екологічних аспектів.

У праці [3] наведений огляд впровадження ІТ, а саме цифрових двійників (digital twins), у трубопровідних системах для підвищення точності прогнозів і оптимізації роботи таких систем. Праця [4] присвячена застосуванню алгоритмів оптимізації на основі поведінки мурах (Multi-Objective Ant Colony Optimization, MOACO – багатоцільова оптимізація колонії мурах) для мінімізації витрат на експлуатацію мережі газопроводів та оптимізації маршрутів транспортування. У роботі [5] розглядаються питання моделювання та оптимізації технологічних процесів, маршрутів транспортування в ГТС. Зокрема в праці [6] застосовано скінченно-елементний підхід до чисельного моделювання динаміки руху газу в трубопроводах і трубопровідних мережах. Цей підхід реалізовано у програмному комплексі (ПК) SIMONE, призначеному для моделювання і оптимізації в газовій промисловості. ПК створений компанією SIMONE Research Group (Чеська республіка) та використовується в понад 100 газових компаніях, серед яких ТОВ «Оператор ГТС України», і 10 університетах у 49 країнах світу.

Ряд праць, зокрема [7], присвячені ІТ для виявлення і запобігання аварійним ситуаціям у ГТС, включно з розгерметизацією газопроводів, витоками газу, пожежами. У праці [8] висвітлюється комплексне уявлення про те, як ІТ застосовуються для посилення кібербезпеки при транспортуванні газу.

Аналіз розглянутих літературних джерел дає підстави стверджувати, що використання ІТ у задачах трубопровідного транспорту газу є актуальним і багатограним, оскільки поєднує в собі питання енергетики, інформатики, логістики, екології, економіки та кібербезпеки. Ось декілька ключових аспектів, які доцільно розвивати у межах зазначеної галузі: керування ГТС; моделювання та оптимізація технологічних процесів, маршрутів транспортування газу в ГТС; прогнозування попиту на газ; управління аварійними ситуаціями; моніторинг стану трубопроводів; інтеграція з іншими енергетичними системами; кібербезпека; зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть інноваціям, впровадженню нових рішень і технологій.

Літературні джерела

1. Національний інститут стратегічних досліджень. Енергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-12/sukhodolia_energy_security_sayt-1.pdf (дата звернення: 01.08.2024).

2. **Richard Nemec.** Artificial Intelligence and Pipelines – A Smart Way to Go. URL: <https://pgionline.com/magazine/2022/january-2022-vol-249-no-1/features/artificial-intelligence-and-pipelines-a-smart-way-to-go> (дата звернення: 01.08.2024).
3. Li Bo, Gai Jiannan, Xue Xiangdong. The Digital Twin of Oil and Gas Pipeline System. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896321003025> (дата звернення: 01.08.2024).
4. Adarsh Kumar Arya. Optimal operation of a multi-distribution natural gas pipeline grid: an ant colony approach. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13202-021-01266-3> (дата звернення: 01.08.2024).
5. Чекурін В. Ф. До побудови програмної системи для моделювання та оптимізації процесів транспортування природного газу. Фізикоматематичне моделювання та інформаційні технології. 2007. № 5. С. 158– 169.
6. Kralik J., Stiegler P., Vostroy Z., Zavorka J. A Universal Dynamic Simulation Model of Gas Pipeline Networks. IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics. 1984. Vol. 14, No 4. P. 597–606.
7. Chengyuan Zhu, Yiyuan Yang, Kaixiang Yang, Haifeng Zhang, Qinmin Yang, C. L. Philip Chen. AI-Based Energy Transportation Safety: Pipeline Radial Threat Estimation Using Intelligent Sensing System. URL: <https://arxiv.org/html/2312.11583> (дата звернення: 01.08.2024).
8. Mary Nankya, Robin Chataut, Robert Akl. Securing Industrial Control Systems: Components, Cyber Threats, and Machine Learning-Driven Defense Strategies. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/21/8840> (дата звернення: 01.08.2024).

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ ПІДГОТОВКИ ПРИРОДНОГО НАЗУ І ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

Тимчук Б.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, kafatp@ukr.net

Математична модель процесу підготовки газового конденсату. При розробці математичної моделі процесу підготовки газового конденсату приймають наступні допущення: конденсат, що поступає у вхідні лінії розділювачів це двофазна система «рідина-газ», яка знаходиться в першодинамічній рівновазі; продукція на виході розділювачів на лінії скиду води і конденсату однорідна; процеси, що відбуваються в розділювачах – ізотермічні; склад газової фази не змінюється.

Функціональна схема блоків розділювачів приведена на рис. 1.

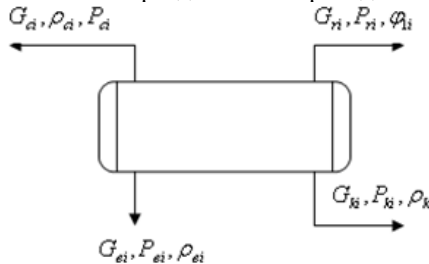


Рисунок 1 – Функціональна схема блок-розділювача

Залежність між масовою витратою і перепадом тиску потоків по входу і виходам блоків відома і задається рівнянням.

$$G_i = a_{ji} \xi S_0 \sqrt{\rho_{ij} \Delta P_i}, \quad (1)$$

де a_{ji} - коефіцієнт витрати діафрагми в j -й точці; ξ - коефіцієнт розширення газу; S_0 - площа прохідного перерізу діафрагми; ρ_{ij} - густина газу в j -й точці i -го блоку розділювача.

$$G_{ci} = a_{ci} \xi S_0 \sqrt{\rho_{ci} (P_{ci} - P_{pi})}, \quad (2)$$

де P_{pi} - тиск у i -м блоці;

Витрати вивітрювання

$$G_{ri} = a_{ri} \xi S_0 \sqrt{\rho_{ri} (P_{pi} - P_{ri})}. \quad (3)$$

Об'єм конденсату із врахуванням гідростатичного стовпа

$$Gk_i = ak_i \xi S_0 \sqrt{\rho_{ki} (P_{pi} - P_{ki} + h_{ki} \rho_{ki})}. \quad (4)$$

Об'єм води із врахуванням стовпів конденсату води при використанні дворівневої систем скиду рідини.

$$G_{ai} = a_{ai} \xi S_0 \sqrt{\rho_{ai} (P_{ri} - P_{ai} + h_{ki} \rho_{ki} + h_{ai} \rho_{ai})}. \quad (5)$$

Рівняння матеріального балансу для кожного блока розділювача

$$G_{ci} = G_{ri} + G_{ki} + G_{ai} . \quad (6)$$

Густина суміші на вході в і-й блок

$$\rho_{ci} = \rho_{гази} \varphi_{ri} + \rho_{квкс} \varphi_{ki} + \rho_{вкс} \varphi_{ai} , \quad (7)$$

де $\varphi_{ri}, \varphi_{ki}, \varphi_{ai}$ - об'ємний істинний (дійсний) вміст у суміш газу, конденсату і води з інгібітором.

Залежності коефіцієнтів витрати від рівня по лінії води і конденсату

$$\alpha_e(h) = \begin{cases} a_e \text{ при } h > \bar{h}_e; \\ a_e \text{ при } h_e < h \leq \bar{h}_e; \\ 0 \text{ при } h \leq \underline{h}_e; \end{cases} \quad \alpha_k(h) = \begin{cases} a_k \text{ при } h > \bar{h}_k; \\ a_k \text{ при } h_k < h \leq \bar{h}_k; \\ 0 \text{ при } h < \underline{h}_k, \end{cases} \quad (8)$$

де $\underline{h}_e, \bar{h}_e, \underline{h}_k, \bar{h}_k$ - відповідно нижні і верхні граничні рівні води і конденсату.

Блок-схема математичної моделі процесу підготовки газового конденсату приведена на рис.2.

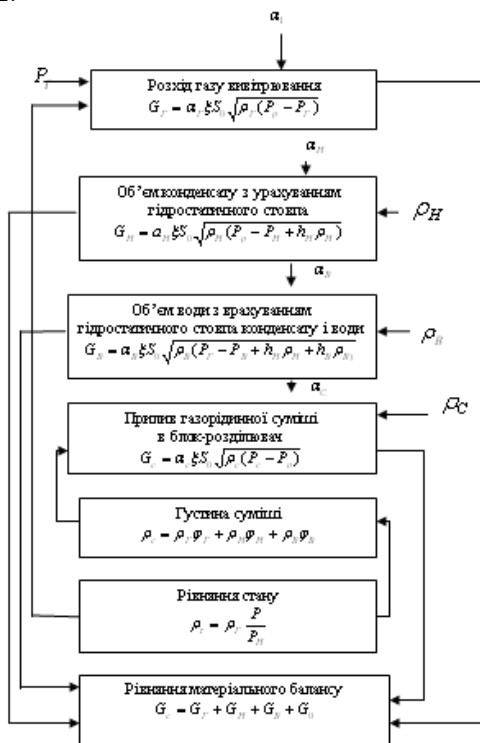


Рисунок 2 – Блок-схема математичної моделі процесу підготовки газового конденсату

У результаті виконаного аналізу математичних моделей об'єктів підготовки природного газу і газового конденсату було виявлено, що сучасні математичні моделі дозволяють ефективно прогнозувати роботу установок, оптимізувати процеси підготовки та знижувати енергетичні витрати.

Літературні джерела

1 Романенко, П. П., Андрійчук, О. В. Основи математичного моделювання технологічних процесів у газовій промисловості. – Київ: Либідь, 2017.

УДК 681.5:622.24:004.942

МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ ПІД ЧАС БУРІННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

М. В. Шавранський, Т. Б. Дмитрик

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

Моделювання мехатронних систем керування електродвигунами під час буріння нафтогазових свердловин є актуальною темою в галузі автоматизації [1], що спрямована на підвищення ефективності та надійності бурових процесів. Мехатронні системи інтегрують механічні компоненти, електроніку, інформаційні технології та системи керування, що дозволяє створювати високоточні і адаптивні системи для буріння.

Мехатронні системи керування електробурами включають такі компоненти: електродвигун (як основний виконавчий механізм); датчики (для моніторингу параметрів процесу буріння, таких як швидкість, момент, вібрації, температура); контролери (для обробки сигналів від датчиків і прийняття рішень щодо керування електродвигуном); алгоритми керування (на основі класичних, адаптивних або інтелектуальних методів); приводні системи (для передачі енергії на бурове обладнання).

Для ефективного керування електродвигунами в процесі буріння необхідно використовувати адекватні математичні моделі, які враховують динамічні характеристики двигуна: моделі двигуна постійного струму, які широко застосовуються для бурових процесів завдяки простоті керування моментом і швидкістю; асинхронні двигуни, які забезпечують високий момент при низьких швидкостях і добре працюють в умовах високих навантажень; синхронні двигуни, які забезпечують більш точне керування і мають кращу енергоефективність [2].

Моделювання систем керування електродвигунами включає [3]:

- Класичні ПІД-регулятори, що використовуються для стабільного керування основними параметрами (швидкістю обертання, моментом).
- Адаптивні системи керування, які дозволяють автоматично підлаштовувати параметри регулятора залежно від змін умов роботи (навантаження, вібрації).

- Робастне керування, яке використовується для роботи в умовах значних невизначеностей і зовнішніх збурень.

- Системи штучного інтелекту та машинного навчання, які дозволяють прогнозувати аварійні ситуації та оптимізувати керування в реальному часі.

Мехатронні системи інтегрують датчики для безперервного моніторингу стану двигунів і процесу буріння. Сенсори вимірюють вібрації, температуру, тиск, що дозволяє вчасно виявляти відхилення і запобігати аваріям.

Імітаційне моделювання мехатронних систем керування виконується за допомогою програмних засобів, таких як MATLAB/Simulink, що дозволяє відтворити всі ключові аспекти роботи системи, перевірити роботу алгоритмів керування і протестувати систему на стійкість до збурень.

Моделювання мехатронних систем керування електродвигунами для буріння нафтогазових свердловин дозволяє підвищити ефективність та надійність процесів, зменшити витрати на обслуговування та знизити ймовірність аварійних ситуацій. Впровадження таких систем відкриває нові можливості для автоматизації та оптимізації бурових процесів в умовах складних і змінних навантажень.

Розглянемо створення моделі мехатронної системи керування двигуном постійного струму (ДПС) для буріння нафтогазових свердловин. Ця модель охоплює основні аспекти динамічного керування електродвигуном у складі бурової установки.

Основні рівняння, що описують динаміку ДПС, можна записати у вигляді:

1. Рівняння напруги якоря:

$$U_a = L_a dI_a/dt + R_a I_a + E$$

де: U_a – напруга на якорі двигуна; L_a – індуктивність якоря; R_a – опір якоря; I_a – струм якоря; $E = k_e \omega$ – зворотна ЕРС, k_e – постійна ЕРС, ω – кутова швидкість.

2. Момент двигуна:

$$M = k_m I_a$$

де: M – момент двигуна; k_m – постійна моменту.

3. Рівняння динаміки обертання (рівняння моментів):

$$J d\omega/dt = M - M_{нагр}$$

де: J – момент інерції ротора; $M_{нагр}$ – зовнішній навантажувальний момент (момент, який чинить навантаження буріння).

Для забезпечення стабільної роботи двигуна необхідно розробити систему керування, яка буде підтримувати задану швидкість або момент, враховуючи змінні навантаження під час буріння.

Один із найпоширеніших методів керування електродвигунами – це ПІД-регулятор. Його рівняння має вигляд:

$$U_{кер} = K_p e(t) + K_i e(t) dt + K_d de(t)/dt$$

де: $U_{кер}$ – керувальний сигнал (напруга на якорі); $e(t) = \omega_{зад} - \omega(t)$ – похибка між бажаною та поточною швидкістю двигуна; K_p , K_i , K_d – коефіцієнти пропорційної, інтегральної та диференціальної складових [4].

Цю модель можна реалізувати в MATLAB/Simulink. Основні елементи моделі включатимуть: Блок ДПС, який реалізує описані вище рівняння; ПІД-регулятор, який налаштований для керування швидкістю обертання або моментом двигуна; Блок навантаження, який моделює змінне навантаження, яке виникає під час буріння (можна використовувати випадкові чи змінні дані); сенсори, які відслідковують поточну швидкість обертання та момент, і передають ці дані до регулятора.

Опис процесу

1. Початковою умовою є пуск двигуна на певній швидкості обертання.
2. Зовнішній вплив, а саме через певний час відбувається збільшення навантаження (моделювання контакту бурового інструменту з більш твердими породами).
3. Коригування регулятором: PID-регулятор або адаптивна система керування коригують напругу на якорі, щоб підтримувати стабільну швидкість обертання або момент, компенсуючи зміни навантаження.
4. Аналіз результатів, а саме аналізуються графіки динаміки зміни швидкості, моменту і струму якоря.

Моделювання мехатронних систем керування електробурами дає змогу оцінити роботу двигуна в різних умовах навантаження, а також протестувати різні алгоритми керування (ПІД, адаптивні або інтелектуальні). Це допомагає розробляти надійні системи, що мінімізують ймовірність аварій і оптимізують енерговитрати під час буріння.

Літературні джерела

1. Шавранський М.В., Дмитрик Т.Б. Актуальність застосування мехатронних систем керування електродвигунами під час буріння нафтогазових свердловин / Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 12 жовтня – Івано-Франківськ-2023. С.31-32.
2. Шавранський В.М., Шекета В.І., Шавранський М.В. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень при керуванні процесом буріння свердловин в ускладнених умовах. Методи та прилади контролю якості, 2020. № 1 (44). С. 119-137.
3. Шавранський М.В., Сененко П.І. Моделювання процесу буріння нафтових і газових свердловин як об'єкта автоматизації // Матеріали науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості». Збірник тез доповідей. 12 жовтня – Івано-Франківськ-2023. С.19-20.
4. Шавранський М.В., Кучмистенко О.І., Матеїк Г.Д., Зварич Г.Г. Автоматичне частотне регулювання швидкості асинхронного двигуна електробура. International Scientific WorldJournal, Вип. № 18, том 1. Болгарія. 2023. С. 93-99. Входить у наукометричну базу INDEX COPERNICUS, GOOGLE SCHOLAR.

УДК 681.5: 621.181

ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ПАРОВОГО КОТЛА ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

М. В. Шавранський, Б. І. Карпинець

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

Динамічна модель парового котла - це математична модель, яка описує поведінку котла з часом. Вона може використовуватися для прогнозування та аналізу роботи котла, а також для розробки систем керування та оптимізації [1,2].

Для створення динамічної моделі парового котла необхідно врахувати багато факторів, таких як [3,4]:

- *Тип котла*: Існують різні типи парових котлів, кожен з яких має свої особливості.

- *Розмір котла*: Розмір котла впливає на його теплову потужність та інерцію.

- *Паливо*: Тип та якість палива впливають на процес горіння та тепловиділення.

- *Вода*: Якість води впливає на утворення накипу та корозії.

- *Навантаження*: Навантаження на котел визначає кількість пари, яка виробляється.

- *Системи керування*: Системи керування впливають на роботу котла та його реакцію на зміни навантаження.

Створення динамічної моделі парового котла є складним завданням, яке потребує знань з математики, фізики, термодинаміки та теорії керування. Однак такі моделі є дуже корисними для розуміння та оптимізації роботи парових котлів.

Динамічна модель парового котла у формульному вигляді є складною через різноманітність фізичних процесів, які відбуваються в системі. Однак, основними елементами динамічної моделі парового котла є рівняння, що описують залежності між різними параметрами котла, такими як температура, тиск, рівень води тощо.

Динамічну модель парового котла представимо системою диференціальних рівнянь, які описують поведінку котла з часом. Ці рівняння включають [1-4]:

1. Рівняння збереження енергії.

Рівняння теплообміну в топці:

$$dQ_f/dt = m_f \cdot c_{pf} \cdot (T_f - T_w) - Q_{loss,f}$$

де: dQ_f/dt – швидкість зміни теплової енергії в топці (Дж/с); m_f – маса палива (кг); c_{pf} – теплоємність палива (Дж/(кг·К)); T_f – температура палива (К); T_w – температура води (К); $Q_{loss,f}$ – втрати тепла з топки (Дж/с).

Рівняння теплопередачі в котлі:

$$dQ_b/dt = U_b \cdot A_b \cdot (T_w - T_s)$$

де: dQ_b/dt – швидкість зміни теплової енергії в котлі (Дж/с); U_b – загальний коефіцієнт теплопередачі котла ($\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$); A_b – площа поверхні теплообміну котла (м^2); T_s – температура пари (К).

2 Рівняння збереження маси.

Рівняння припливу води:

$$dm_w/dt = m_{in} - m_{out}$$

де: dm_w/dt – швидкість зміни маси води в котлі (кг/с); m_{in} – маса води, що надходить до котла (кг/с); m_{out} – маса пари, що виходить з котла (кг/с).

Рівняння утворення пари:

$$dm_s/dt = K \cdot A_b \cdot (T_w - T_s)$$

де: dm_s/dt – швидкість зміни маси пари в котлі (кг/с); K – коефіцієнт пароутворення ($\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К})$).

3 Рівняння термодинаміки.

Рівняння для води:

$$p_w = f(T_w, h_w)$$

де: p_w – тиск води (Па); T_w – температура води (К); h_w – ентальпія води (Дж/кг); f – функція, що описує термодинамічні властивості води.

Рівняння для пари:

$$p_s = f(T_s, h_s)$$

де: p_s – тиск пари (Па); T_s – температура пари (К); h_s – ентальпія пари (Дж/кг); f – функція, що описує термодинамічні властивості пари

4 Рівняння динаміки.

Рівняння для рівня води:

$$dh_w/dt = (1/m_w) \cdot (dm_{in} / dt - dm_{out} / dt)$$

де: dh_w/dt – швидкість зміни рівня води в котлі (м/с); m_w – маса води в котлі (кг).

Рівняння для тиску пари:

$$dV_s/dt = (1/p_s) \cdot (dm_s / dt - m_{out} / dt)$$

де: dV_s / dt – швидкість зміни об'єму пари в котлі ($\text{м}^3/\text{с}$); p_s – тиск пари.

Ці динамічні моделі парових котлів використовуються для: *прогнозування виробництва пари; аналізу стійкості; розробки систем керування; оптимізації експлуатації; діагностики несправностей.*

Динамічні моделі парових котлів є потужним інструментом, який може використовуватися для розуміння, прогнозування та оптимізації роботи парових котлів. Ці моделі є корисними для інженерів, які проектують, експлуатують та обслуговують парові котли.

Літературні джерела

1. Режим доступу: <https://gekoms.org/2021/07/06/modelirovanie-tjagodutevogo-processa-arovogo-kotla-tjec/>
2. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/52049/1/Tkachuk_bakalavr.pdf
3. Режим доступу: <https://www.nas.gov.ua/EN/pages/default.aspx>

УДК 621.643:004.942

АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ СТАНЦІЙ

М. В. Шавранський, В. В. Стадник

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

Моделювання газорозподільних станцій (ГРС) є важливим для ефективного та безпечного функціонування систем газопостачання, особливо в умовах зростання попиту на енергоносії та підвищення вимог до їх надійності та безпеки [1-5].

Математична модель газорозподільної станції може бути розроблена для моделювання основних параметрів і показників її роботи.

Для створення математичної моделі можна використовувати різні підходи, включаючи фізичні закони, рівняння стану та емпіричні дані. Загальний опис можливого підходу [6-10]:

1. Закон збереження маси, що враховує витрати газу на кожному етапі обробки від постачання до вимірювання.

2. Енергетичні баланси, які враховують теплові втрати і споживання енергії для підтримання необхідних параметрів (температура, тиск).

3. Рівняння стану газу, що служить для опису залежності між тиском, температурою і об'ємом газу використовуються ідеальне газове рівняння або відповідні модифікації.

4. Динаміка процесів: якщо потрібно моделювати зміну параметрів в часі, використовуються диференціальні рівняння, що описують динаміку процесів.

Параметри та показники: тиск газу на вході і виході з ГРС; температура газу на різних етапах обробки; концентрація одоранту в газі перед вимірюванням об'єму; ефективність фільтрації (відсоток видалення забруднень); точність вимірювальних лічильників об'єму газу.

Математична модель ГРС дозволяє імітувати та аналізувати роботу газорозподільної станції з точністю до основних параметрів та показників її функціонування. Вона є важливим інструментом для оптимізації процесів, забезпечення безпеки та відповідності стандартам у сфері транспортування і обробки природного газу.

Отже, для математичної моделі газорозподільної станції у формульному вигляді представимо основні елементи і параметри.

Загальний опис [1-5]:

1. Постачання газу:

Нехай $Q_{in}(t)$ – вхідний об'єм газу в одиницях часу (наприклад, м³/год) в момент часу t .

2. Регулювання тиску:

Нехай $P_{in}(t)$ – тиск на вході в ГРС в момент часу t . Після регулювання тиск на виході з ГРС $P_{out}(t)$.

3. Фільтрація і очищення: ефективність фільтрації описується коефіцієнтом $\eta_{filters}$ який виражає відсоток видалення забруднень.

4. Одоризація: концентрація одоранту в газі після введення вузла одоризації позначається як $C_{odor}(t)$.

5. Вимірювання об'єму: об'єм газу, який пройшов через ГРС, обчислюється як інтеграл вхідного потоку газу (1):

$$V_{gas}(t) = \int_0^t Q_{in}(\tau) d\tau \quad (1)$$

де $V_{gas}(t)$ – загальний об'єм газу, який пройшов через ГРС до часу t .

Загальна математична модель ГРС може бути виражена системою диференціальних рівнянь або рівнянь з урахуванням динаміки та взаємодії різних компонентів. Однак для кожного конкретного випадку потрібно враховувати специфічні деталі і параметри кожного етапу обробки газу.

Наприклад, модель для регулювання тиску включає рівняння стану для тиску газу з урахуванням втрат через клапани та інші елементи регулювання.

Припустимо, що $P_{in}(t)$ і $P_{out}(t)$ залежать від регуляторів тиску і можуть бути описані наступним чином:

$$\frac{dP_{in}(t)}{dt} = \frac{Q_{in}(t) \cdot P_{in}(t)}{V_{tank}} - k_{out} \cdot P_{in}(t) - P_{out}(t), \quad (2)$$

де V_{tank} – об'єм буферного резервуара, k_{out} – коефіцієнт втрат тиску через клапани.

Розглянемо додаткові аспекти і параметри, які можна включити до моделі:

- Ефективність фільтрації, яка залежить від ряду параметрів, включаючи пропускну здатність фільтрів $\varphi_{filters}$, що може відображати здатність фільтрів до фільтрації різних типів забруднень.

- Енергетичні баланси, які описують споживання енергії в процесах та теплові втрати. Для моделювання використовуємо рівняння теплового балансу, таке:

$$\frac{Q_{in}}{dt} = \dot{Q}_{in} - k_{loss} \cdot (T_{in} - T_{amb}) \quad (3)$$

де $\dot{Q}_{in}$ – теплове навантаження, k_{loss} – коефіцієнт теплових втрат, T_{in} – температура на вході, T_{amb} – температура навколишнього середовища.

Операційні параметри:

- час реакції на зміни об'єму газу: модель враховує час реакції системи на зміни в об'ємі та тиску газу.

- точність вимірювальних пристроїв: враховується точність вимірювальних пристроїв для обліку об'єму та інших параметрів газу.

Отже, загальна математична модель ГРС може бути представлена у вигляді системи диференціальних рівнянь (4) ÷ (6), які враховують всі перелічені вище аспекти:

1. Рівняння балансу маси газу:

$$\frac{dV_{gas}}{dt} = \dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out} \quad (4)$$

2. Рівняння балансу енергії:

$$\frac{dE_{system}}{dt} = \dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out} \quad (5)$$

3. Рівняння теплового балансу:

$$\frac{dT_{system}}{dt} = \dot{Q}_{in} - k_{loss} \cdot (T_{system} - T_{amb}). \quad (6)$$

Моделювання ГПС за допомогою аналітичних математичних рівнянь дозволяє аналізувати та оптимізувати процеси виробництва та розподілу газу з точністю до ключових параметрів і показників. Конкретна форма моделі буде залежати від конкретних технічних характеристик і функціональних вимог конкретної ГПС.

Літературні джерела

1. Boyun Guo, Ali Ghalambor. Natural Gas Engineering Handbook: Gulf Professional Publishing, 2012. – 960 p.
2. Jonathan Love Process Automation Handbook: A Guide to Theory and Practice: Springer, 2007. – 1100 p.
3. Alireza Bahadori . Natural Gas Processing: Technology and Engineering Design: Gulf Professional Publishing, 2014. – 900 p.
4. Tony Giampaolo. Gas Turbine Handbook: Principles and Practices: The Fairmont Press, Inc, 2006. – 800 p.
5. Arthur J. Kidnay, William R. Parrish. Fundamentals of Natural Gas Processing: CRC Press, 2006. – 600 p.
6. Boyun Guo, Ali Ghalambor. Natural Gas Engineering Handbook: Gulf Professional Publishing, 2012. – 960 p.
7. Alireza Bahadori. Natural Gas Processing: Technology and Engineering Design: Gulf Professional Publishing, 2014. – 900 p.
8. William L. Luyben. Process Modelling, Simulation and Control for Chemical Engineers: McGraw-Hill Education, 2017. – 768 p.
9. Jorge Ancheyta. Modeling and Simulation of Catalytic Reactors for Petroleum Refining: John Wiley & Sons, 2011. – 384 p .
10. Tony Giampaolo. Gas Turbine Handbook: Principles and Practices: The Fairmont Press, Inc., 2006 – 800 p.

УДК 681.5:622.24:519.6

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРИХОПЛЕНЬ БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ НА ОСНОВІ РЕАЛЬНИХ ДАНИХ

М. Р. Тимофійв, М. В. Шавранський

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

Моделювання роботи автоматизованої системи контролю прихоплень бурильного інструменту на основі реальних даних – це важливий етап перевірки ефективності системи до її впровадження на буровій установці. Нижче описаний загальний процес моделювання роботи системи з використанням отриманих даних.

Розглянемо виявлення прихоплень на основі мультисенсорних даних.

Для цього випадку використовуються реальні дані з бурової установки, що включають такі параметри, як тиск бурового розчину, крутний момент, швидкість обертання, осьове навантаження та вібраційні дані [1-8]. Дані містять як нормальні етапи буріння, так і кілька випадків прихоплень.

Вихідні дані:

- тиск: 1-20 МПа (середній тиск у системі під час буріння);
- крутний момент: 2000-5000 Н·м (залежить від умов буріння);
- швидкість обертання: 60-120 об/хв.;
- осьове навантаження: 30-100 тонн;
- вібраційні сигнали: амплітуди в межах від 0,05 до 0,15 g.

Дані збиралися кожну секунду протягом 1000 годин буріння. За цей період сталося 12 підтверджених випадків прихоплення бурильного інструменту.

Для цього випадку використано модель XGBoost, яка добре підходить для задач класифікації з багатьма вхідними змінними [6-8]. Модель навчалася на 80% від загальної вибірки даних і тестувалася на решті 20%.

Отримані результати:

- точність моделі: 97%;
- точність класифікації: 96% – означає, що 96% прихоплень, визначених системою, були дійсними;
- повнота: 94% – означає, що система змогла виявити 94% усіх реальних прихоплень, зареєстрованих у системі;
- F1-score: 95%, що свідчить про збалансовану ефективність моделі між точністю і повнотою;
- середній час виявлення прихоплення: 3 хвилини до фактичного виникнення (використовуючи аналіз змін параметрів і виявлення аномалій у вібраційних даних).

Аналіз факторів:

1. У середньому, за 5 хвилин до прихоплення спостерігалось підвищення крутного моменту на 15%.

2. У 8 з 12 випадків перед прихопленням спостерігалось раптове падіння тиску на 10-20% за 2 хвилини до аварії.

3. Зниження швидкості обертання на 10-15% передбачало можливість прихоплення.

4. Амплітуда вібрацій зростала на 0,02-0,05 g за кілька хвилин до прихоплення.

Система інтегрована з основними сенсорами бурової установки, а також надає оператору інформацію в режимі реального часу через дашборд, який автоматично попереджає про можливі аварійні ситуації.

Оцінка системи:

- Виявлено 11 з 12 прихоплень з мінімальними хибнопозитивними спрацюваннями (3 випадки), що свідчить про високу точність системи.

- Система забезпечувала попередження в середньому за 3 хвилини до виникнення прихоплення, що дало змогу операторам змінювати режим буріння і уникати аварії.

Ця модель показала високу точність і швидкість виявлення прихоплень бурильного інструменту на основі мультисенсорних даних. Завдяки ранньому попередженню оператори змогли своєчасно втрутитися, що дозволило уникнути дорогих аварій і знизити ризики для техніки та персоналу.

Літературні джерела

1. Мартиненко В.Л., Міщенко В.П. Основи буріння свердловин. – Київ: Основа, 2012. – 348 с.

2. Петренко В.В. Технології буріння нафтогазових свердловин. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – 276 с.

3. Горбунов С.О. Управління техногенними ризиками при бурінні нафтових та газових свердловин. – Київ: Наукова думка, 2015. – 312 с.

4. Швиденко В.М., Москаленко О.О. Технологічні процеси буріння та ліквідації аварій при бурінні свердловин. – Полтава: Полтавська національна технічна університет ім. Юрія Кондратюка, 2014. – 290 с.

5. Лисенко М.В., Савчук О.В. Автоматизація технологічних процесів: теорія і практика. – Київ: Політехніка, 2013. – 240 с.

6. Бойко І.В., Павлюк В.П. Системи автоматизованого контролю в нафтогазовій галузі. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – 215 с.

7. Заяць О.В., Кондратьєв І.В. Математичне моделювання технологічних процесів. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2016. – 182 с.

8. Кучеренко В.М., Савицький П.О. Обробка та аналіз реальних даних у технічних системах. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 208 с.

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ

М. В. Шавранський, А. Р. Гуцало

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

Автоматизована система, що визначає оптимальні режими роботи насосних станцій, має на меті зменшення енергетичних витрат під час транспортування нафти на великі відстані. Ефективність роботи насосів суттєво впливає на витрати енергії, тому необхідно розробити модель, яка дозволяє оптимізувати їхнє функціонування з урахуванням різних факторів [1-5].

Основними компонентами системи є сенсори, контролери та програмне забезпечення [6,7].

Сенсори, встановлені на трубопроводах для збору даних про тиск, температуру, витрату нафти та споживану потужність насосів.

Контролери – пристрої, які обробляють дані, отримані від сенсорів, та приймають рішення на основі заданих алгоритмів.

Програмне забезпечення: алгоритми оптимізації, які аналізують дані та пропонують оптимальні режими роботи насосів.

Вхідними даними для моделювання є: відстань транспортування – 100 км; тип нафти – в'язкість 300 МПа·с; діаметр трубопроводу – 150 мм (6 дюймів); максимальний тиск на вході – 10 атм; ефективність насосів – 75%; ціна електроенергії – 0.1 \$/кВт·год.

Гідрравлічний опір трубопроводу розраховуємо за формулою Дарсі-Вейсбаха [1,3]:

$$h_f = (f \cdot L \cdot v^2) / (2 \cdot g \cdot d) \quad (1)$$

де: h_f – втрата напору (м); f – коефіцієнт тертя (обчислюється за формулою Чарарта); L – довжина трубопроводу (м); v – швидкість потоку (м/с); g – прискорення вільного падіння (≈ 9.81 м/с²); d – діаметр трубопроводу (м).

Для визначення оптимальної потужності насосів використовуємо таку формулу [1,3]:

$$P = (Q \cdot h_f \cdot \rho \cdot g) / \eta \quad (2)$$

де: P – потужність (Вт); Q – витрата нафти (м³/с); ρ – густина нафти (кг/м³); η – ефективність насоса.

Для мінімізації енергетичних витрат застосовуємо метод градієнтного спуску, де цільовою функцією є мінімізація загальних енергетичних витрат, а обмеженнями – максимальний тиск на вході, в'язкість нафти та швидкість потоку.

Дискретизація режимів, тобто таблиця режимів роботи насосів з урахуванням: витрати нафти (від 50 до 200 м³/год); різних швидкостей потоку; витрат енергії для кожного режиму.

Проводимо розрахунки:

1. Визначення гідравлічного опору, згідно (1):

$$h_f = 0,02 \cdot 100000 \cdot (1,48)^2 / 2 \cdot 9,81 \cdot 0,15 \approx 21,8 \text{ м.}$$

де, витрата нафти – 100 м³/год ($\approx 0,0278$ м³/с); швидкість потоку:

$$v = Q/A = 0,0278 / \pi \cdot (0,075)^2 \approx 1,48 \text{ м/с;}$$

коефіцієнт тертя $f \approx 0,02$ (залежить від типу труби).

2. Оптимізація потужності, за виразом (2):

$$P = 0,0278 \cdot 21,8 \cdot 800 \cdot 9,81 / 0,75 \approx 4920 \text{ Вт} \approx 4,92 \text{ кВт.}$$

де, густина нафти – 800 кг/м³.

3. Енергетичні витрати:

$$\text{Витрати} = P \cdot t \cdot \text{Ціна} = 4,92 \text{ кВт} \cdot 24 \text{ год} \cdot 0,1 \$ \approx 11,81 \$.$$

де, t – час роботи насоса = 24 години.

Модель автоматизованої системи для мінімізації енергетичних витрат під час транспортування нафти дозволяє значно знизити операційні витрати та підвищити ефективність роботи насосних станцій. Впровадження таких систем оптимізує режими роботи насосів, мінімізує втрати енергії та ресурсу обладнання, а також підвищує стабільність транспортування. Використання математичних моделей і алгоритмів автоматизованого керування дозволяє приймати рішення в реальному часі, забезпечуючи безперебійність процесу транспортування та максимізацію енергоефективності.

Літературні джерела

1. Бабич М.С. Моделювання та оптимізація роботи насосних станцій в нафтопроводах. Політехніка: – Київ, 2018. – 212 с.
2. Романенко І.В. Енергозберігаючі технології у нафтогазовій промисловості. Технічна книга: – Львів, 2020. – 185 с.
3. Ковальчук О.М. Автоматизація та оптимізація технологічних процесів в трубопроводному транспорті нафти. Наукова думка: – Київ, 2016. – 230 с.
4. Іванченко В.П. Транспорт нафти та газу: енергоефективність та автоматизація. Ліра-К: – Харків, 2017. – 205 с.
5. Корнієнко В.І. Оптимізація енергоспоживання у нафтогазовій промисловості. Львівська політехніка: – Львів, 2019. – 240 с.
6. Іванов О.С. Автоматизовані системи керування у транспорті нафти та газу Київський університет: – Київ, 2017 – 198 с.
7. Дмитренко П.В. Системи моніторингу та оптимізації у нафтових трубопроводах. Технічна книга: – Львів, 2020. – 215 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ*Н. В. Новікова, О. А. Кисенко**Відокремлений структурний підрозділ «Донбаський аграрний фаховий коледж
Східноукраїнського національного аграрного університету ім. Даля»
м. Слов'янськ, Україна*

Математичне моделювання в фізиці є одним з найважливіших інструментів для дослідження природних явищ. Моделі дозволяють фізикам описувати складні системи, прогнозувати їх поведінку та знаходити рішення, які іноді неможливо отримати експериментальним шляхом. Математичні моделі використовують рівняння, геометричні конструкції та інші математичні структури для точного формулювання фізичних законів [1, с.16].

Математичне моделювання — це процес створення математичної моделі, яка описує певну фізичну систему або явище. Модель може бути аналітичною або числовою. Аналітичні моделі використовують відомі математичні формули, тоді як числові моделі розраховуються за допомогою комп'ютерних методів. Моделювання дозволяє передбачати поведінку фізичних об'єктів, використовуючи дані початкових умов та взаємодій між компонентами системи.

Моделі відіграють важливу роль у всіх галузях фізики, включаючи механіку, термодинаміку, квантову фізику та астрофізику.

У класичній механіці моделюються рухи тіл під дією сил, де рівняння Ньютона є основними математичними інструментами. У термодинаміці моделі використовуються для опису процесів передачі енергії, тепла, рівноваги та інших явищ. Квантова механіка використовує математичні моделі для опису поведінки частинок на субатомному рівні, що базується на рівнянні Шредінгера. Моделювання застосовується також для вивчення космологічних процесів, таких як еволюція зірок, чорні діри та розширення Всесвіту [2, с.32].

Існує багато методів, що використовуються для створення моделей у фізиці:

- Диференціальні рівняння: Більшість фізичних процесів описуються за допомогою диференціальних рівнянь. Наприклад, рівняння Максвелла описують електромагнітні поля.
- Методи скінчених елементів: Використовуються для чисельного розв'язання диференціальних рівнянь у складних системах.
- Метод Монте-Карло: Цей метод використовується для моделювання випадкових процесів, що мають застосування в статистичній фізиці та квантовій механіці.
- Системи рівнянь та лінійна алгебра: Використовуються для розв'язання задач, пов'язаних з багаточисельними взаємодіями компонентів фізичних систем [3, с.28].

В фізиці зустрічається багато математичних моделей, які описують ті або інші припадні процеси. Так, наприклад, модель Ньютона описує рух тіл під

дією зовнішніх сил, дозволяючи передбачити траєкторію об'єкта. Модель ідеального газу використовується в термодинаміці для опису поведінки ідеалізованого газу, де взаємодії між молекулами зведені до мінімуму. А модель Великого Вибуху описує початок та еволюцію Всесвіту з моменту Великого Вибуху.

Моделі дозволяють робити точні передбачення та дають можливість вивчати явища, які важко або неможливо дослідити експериментально. Проте, їх обмеження полягають у тому, що вони завжди є спрощенням реальних фізичних систем. Важливо враховувати припущення, на яких базується модель, та обережно інтерпретувати результати.

Математичне моделювання є невід'ємною частиною сучасної фізики. Воно дозволяє описати складні фізичні процеси та робити прогнози, що мають велике значення для наукових відкриттів. Незважаючи на обмеження, моделі є важливим інструментом для розуміння природи та розвитку технологій.

Літературні джерела

1. Ушаков В. Г. Математичне моделювання фізичних процесів / В. Г. Ушаков — Київ: Наукова думка, 2007. — 128 с.
2. Дриженко А. Ю. Теоретична фізика: навч. посіб. / А. Ю. Дриженко, О. О. Шустов; Нац. гірн. ун-т. — Дніпропетровськ: НГУ, 2010. — 166 с.
3. Лісовал В. П. Математичне моделювання: конспект лекцій / В. П. Лісовал, М. І. Старосельський; Нац. авіац. ун-т. — Київ: НАУ, 2004. — 61 с.

УДК 519.876

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЧЕРГОВОГО ЛІКАРЯ

Кропивницька В. Б., Бойчук А. І.

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

Теорія масового обслуговування знаходить своє застосування у багатьох сферах людської діяльності – економічне господарство, стратегічні завдання, обчислювальна техніка та технології, завдання природознавства та ін. Аналітичні методи дослідження систем масового обслуговування (СМО) дозволяють отримати лише набір певних характеристик параметрів об'єкта, що вивчається. Методи імітаційного моделювання дають можливість не лише побудувати наочні моделі функціонування складних систем з будь-яким ступенем деталізації, але й реалізувати різні види обчислювальних алгоритмів для обробки та аналізу даних.

Розглянемо імітаційне моделювання системи масового обслуговування на прикладі роботи чергового лікаря.

Промодельємо роботу чергового лікаря протягом години, а саме 60 од. часу. Інтервали приходу пацієнтів: $\lambda=10$ од. часу розподілені за експонентним

законом. Час прийому $\mu=15\pm 5$ од. часу розподілено рівномірно. Пацієнти приймаються у порядку черги «першим прийшов – першим обслужений».

У структурі моделі присутній компонент Simulation - це простий експеримент, відкривши відповідне вікно налаштувань, а саме «Properties», можна налаштувати тривалість роботи моделі. Одиниці модельного часу також необхідно вибрати на початковому етапі розробки, за замовчуванням це секунди.

Для побудови діаграми процесів потрібно використати такі блоки (рис. 1): source – генератор пацієнтів, queue – служить для очікування пацієнтом обслуговування у черзі, delay – затримує пацієнта на заданий період часу, блок sink – служить для знищення пацієнта під час виходу із системи.

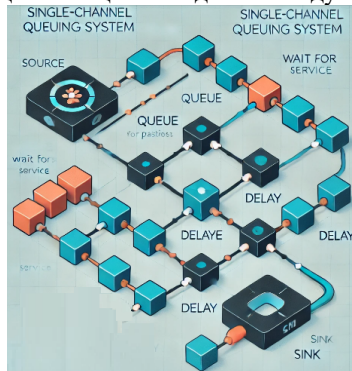


Рисунок 1 – Діаграма процесів одноканальної СМО

Для кожного блоку необхідно виконати задані налаштування.

Одним із завдань моделювання СМО є визначення середнього часу перебування клієнта в черзі, а також визначення середньої довжини черги. Для цього використовуються різні механізми збору статистики, які дозволяють зняти дані з будь-якого блоку. За результатами моделювання було побудовано графік роботи лікаря протягом години.

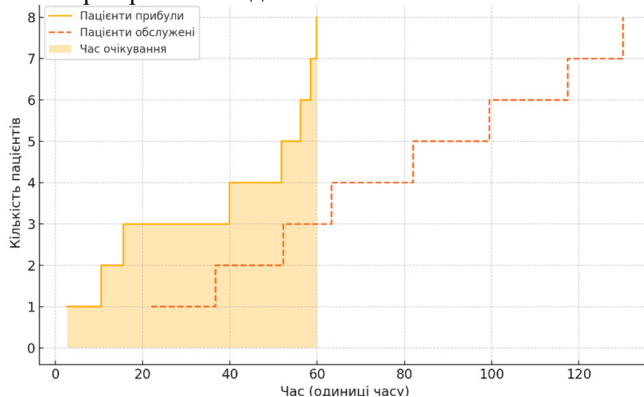


Рисунок 2 – Результат моделювання одноканальної СМО

За результатами симуляції можна зробити висновок:

- за робочий день (60 одиниць часу) до лікаря прийшло 8 пацієнтів;
- лікар обслужив усіх 8 пацієнтів;
- час очікування пацієнтів у черзі варіювався: деякі пацієнти не чекали взагалі, а максимальний час очікування склав 57.5 одиниць часу;
- лікар завершив роботу на 130 одиниці часу, тобто йому довелося працювати понаднормово, щоб обслужити всіх пацієнтів.

Якщо така ситуація є типовою, може виникнути потреба в оптимізації процесу, наприклад, за рахунок скорочення часу прийому пацієнтів або збільшення кількості медичного персоналу, щоб уникнути черг і понаднормової роботи.

УДК 004.942

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Кропивницька В. Б., Незамай І. Б.

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

Моделювання складних динамічних систем, таких як соціальні процеси або природні явища, дає змогу аналізувати та передбачати поведінку великих взаємодіючих елементів у системі. Одним із популярних підходів до моделювання таких систем є клітинні автомати (КА). Вони дозволяють розглядати поведінку кожної окремої частини системи в залежності від її оточення, що робить цей метод особливо ефективним для вивчення процесів, де взаємодії між локальними елементами призводять до глобальних змін.

Подібні підходи застосовуються й для моделювання природних явищ, зокрема поширення пожеж. У цьому випадку кожна клітина клітинного автомату може представляти ділянку землі, лісу або води, а її стан — наявність або відсутність вогню, крім того кожна клітина може представляти наявність конкретного типу рослинності. Правила взаємодії між клітинами дозволяють моделювати процес поширення вогню залежно від стану сусідніх клітин (наприклад, горить сусідня ділянка чи ні, які рослини знаходять по сусідству). Це дає змогу відтворювати динаміку поширення пожежі та враховувати такі фактори, як сила вітру, вологість та наявність перешкод.

Існує десятки розроблених моделей, які описують процес поширення лісових пожеж, проте для розроблення програми моделювання і прогнозування даного процесу застосовують напівемпіричні моделі. Однією з поширених моделей є методика Ротермела, яка використовує досить прості формули і відповідає на питання, яка прогнозована швидкість поширення низової лісової пожежі залежно від швидкості вітру, типу і вмісту вологи рослинності, а також рельєфу місцевості.

Згідно моделі Ротермела було розроблено алгоритм для розрахунку прогнозних положень фронту пожежі. В якості вхідних параметрів необхідно задати тип рослинності, який вибирається з бази даних (кожна клітина вхідної матриці відповідає окремому типу рослинності); клас пожежної небезпеки; швидкість вітру і напрямок вітру; тангенс кута схилу (для врахування особливостей рельєфу, для рівнинної місцевості задавати не потрібно).

На рис.1 представлено результати моделювання з однорідною рослинністю без впливу вітру і з різномірною рослинністю при дію вітру. Як видно з рис. 1, ділянка, охоплена вогнем, під дією вітру приймає з часом форму еліпса, що дозволяє спростити розрахунок прогнозних значень запропонованої моделі.

Таким чином, клітинні автомати, спершу розроблені для моделювання складних динамічних систем, чудово підходять і для аналізу природних катастроф, таких як поширення вогню, надаючи наочну та ефективну модель для дослідження цього процесу.

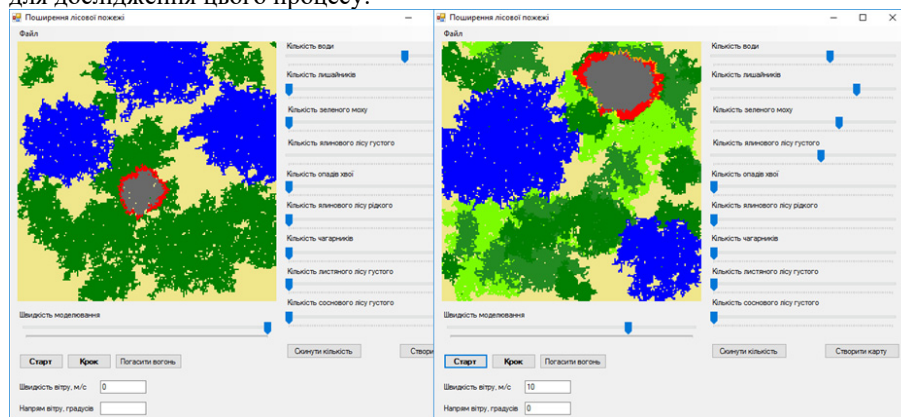


Рисунок 1 – Моделювання поширення вогню

Використання алгоритму Ротермела для моделювання поширення пожежі забезпечує точний прогноз поведінки вогню на основі фізичних параметрів. Це дозволяє ефективніше управляти ресурсами та розробляти стратегії для запобігання масштабним пожежам. Модель також може бути адаптована для використання в реальних сценаріях, що дозволяє суттєво зменшити економічні та екологічні втрати від пожеж.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Кропивницький Д. Р., Лецько В. С.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, dmytro.kropyvnytskyi@iung.edu.ua*

Високе навантаження автомобільних доріг транспортом — це проблема, з якою стикаються всі мешканці великих міст та їхніх передмість. Маятникова міграція населення, спричинена концентрацією робочих місць у мегаполісах і високою вартістю житла, переносить проблему заторів далеко за межі міста. Зростання кількості автомобілів на душу населення тільки погіршує цю ситуацію. Для покращення транспортної ситуації потрібен інструмент, який дозволить не лише керувати наявною інфраструктурою, але й планувати будівництво нової, а також прогнозувати ефективність обмежувальних заходів, що зазвичай викликають незадоволення (наприклад, платне паркування на вулицях чи обмеження в'їзду).

Моделювання транспортних потоків за допомогою клітинних автоматів — це метод, що використовує дискретні моделі для симуляції поведінки транспортних засобів на дорогах. В такій моделі дорога розбивається на клітинки, кожна з яких може бути порожньою або зайнятою автомобілем. Час поділений на дискретні кроки, і на кожному кроці автомобілі можуть рухатися вперед або залишатися на місці в залежності від простору попереду та швидкості. Цей підхід дозволяє аналізувати затори, ефективність руху та взаємодію між транспортними засобами.

Алгоритм роботи моделі транспортних потоків за допомогою клітинних автоматів може бути описаний наступними основними етапами:

1. Ініціалізація. Визначається дорога як лінійна сітка клітинок (кожна клітинка може бути порожньою або зайнятою автомобілем). Кожен автомобіль має свою швидкість, яка визначає, скільки клітинок він може проїхати за один крок.

2. Оновлення швидкості. Для кожного автомобіля перевіряється відстань до найближчого автомобіля попереду. Якщо відстань достатня (не менше поточної швидкості), автомобіль підтримує або збільшує швидкість на одиницю. Якщо відстань менша, ніж швидкість, автомобіль зменшує швидкість, щоб уникнути зіткнення.

3. Випадкове уповільнення. Модель може включати ймовірність випадкового уповільнення для симуляції людських факторів або перешкод на дорозі.

4. Переміщення автомобілів. Кожен автомобіль пересувається вперед на кількість клітинок, рівне його швидкості.

5. Оновлення системи. Кожен крок оновлює стан всієї системи: змінюється положення автомобілів і їх швидкість. Цикл повторюється для кожного кроку симуляції.

Моделі на основі клітинних автоматів є потужним інструментом для дослідження транспортних потоків завдяки їх простоті та здатності імітувати реальні умови руху. Вони можуть точно відтворювати поведінку транспортних засобів і допомагати вирішувати задачі оптимізації руху, управління дорожніми потоками та запобігання заторам. Використання таких моделей сприяє поліпшенню дорожньої інфраструктури та забезпеченню сталого розвитку міських транспортних систем.

УДК 004.9

МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ ЛЮДЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Кропивницький Д. Р., Василів В. М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, dmytro.kropyvnytskyi@iung.edu.ua*

Клітинні автомати (КА) є математичною моделлю, яка використовується для моделювання динамічних систем, що складаються з великої кількості взаємодіючих елементів. Одним із напрямків використання КА є моделювання соціальної поведінки людей. У такій моделі кожна клітина представляє окрему людину, а її стан змінюється на основі взаємодії з оточуючими клітинами (сусідами). Завдяки цьому можна імітувати різні соціальні явища, такі як дотримання соціальних норм, конфлікти, співпраця, групування та вплив зовнішніх факторів. Такий підхід дозволяє вивчати, як локальні взаємодії між індивідами можуть призводити до глобальних соціальних змін.

Важливо визначити правила, за якими люди (клітини) взаємодіють один з одним (наприклад, як вони приймають рішення на основі оточення).

Стан кожної клітини може відповідати певним моделям поведінки, наприклад, дотримання соціальних норм або відхилення від них.

Треба встановити правила, що моделюють вплив групової думки та поведінки (наприклад, якщо більшість сусідів дотримується певної поведінки, людина починає її наслідувати).

Клітини можуть знаходитися в різних станах (співпраця або конфлікт) і впливати одна на одну. Це допомагає вивчати соціальну динаміку, коли люди вибирають між конфліктною або кооперативною поведінкою.

На рис. 1 клітини представляють людей з різною поведінкою, що змінюється під впливом сусідів, кожен колір відповідає різним станам або моделям поведінки людей:

- червоний колір символізує конфліктну або агресивну поведінку. Це люди, які знаходяться в стані протистояння з сусідами;
- синій колір означає кооперацію або співпрацю. Це клітини, що представляють людей, які прагнуть працювати разом і взаємодіяти конструктивно;

- зелений колір відповідає нейтральній поведінці, де люди не схиляються ні до конфлікту, ні до співпраці, залишаючись пасивними;
- жовтий колір може символізувати людей, які піддаються впливу сусідів і можуть змінювати свою поведінку залежно від оточення.

Окремо варто виділити сірий та чорний кольори, які додають до моделі додаткові аспекти, такі як пасивність або ізоляція в соціальній динаміці. Сірий колір може символізувати пасивний або нейтральний стан, коли клітини (люди) не проявляють активної поведінки або впливу. Вони не конфліктують, не співпрацюють, і не піддаються впливу, залишаючись "статичними". Чорний колір може вказувати на відсутність активної участі або ізоляцію. Це може бути людина, яка не бере участь в соціальних процесах, або зона "мертвих" клітин, які не змінюють свій стан.

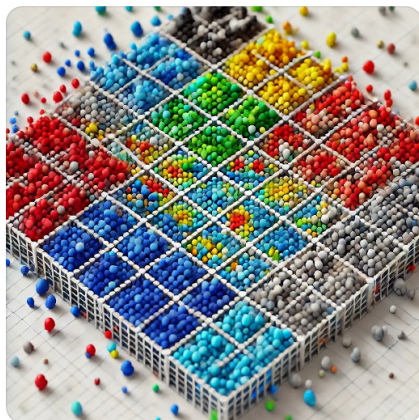


Рисунок 1 – Спрощена модель соціальної поведінки людей на основі КА

Поведінка клітин змінюється з часом, що дозволяє моделювати, як поведінкові норми або конфлікти еволюціонують в суспільстві. Щоб показати еволюцію соціальних структур у часі за допомогою клітинних автоматів, потрібно відстежити зміни в поведінці клітин (людей) під впливом правил взаємодії з сусідами.

Моделювання соціальних процесів за допомогою клітинних автоматів дає унікальну можливість зрозуміти складні соціальні явища через спрощені моделі. Використовуючи локальні правила взаємодії, можна досліджувати, як поведінка індивідів змінюється під впливом оточуючих і як це впливає на глобальну соціальну динаміку. Важливими аспектами є моделювання конфліктів і співпраці, соціальної сегрегації, еволюції поведінки та впливу зовнішніх факторів. Такі моделі сприяють глибшому розумінню суспільних процесів і можуть бути корисними для прийняття рішень у сфері соціальної політики та управління.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТА

І. І. Яремак, Р. О. Яремак

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна, e-mail: yaremak_iryna@ukr.net*

Синхронний електропривод є важливим елементом насосних агрегатів (НА) у різних галузях промисловості. Надійність НА безпосередньо впливає на ефективність роботи насосних станцій, їхню безаварійну експлуатацію та економічні показники.

Моделювання надійності дозволяє передбачити поведінку синхронного електропривода у різних режимах експлуатації, оцінити ризики відмов і визначити оптимальні параметри обслуговування. Застосування математичних моделей дає змогу мінімізувати непередбачені простой та підвищити ефективність керування обладнанням.

Основні показники для оцінки надійності синхронних електроприводів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні показники для оцінки надійності синхронних електроприводів

Властивості надійності	Показники надійності
Безвідмовність і ремонтпридатність	Коефіцієнт технічного використання
	Середнє напрацювання на відмову
	Середній час відновлення
	Коефіцієнт оперативної готовності
Довговічність	Середній ресурс до капітального ремонту
Збереженість	Середній термін збереженості

Однак відсутність достатніх статистичних відомостей про причини і частоту виходу з ладу синхронних двигунів (СД) саме в різних умовах його завантаження з боку приводного механізму не дозволяє визначити стандартні показники надійності двигуна. У зв'язку з цим, показником надійності СД вибрано коефіцієнт запасу його статичної стійкості K_z , який залежить від величини споживаної з його валу потужності N_C [1].

$$\gamma_{\text{СД}} = \frac{N_{\text{СД}}^{\text{max}}}{N_C} - 1, \quad (1)$$

де $N_{\text{СД}}^{\text{max}}$ - максимальне значення електромагнітної потужності СД, яке визначено за формулою [2].

$$N_{\text{СД}}^{\text{max}} = \frac{E_{\text{СД}}^{\text{ном}} (\alpha_1 I_f^2 + \alpha_2 I_f + \alpha_3) U_{\text{ос}}}{x_d}, \quad (2)$$

де x_d – синхронний індуктивний опір ЕД; $E_{\text{сд}}^{\text{ном}}$ – значення електрорушійної сили в номінальному режимі роботи [1]; a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти апроксимації характеристики неробочого ходу машини, яка являє собою залежність електрорушійної сили електроприводу від струму збудження

$$E_{\text{сд}}^{\text{ном}} = \sqrt{(1 + x_d \sin \varphi)^2 + (x_d \cos \varphi)^2} . \quad (3)$$

Тоді з урахуванням формули (4) отримано вираз (5)

$$N_{\text{сд}} = N_{\text{с}} = \frac{\rho g Q_{\text{д}} H_{\text{д}}}{\eta_{\text{вн}}} , \quad (4)$$

$$\gamma_{\text{сд}} = \frac{E_{\text{сд}}^{\text{ном}} (c_1 I_f^2 + c_2 I_f + c_3) U_{\text{ос}} \eta_{\text{вн}}}{\rho g Q_{\text{д}} H_{\text{д}} x_d} - 1 . \quad (5)$$

Отримана математична модель надійності синхронного електроприводу також дає змогу оцінювати надійність регульованого СД.

Для формалізації моделі надійності синхронного електроприводу вибрано коефіцієнт запасу його статичної стійкості. Запропонована модель надійності дала змогу встановити функціональний зв'язок показника надійності двигуна з витратним навантаженням насосного агрегата. Такий підхід дозволив сформулювати математичну модель надійності СД в залежності від режиму функціонування НА, що забезпечує більш точну ідентифікацію станів та прогнозування відмов у різних умовах експлуатації.

Літературні джерела

1 Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папайка Ю. А., Несен Л. І. Перехідні процеси в системах електропостачання : підруч. 5-те вид., доопрац. та доп. Дніпро : НГУ, 2016. 600с.

2 Яремак І. І. Оптимізація усталених режимів роботи електроприводних насосних агрегатів за критеріями режимної надійності. *Методи та прилади контролю якості*. 2019. №1(42). С. 24–32.

ІНФОРМАЦІЙНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

УДК 004.42.519.8

ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ МІСЦЬ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД НА ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Б. В. Пашковський

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
bohdan.pashkovskyi@nuing.edu.ua*

Згідно зі статистикою Департаменту патрульної поліції [1] у 2023 році сталося 23 642 ДТП, в яких загинули 3 053 людини.

Понад 37% серед загинблих на дорогах – найвразливіші учасники дорожнього руху: пішоходи та велосипедисти. Водночас, більшість ДТП сталися з вини водіїв.

Загалом, більш ніж половина (56,2%) смертельних ДТП на дорогах України сталися через перевищення безпечної та встановленої швидкості.

Оскільки наразі відсутня система автоматизації визначення місць та ділянок концентрації ДТП, а інформація про ДТП надходить в форматі непридатності для її автоматичного опрацювання актуальними задачами є задача цифровізації, систематизації та кластеризації інформації про дорожньо-транспортні пригоди

Облікові картки ДТП надані Департаментом Патрульної Поліції у Івано-Франківській області. Приклад картки наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Облікова картка дорожньо-транспортної пригоди

Дата та час скоєння	Вид пригоди	Дорожні умови	Нас. пункт	Вулиця
22.03.2021 18:01:00	Наїзд на пішохода	Тип покриття: асфальтобетонне,	Івано-Франківськ	Академіка Сахарова
Додаткова прив'язка		Основна причина ДТП		ДТП - учасник
Перехрестя Сахарова-Чорновола		Порушення правил маневрування		Легко травмований

З метою збереження всіх даних у одній таблиці було застосовано підхід з використання owned entities і результати отримали таблицю зображену на рисунку 1. З метою автоматизовано заповнення бази даних, початкові дані було скопійовано у файл Excel та реалізовано парсер засобами мови C# з використання бібліотеки ExcelDataReader [2].

bpashkovskyi-malk...omunalka.Accidents			
	Column Name	Data Type	Allow Nulls
Id		uniqueidentifier	☐
Timestamp		datetime2(7)	☐
Type		nvarchar(MAX)	☒
Reasons		nvarchar(MAX)	☒
Address_City		nvarchar(MAX)	☒
Address_Street		nvarchar(MAX)	☒
Address_AdditionalAddress		nvarchar(MAX)	☒
Environment_SurfaceType		nvarchar(MAX)	☒
Environment_SurfaceCondition		nvarchar(MAX)	☒
Environment_Lighting		nvarchar(MAX)	☒
Environment_RoadElements		nvarchar(MAX)	☒
Environment_Constructions		nvarchar(MAX)	☒
Environment_Weather		nvarchar(MAX)	☒
Environment_TrafficTools		nvarchar(MAX)	☒
Environment_IsPlaceOfAccidentC...		bit	☒
Environment_NotParsed		bit	☒
Casualties		nvarchar(MAX)	☒
Coordinates_OriginalLatitude		float	☒
Coordinates_OriginalLongitude		float	☒
Coordinates_ShiftedLatitude		float	☒
Coordinates_ShiftedLongitude		float	☒
Coordinates_ManuallyCorrectedL...		float	☒
Coordinates_ManuallyCorrectedL...		float	☒

Рисунок 1 - Дизайн таблиці Accidents

Результати геокодування записуються у поля Coordinates.OriginalLatitude та Coordinates.OriginalLongitude. Доволі часто адреси співпадають, тому в результаті геоколації ми отримуємо ідентичні координати для декількох точок, для того щоб мати змогу їх розрізнити на карті у поля Coordinates.ShiftedLatitude та Coordinates.ShiftedLongitude записувалися зсунуті координати на 0.00001.

Літературні джерела

1 Статистика ДТП в Україні за 2023 рік. [Електронний ресурс] режим доступу – <https://patrolpolice.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/12.2023.xlsx>

2 ExcelDataReader [Електронний ресурс] режим доступу – <https://github.com/ExcelDataReader/ExcelDataReader>.

ПОРІВНЯННЯ СТАНДАРТІВ КІБЕРБЕЗПЕКИ ISO 27001 ТА NIST CSF*П. С. Баранов, Я. І. Заячук**ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

Через активізацію атак із використанням штучного інтелекту і IoT, і збільшення загального рівня атак останнім часом, відбувається зміна стандартів захисту інформації з метою впровадження адекватних засобів протидії. Таким чином постає питання про захищеність підприємств малого, середнього бізнесу, держструктур, інших підприємств від таких випробувань.

На даний час в нашій державі офіційно затверджений стандарт захисту ISO 27000 серії, як національний [1]. Існують також рекомендації щодо протидії кіберзагрозам від держспецзв'язку [1], впровадження яких потребує певних стратегічних і адміністративних заходів.

Стандарти інформаційної безпеки (ІБ) забезпечують загальний набір засобів контролю, виступаючи як основа для систем і практик в організаціях. Надійність і авторитет стандартів, а також зацікавленість у їх прийнятті ґрунтуються на позитивних поглядах на організаційні ефекти стандартів.

NIST CSF – це добровільний стандарт, розроблений для забезпечення гнучкого, заснованого на оцінці ризику підходу до управління ризиками компанії незалежно від розміру бізнесу чи галузі. Фреймворк NIST (CSF) допомагає організаціям посилити кібербезпеку, забезпечує інтеграцію організаційної структури для різних підходів у кібербезпеці шляхом збору найкращих практик, стандартів і рекомендацій.

Сьогодні стандарти NIST застосовуються у сферах від нанотехнологій до кібербезпеки [2].

ISO 27001 розроблявся протягом десятиліть і став однією з найпопулярніших систем безпеки, є міжнародним стандартом для управління інформаційною безпекою, як і NIST CSF, забезпечує систематичний підхід до управління конфіденційною інформацією компанії, щоб вона залишалася в безпеці.

ISO/IEC 27000 зосереджується на безпеці з допомогою управління інформаційними системами (ISM). Методи та практика забезпечення ефективного впровадження інформаційної безпеки в організації детально описані в ISO 27001, приділяючи особливу увагу забезпеченню безпечного та надійного обміну даними та каналами зв'язку. Основою ISO 27001 у досягненні управлінських та організаційних цілей та підцілей є підходи до управління ризиками.

Зазначені стандарти здатні адаптуватися до унікальності кожної організації. Обидва розроблені для забезпечення комплексного підходу до управління ризиками інформаційної безпеки, проте існують певні відмінності між ними (табл. 1).

Таблиця 1 - Основні відмінності NIST CSF та ISO 27001

	NIST	ISO 27001
аудит	добровільний стандарт із вказівками для компаній і не вимагає перевірок	це стандарт сертифікації, для якого необхідно пройти аудит ISO
функція	комплексний набір інструкцій для різних компонентів кібербезпеки	відповідність стандарту ISO 27001 для систем управління ІБ
призначення	структура кібербезпеки високого рівня для управління та вдосконалення заходів кібербезпеки	забезпечує систематичний підхід підтримки систем управління безпекою даних
публікації	кілька окремих публікацій із заходами безпеки для кожного компонента ІБ	єдина публікація, яка стосується всіх засобів контролю, пов'язаних з ІБ
витрати	безплатний, впроваджується відповідно до розмірів компанії	відповідність вимогам ISO 27001 оплачується разом із додатковою платою за зовнішні аудити
	NIST SP 800 – 53	ISO 27001
контролі	публікація NIST, описує детальні контрольні групи та засоби контролю безпеки	дозволяє налаштовувати засоби контролю на основі конкретних оцінок ризиків
структура	надає структуру для документування заходів безпеки	вимагає великий обсяг документації перед аудитом
ключова відмінність	оцінюється на основі зрілості, вимірюється наскільки добре реалізується контроль, щоб бачити результати і що покращити, а не те, чи досягли певної рівня	здав/не здав – окреслює конкретні програмні вимоги, для реалізації досягнення належного рівня кібербезпеки та, як наслідок, сертифікації

Стандарт NIST CSF є менш затратний і не потребує обов'язкових аудитів, які збільшують час впровадження. Через специфічність NIST стандарту, першочергово орієнтований на великі державні структури і об'єкти критичної інфраструктури, географічну віддаленість і адаптованість для США, складність самого стандарту.

Огляд і порівняння цих стандартів ISO 27001 і NIST CSF дає такий результат: NIST CSF – безплатний, в відкритому доступі, розроблений для критичної інфраструктури в США, базується на оцінці рівня провадженості системи захисту – порівнюється теперішній стан захисту системи із планованим, після чого вдосконалюється за виявленими відхиленнями. Стандарт ISO 27001 є британським стандартом, розповсюджений в Європі, платний, аудит потрібно обов'язково успішно пройти для отримання сертифікату, орієнтований на оцінку рівня ризиків для вдосконалення системи захисту, підходить для організацій і підприємств будь-якого розміру.

Літературні джерела

1 П. С. Баранов, Я. І. Заячук. Г Актуальність SIEM систем у сфері державних установ. Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 12 жовтня 2023. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2023. С. 243-246.

2 NIST vs. ISO: What's the Difference? URL: <https://www.auditboard.com/blog/nist-vs-iso-whats-the-difference>.

ВИКОРИСТАННЯ КРИПТОАЛГОРИТМУ ECDSA ДЛЯ ЦИФРОВИХ ПІДПИСІВ

О. І. Царюк, Я. І. Заячук

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

ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) – це алгоритм цифрового підпису, який використовує властивості еліптичних кривих для створення безпечних та ефективних цифрових підписів. Цей алгоритм є стандартом у багатьох протоколах безпеки і широко застосовується в криптографії завдяки своїм перевагам у продуктивності та безпеці [1].

Алгоритм ECDSA складається з трьох основних етапів: генерація ключів, створення підпису та перевірка підпису.

Генерація ключів включає створення пари ключів – приватного та публічного. Приватний ключ використовується для створення підпису, а публічний – для його перевірки. Приватний ключ є випадковим числом, а публічний ключ генерується за допомогою множення приватного ключа на генераторну точку еліптичної кривої.

Підпис створюється на основі хешу повідомлення, що підписується, і приватного ключа. Процес включає генерацію випадкового числа, обчислення точки еліптичної кривої та виконання кількох математичних операцій для отримання значення підпису.

Перевірка включає використання публічного ключа для перевірки автентичності підпису. Процес полягає в обчисленні двох точок на еліптичній кривій і перевірці, чи збігаються ці точки з підписом та хешем повідомлення.

Основою роботи ECDSA є еліптичні криві, які визначаються рівнянням виду $y^2 = x^3 + ax + b$. Ці криві мають певні властивості, що дозволяють виконувати криптографічні операції з високою ефективністю. Алгоритм ECDSA використовує операції додавання і множення точок на еліптичній кривій для створення та перевірки підписів. Однією з головних переваг використання еліптичних кривих є можливість забезпечення високого рівня безпеки при відносно малих розмірах ключів.

Однією з ключових переваг ECDSA є його висока ефективність. Завдяки використанню еліптичних кривих, алгоритм дозволяє досягти такого ж рівня безпеки, як і традиційні алгоритми, такі як RSA, але при значно менших розмірах ключів. Це означає, що обчислювальні операції, пов'язані зі створенням і перевіркою підписів, виконуються швидше, що є важливим для додатків, які потребують високої продуктивності.

ECDSA забезпечує високий рівень криптографічної безпеки завдяки складності задачі дискретного логарифмування на еліптичних кривих. Це робить його стійким до сучасних криптографічних атак. Крім того, невеликі розміри ключів знижують ризик компрометації ключів при збереженні того ж рівня безпеки, що й більші ключі в інших алгоритмах.

У порівнянні з RSA, ECDSA використовує набагато менші ключі для досягнення еквівалентного рівня безпеки. Наприклад, для забезпечення безпеки на рівні 128-бітного симетричного ключа, RSA потребує 3072-бітного ключа, тоді як ECDSA використовує лише 256-бітний ключ (рис. 1). Це зменшує вимоги до обчислювальних ресурсів і зберігання, що є важливим для мобільних і вбудованих пристроїв [2].

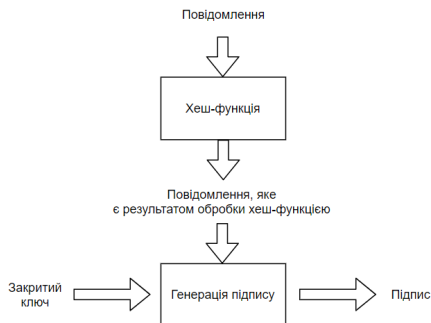


Рисунок 1 - Процес генерації підпису ECDSA

Процеси підписання та перевірки в ECDSA виконуються швидше, ніж у багатьох інших алгоритмах, що є критичним для додатків, які вимагають високої продуктивності.

ECDSA є одним з найбільш важливих та ефективних алгоритмів для створення цифрових підписів. Завдяки використанню еліптичних кривих, цей алгоритм забезпечує високий рівень безпеки при значно менших розмірах ключів у порівнянні з іншими алгоритмами, такими як RSA. Це робить ECDSA ідеальним для використання в різних сучасних технологіях, включаючи блокчейн, криптовалюти та протоколи безпеки.

Попри деякі потенційні уразливості та виклики у впровадженні, ECDSA продовжує залишатися одним з провідних стандартів для цифрових підписів. Його висока ефективність, безпека та сумісність з різними системами забезпечують йому важливе місце у світі сучасної криптографії. З розвитком нових технологій та появою квантових комп'ютерів, майбутнє ECDSA може вимагати адаптації, але наразі цей алгоритм залишається надійним та ефективним інструментом для забезпечення цифрової безпеки.

Літературні джерела

1 Що таке ECDSA? [Електронний ресурс] режим доступу – <https://jestjournal.com.ua/crypto/shcho-take-ecdsa-i-chomu-vin-vazhlyvyi-dlia-tsifrovukh-pidpysiv>.

2 Городецька П. О. Криптографічний модуль забезпечення цілісності інформації на базі алгоритму ECDSA : Дипломна робота бакалавра: 125 Безпека інформаційних і комунікаційних систем / Городецька Поліна Олександрівна. – Київ, 2021. – 145 с.

МЕТОД ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОДІЇ КРИПТОСИСТЕМИ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ RSA

Т. Є. Мохнаткіна, Я. І. Заячук

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

Науковці Дж.Дж. Квісквотер та К.Коуврер [1] запропонували власний метод покращення роботи криптосистеми RSA, який полягав у тому, що в алгоритмі розшифрування, застосовується Китайська теорема про лишки. Цю схему розшифрування згодом було названо методом Квісквотера-Коуврера.

Суть цього методу полягає в тому, що з секретного ключа d обчислюють значення двох менших секретних ключів d_p та d_q , за допомогою яких проводиться процедура розшифрування, а результат отримується за допомогою використання Китайської теореми про лишки.

Алгоритми генерування ключів та шифрування відкритого повідомлення ідентичні до стандартної криптосистеми RSA.

Алгоритм розшифрування на основі методу Квісквотера-Коуврера наступний:

1. Спочатку проводять обчислення секретних ключів d_p та d_q :

$$d_p = d \bmod (p-1), \quad d_q = d \bmod (q-1).$$

2. Потім обчислюють значення:

$$M_p = C^{d_p} \bmod p, \quad M_q = C^{d_q} \bmod q.$$

3. Скориставшись Китайською теоремою про лишки знаходять значення відкритого тексту з M_p та M_q .

Формулюється теорема наступним чином. Якщо натуральні числа $a_1, a_2, \dots, a_n$ попарно взаємно прості, то для будь-яких цілих $r_1, r_2, \dots, r_n$, таких, що $0 \leq r_i \leq a_i$ для всіх $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, знайдеться число N , яке при діленні на a_i дає залишок r_i при всіх $i \in \{1, 2, \dots, n\}$. Крім того, якщо знайдуться два такі числа N_1 та N_2 , що задовольняють попередню умову, то $N_1 = N_2 \left(\bmod \prod_{i=1}^n a_i \right)$.

У порівнянні зі стандартною схемою RSA, метод запропонований Квісквотером та Коуврером приблизно у 4 рази швидший. Такий приріст у швидкості забезпечується тим, що відбувається зменшення секретного ключа і операція піднесення до степеня відбувається по модулю довжини $N/2$ біт, оскільки числа p та q мають вдвічі менший порядок ніж число N .

Літературні джерела

1. Кислий А. О. Методи підвищення ефективності криптографічних систем, які ґрунтуються на задачах факторизації : Дипломна робота: 113 Прикладна математика / Кислий Арсеній Олегович. – Київ, 2021. – 135 с.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІДЕОІГОР З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ МАСШТАБУВАННЯ FSR ТА DLSS

А. В. Манілець, Б. В. Пашковський

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
andrii.manilets-ki231@nuing.edu.ua, bohdan.pashkovskiy@nuing.edu.ua*

Сучасні відеоігри являють собою складний програмний продукт, який включає в себе алгоритми, об'єкти, моделі та інші компоненти. Технологічний прогрес сприяв значному покращенню графічних можливостей, систем освітлення та керування. Зокрема, в іграх почали застосовувати генерацію світла та тіней у реальному часі, хоча на спрощеному рівні. Раніше подібні технології використовувалися лише у кінематографі та анімації. Ця технологія отримала назву "Ray Tracing" і забезпечує високий рівень візуалізації завдяки автоматичній генерації освітлення, що замінює статичні методи, які раніше реалізовувалися розробниками. Однак, використання цієї технології призвело до іншої значної проблеми — зниження продуктивності.

Рішенням для збереження продуктивності стало впровадження технологій, що покращують її та масштабують зображення. Найбільш відомі серед них — DLSS (Deep Learning Super Sampling) [1] та FSR (FidelityFX Super Resolution) [2].

DLSS є розробкою компанії Nvidia, що базується на використанні штучного інтелекту та нейронних мереж. Ця технологія працює шляхом рендерингу гри з нижчою роздільною здатністю (наприклад, 1440p замість 4K), що зменшує навантаження на систему та підвищує продуктивність, вимірювану у FPS (Frame Per Second). Завдяки спеціалізованим тензорним ядрам відеокарт Nvidia, DLSS здатна використовувати алгоритми штучного інтелекту для відновлення відсутніх деталей зображення, підвищуючи його якість до вищої роздільної здатності без значних втрат продуктивності.

Недоліками DLSS є обмежена підтримка іншими виробниками відеокарт, а також відсутність сумісності з деякими старішими моделями Nvidia. Крім того, інколи технологія може некоректно генерувати окремі елементи зображення, що призводить до появи графічних артефактів. Однак, завдяки постійним оновленням, DLSS демонструє покращення у своїй роботі.

AMD також розробила альтернативу DLSS — технологію FSR, яка працює за схожим принципом, однак не використовує штучний інтелект чи тензорні ядра. FSR базується на традиційних методах масштабування зображення, що робить її доступною для ширшого кола відеокарт, включно зі старішими моделями. Хоча FSR дещо поступається DLSS у якості зображення, вона забезпечує доступ до новітніх ігор на застарілих системах.

Значущим аспектом є підтримка цих технологій не лише з боку розробників, але й ентузіастів, які створюють модифікації для покращення ігор. Особливо це стосується FSR завдяки її доступності.

У перспективі очікується, що інші компанії також будуть активно впроваджувати подібні рішення для покращення продуктивності. AMD уже підтримує використання FSR на консолях Microsoft та Sony, а також проявляє інтерес до інтеграції цих технологій у наступні портативні системи від Nintendo. Водночас, Valve успішно застосовує FSR на Steam Deck [3].

Подальший розвиток нейронних мереж та апаратного забезпечення може призвести до значних технічних досягнень у галузі оптимізації та збереження якості зображення, що відкриває можливості для створення нового покоління компактних ігрових систем AMD FidelityFX™ Super Resolution.

Літературні джерела

1. Суперсемплінг за допомогою глибокого навчання - https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F
2. AMD FidelityFX™ Super Resolution - <https://www.amd.com/en/products/graphics/technologies/fidelityfx/super-resolution.html#overview>
3. Технологія AMD FSR3 з генерацією кадрів дебютувала на консолях в Immortals of Aveum - <https://www.overclockers.ua/ua/news/games/2024-05-25/134819/>

УДК 330.341.1:004.9=111

INNOVATIVE APPROACHES TO OPTIMIZING INFORMATION AND COMPUTER SYSTEMS IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION

A.-M. L. Lishchenko, Y. O. Yuvkovetska

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, info@knute.edu.ua

With the rapid advancement of digital technologies and the growing amount of data, information and computer systems are undergoing significant transformation. The optimization of these systems has become critical to ensure performance, reliability, and efficiency. Innovative approaches such as optimization algorithms, artificial intelligence (AI), and information and communication technologies (ICT) play a crucial role in this evolution.

Innovative Approaches to Optimization

1. Optimization Algorithms

One of the leading approaches to optimizing computer systems is the use of algorithms such as the Information Acquisition Optimizer (IAO). This algorithm is based on human information processing models and can significantly reduce computational resources in solving complex problems. This ensures efficient resource use and boosts system performance.

The Information Acquisition Optimizer is an innovative approach based on behavioral models of human thinking, which allows for a significant reduction in computational resources when solving complex tasks [1].

2. Artificial Intelligence and Its Role in System Enhancement

AI is one of the leading technologies driving the optimization of information systems. Techniques such as reinforcement learning and generative adversarial networks allow systems to adapt to new data and conditions. This reduces human involvement in processes and ensures greater accuracy and efficiency.

Artificial intelligence continues to demonstrate significant achievements, particularly in areas such as reinforcement learning, generative adversarial networks, and quantum computing, significantly improving the performance of modern computer systems [2].

The Role of ICT in Optimization

Information and communication technologies (ICT) are fundamental to the digital transformation of modern systems. They provide new capabilities for processing and managing large data volumes, which is critical in various industries, from business to science.

Information and communication technologies continue to improve, providing enhanced data management capabilities, enabling greater efficiency of information systems in various fields [3].

Diagram 1 - The Role of Innovative Technologies in System Optimization

Innovative Technologies	Role in Optimization
Optimization Algorithms	Reduce computational resource usage, enhance system performance by optimizing problems with many variables.
Artificial Intelligence (AI)	Utilize reinforcement learning and generative adversarial networks to improve accuracy and adaptability of systems.
Information and Communication Technologies (ICT)	Increase efficiency in managing large data volumes, develop cybersecurity, and accelerate information processing.

Innovative approaches such as optimization algorithms, artificial intelligence, and information and communication technologies play a critical role in the era of digital transformation. The use of these technologies enhances the performance and efficiency of information systems, ensuring they can adapt to new challenges and the ever-evolving needs of the modern world.

Літературні джерела

1. Bao, C., Yang, Q., Gao, X.D., Zhang, J. Information Acquisition Optimizer: A New Efficient Algorithm for Solving Numerical and Constrained Engineering Optimization Problems. The Journal of Supercomputing. 2021. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11227-021-03882-3>

2. Madanchian, M. AI Advancements: Comparison of Innovative Techniques. MDPI. 2024. URL: <https://www.mdpi.com/journal/ai>

3. Thakur, K., Pathan, A.S.K., Ismat, S. An Overview of ICT Technology Advancement. SpringerLink. 2023. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-27765-8_1

УДК 004.9

МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА ВІЯВЛЕННЯ ТА ІНФОРМУВАННЯ ЩОДО ПОЧАТКУ ЗЕМЛЕТРУСУ

С. М. Бабчук, В. В. Блонський, 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

В червні 2021 року у Карпатах менше, ніж за тиждень, Державна служба з надзвичайних ситуацій зафіксувала два землетруси. Один підземний поштовх магнітудою 2 бали за шкалою Ріхтера було виявлено поблизу села Манява Богородчанського району Івано-Франківської області, а другий підземний поштовх магнітудою близько 2,6 бала за шкалою Ріхтера відбувся в селі Пасічна Надвірнянського району Івано-Франківської області.

Сергій Вербицький з відділу сейсмічності Карпатського регіону інституту геофізики ім. С.І. Субботіна відмітив, що два казані землетруси підряд за менш, ніж сім днів, свідчать, що у Карпатському регіоні є сейсмічна активність [1].

Володимир Шляховий, який є відомим українським геофізиком, 5 серпня 2024 року заявив, що в Україні найближчими роками може статися великий землетрус магнітудою від 7 до 7,5 балів, який може стати руйнівним для різних регіонів України. Також вчений відмітив, що навіть в Полтавській області, яка знаходиться далеко від Карпат, останніми роками відбулось збільшення кількості землетрусів. За останні 14 років в Полтавській області та прилеглих регіонах відбулося 15 землетрусів. Зокрема 3 лютого 2015 року було зафіксовано землетрус магнітудою 4,8 балів за шкалою Ріхтера поблизу Гадяча.

Володимир Шляховий також звернув увагу на той факт, що проведені дослідження свідчать, що з початком військових дій в Ірані та Афганістані в даних країнах збільшилась кількість землетрусів. Тому на думку вчених на сейсмічну активність можуть впливати антропогенні фактори (зокрема, військові дії) [2].

Перед землетрусами з великою магнітудою часто відбуваються форшоки (слабкі підземні поштовхи) [3]:

- в 40 % середніх землетрусів;
- в 70 % великих землетрусів (магнітудою більшою за 7 балів за шкалою Ріхтера).

В даний час мікроконтролерні системи використовуються в різних галузях для вирішення різних завдань [4].

В зв'язку з вищевказаним актуальним завданням є розробка мікроконтролерної системи виявлення та інформування щодо початку землетрусу.

Літературні джерела

1 «Збудження» у горах. Чому землетрусить Карпати? // НТА – Незалежне телевізійне агентство: веб-сайт. URL: <https://www.nta.ua/zbudzhennya-u-gorah-chomu-zemletrusy-t-karpaty/> (дата звернення: 25.09.2024)

2 Найближчими роками в Карпатах можливий потужний землетрус у 7-7,5 балів // Чернівецький промінь: веб-сайт. URL: <https://promin.cv.ua/2024/08/05/naiblyzhchymy-rokamy-v-karpatakh-mozhlyvyi-potuzhnyi-zemletrus-u-7-75-baliv.html> (дата звернення: 25.09.2024)

3 Форшоки // Вікіпедія: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%88%D0%BE%D0%BA%D0%B8> (дата звернення: 25.09.2024)

4 Бабчук С. М. Монографія “Спеціалізовані комп’ютерні мережі і системи”. 2021. 124 с. ISBN 978-617-7880-17-1.

УДК 004.9

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ВОДИ В РІЧКАХ

С. М. Бабчук, А. Д. Довганюк, І. С. Бабчук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інформаційних технологій

бул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, serhii.babchuk@nuing.edu.ua

Одним з основних завдань Державного агентства водних ресурсів України у сфері реалізації державної політики у водному секторі є здійснення державного моніторингу поверхневих вод (зокрема, річок) [1].

Також вищевказане завдання є у структурних підрозділів Державного агентства водних ресурсів України, зокрема, в Дністровського басейнового управління водних ресурсів, яке відповідно до положення про Дністровське басейнове управління водних ресурсів здійснює [2]:

- державний моніторинг вод відповідно до порядку, який затверджений Кабінетом Міністрів України;

- узагальнює дані державного моніторингу вод та повідомляє Державне агентство водних ресурсів України, органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування про стан масивів поверхневих вод.

У червні 2020 року понаднормова кількість опадів випала в західних областях України. Від повені загинули троє людей. На території Івано-Франківської області через вищевказані понаднормові опади було підтоплено понад 10 тисяч будинків жителів області, а також пошкоджено або зруйновано понад 700 кілометрів доріг [3].

Через сильні дощі 7 липня 2023 року в Івано-Франківській області були зафіксовані підтоплення в Косівському, Коломийському, Надвірнянському та Калуському районах. У селі Нижній Вербіж Коломийського району через дощ та підняття рівня води у річці Сопівка загинув житель даного села [4].

Контроль рівня води в річці дозволяє виявляти загрозу виходу річки з берегів і затоплення прилеглих до річки територій.

Мікроконтролерні системи широко використовуються в даний час для вирішення різних завдань в різних галузях [5].

В зв'язку з вищевказаним необхідно розробити систему моніторингу рівня води в річках.

Літературні джерела

1 Місія та стратегія Державного агентства водних ресурсів України // Державне агентство водних ресурсів України: веб-сайт. URL: <https://davt.gov.ua/misiya-ta-strategiya-> (дата звернення: 02.10.2024)

2 Положення про Дністровське басейнове управління водних ресурсів // Дністровське басейнове управління водних ресурсів: веб-сайт. URL: <https://vodaif.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/polozhennya.pdf> (дата звернення: 02.10.2024)

3. Повінь на Івано-Франківщині зачепила 13 тисяч будинків // Радіо Свобода: веб-сайт. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-povin-ivano-frankivshchyna-budynky/30692581.html> (дата звернення: 02.10.2024)

4. Рятував курей під час повені. На Івано-Франківщині потонув 77-річний чоловік // Суспільне Івано-Франківськ: веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/ivano-frankivsk/527051-ratuvav-kurej-pid-cas-poveni-na-ivano-frankivsini-potonuv-77-ricnij-colovik/> (дата звернення: 02.10.2024)

5 Бабчук С. М. Монографія “Спеціалізовані комп’ютерні мережі і системи”. 2021. 124 с. ISBN 978-617-7880-17-1.

УДК 004.056.5

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ У ХМАРІ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІРТУАЛЬНИХ МАШИН: СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ

Т. О. Ваврик, Л. М. Гобир

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, тел.(0342)727139,
e-mail:tetiana.vavryk@nung.edu.ua*

Хмарні технології стали необхідним компонентом сучасних інформаційних систем, забезпечуючи гнучкість, масштабованість та доступність обчислювальних ресурсів. Завдяки розвитку хмарних обчислень, стає дедалі звичніше інтегрувати віртуалізацію в центри обробки даних, щоб повністю використовувати джерела свого апаратного забезпечення [1]. Віртуальні машини (ВМ) дозволяють ефективно використовувати фізичні ресурси, створюючи ізольовані середовища для виконання програмного забезпечення. Віртуальні машини забезпечують гнучкість, масштабованість та ефективність витрат у хмарній інфраструктурі. Віртуалізація та її винятковий дизайн мають численні переваги та характеристики перед звичайними невіртуалізованими технологіями [2].

Стратегії управління ресурсами в хмарних обчисленнях з використанням віртуальних машин зображено на рис.1. Схема ілюструє різні стратегії та

техніки управління ресурсами в середовищі хмарних обчислень, які допомагають оптимізувати використання обчислювальних потужностей. Вона включає:

- Віртуалізацію ресурсів: технологію, що дозволяє створювати віртуальні версії фізичних ресурсів (серверів, зберігання, мережі), що дозволяє більш ефективно використовувати фізичне обладнання і забезпечує гнучкість у розподілі ресурсів.

- Консолідацію ВМ (Віртуальних Машин): процес об'єднання кількох віртуальних машин на одному фізичному сервері, що дозволяє зменшити витрати на обладнання, зменшити споживання енергії та підвищити ефективність використання ресурсів.

- Використання контейерів: технологію, що дозволяє запускати додатки в ізольованих середовищах, або контейнерах, які мають спільну операційну систему, що дозволяє знижувати накладні витрати на ресурси і полегшувати масштабування додатків.

- Оптимізацію розподілу ресурсів: процес динамічного управління і розподілу обчислювальних ресурсів відповідно до навантаження і потреб додатків, щоб забезпечити максимальну ефективність і продуктивність.

Стратегії управління ресурсами в хмарних обчисленнях з використанням віртуальних машин зображено на рис.1. Схема ілюструє різні стратегії та техніки управління ресурсами в середовищі хмарних обчислень, які допомагають оптимізувати використання обчислювальних потужностей.

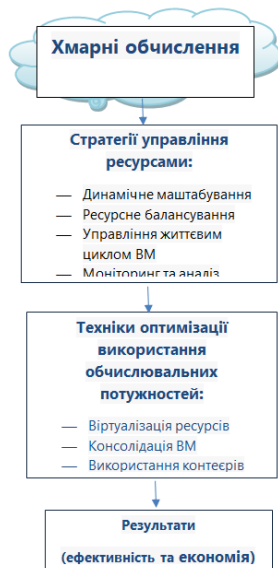


Рисунок 1 - Стратегії та техніки оптимізації ресурсів у хмарних обчисленнях

Ця схема допомагає візуалізувати, як кожна з цих технік вписується в загальну стратегію управління ресурсами в хмарних обчисленнях і сприяє досягненню оптимальної ефективності використання обчислювальних потужностей. Віртуальні машини, як критичний елемент хмарної архітектури, забезпечують реалізацію ефективних стратегій управління ресурсами. Оптимізація ресурсів у хмарних середовищах за допомогою віртуальних машин є важливим завданням для забезпечення ефективності та економічної доцільності обчислювальних процесів.

Літературні джерела

1. N. Mc Donnell, E. Howley and J. Duggan, Dynamic virtual machine consolidation using a multi-agent system to optimise energy efficiency in cloud computing, *Future Generation Computer Systems* 108 (2020) 288–301. Crossref, Web of Science, Google Scholar
2. S. Jeddi and S. Sharifian, A hybrid wavelet decomposer and GMDH-ELM ensemble model for network function virtualization workload forecasting in cloud computing, *Applied Soft Computing* 88 (2020). Crossref, Web of Science, Google Scholar.

УДК 556

РОЗРОБЛЕННЯ ДІАГРАМИ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ “ПАВОДКИ”

Л. О. Штаєр, О. І. Белей, М. М. Піх

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ, 76019, oksana.belei@nung.edu.ua, lidia.shtaiyer@nung.edu.ua,
mariia.pikh@nung.edu.ua*

Паводки є однією з найбільш руйнівних природних катастроф, що спричиняють значні економічні та соціальні збитки. У контексті зростання частоти та інтенсивності паводків зростає актуальність створення ефективної інформаційно-довідкової системи [1,2]. Основна мета такої системи – попередження населення про вживання заходів щодо запобігання можливому негативному впливу водних стихій.

Діаграма послідовності допоможе розробити ефективну систему, яка попереджатиме про загрозу паводкових вод, допомагатиме координувати дії під час надзвичайних ситуацій та мінімізувати наслідки стихійного лиха.

На рис. 1 наведено діаграму, яка складається з наступних класів:

– клас «Користувач» зберігає інформацію про користувачів системи. Він містить наступні атрибути та методи: `userId`: ідентифікатор користувача (тип `int`); `name`: ім'я користувача (тип `string`); `email`: електронна пошта користувача (тип `string`); `zareestruватися()`: метод для реєстрації користувача; `увійти()`: метод для входу користувача в систему;

– клас «Сповіщення» використовується для створення та зберігання сповіщень про ризики паводків. Він включає: `alertId`: ідентифікатор сповіщення (тип `int`); `message`: повідомлення сповіщення (тип `string`); `timestamp`: час створення сповіщення (тип `Date`); `створити сповіщення()`: метод для створення сповіщення;

– клас «База Даних» забезпечує зберігання та доступ до даних системи. Він має наступні атрибути та методи: `dbConnection`: рядок підключення до бази даних (тип `string`); `підключитися()`: метод для підключення до бази даних; `зберегти дані()`: метод для збереження даних у базі; `отримати дані()`: метод для отримання даних з бази;

– клас «Система Сповіщень» відповідає за надсилання сповіщень користувачам. Він містить метод `відправити сповіщення()`, який реалізує функціональну відповідальність класу.

У контексті діаграми, наведеної на рис. 1 «Система» повинна реалізовувати функції аутентифікації (для акторів, які взаємодіють з системою – адміністратор, оператор, користувач), взаємодії з «Базою Даних» (реалізація CRUD операцій для оператора), аналізу цілісності та адекватності внесених даних, розрахунку та побудови за статистичними моделями (наприклад, методом найменших квадратів) аналітичних залежностей для проведення процедури екстраполяції внесених даних на заданий оператором інтервал часу, оцінку ймовірності настання поводку та ініціацію формування сповіщення. Розроблена діаграма послідовностей (рис. 1) та запропоновані методологічні засади проєктування бази даних [2] є передумовами реалізації інформаційної системи «ПАВОДКИ».

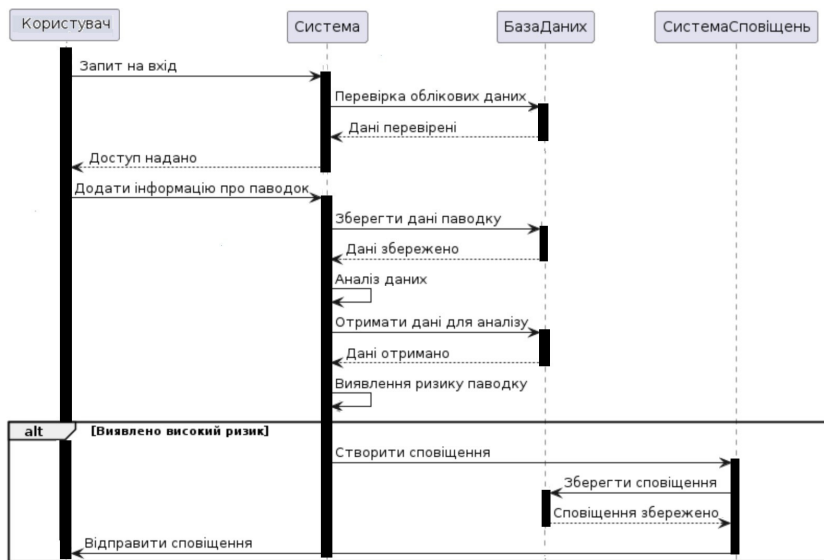


Рисунок 1 - Діаграма послідовності

Діаграма послідовності (рис. 1) відображає основні етапи взаємодії користувача з інформаційно-довідковою системою «Паводки». Користувач входить у систему, додає інформацію про паводок, яка зберігається у базі даних. Система аналізує дані для виявлення ризику паводків і, якщо ризик високий, створює сповіщення, яке надсилається користувачам через систему сповіщень. Цей процес забезпечує своєчасне інформування про можливі паводки.

Літературні джерела

1. Філюк А. І., Белей О. І., Штаєр Л. О. Важливість використання інформаційних систем про паводкові води. Екологічні проблеми сучасності: збірник матеріалів VI всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, м. Кам'янець-Подільський, Україна, 11 квітня 2024 р. С. 125-127.
2. Белей О.І. ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ БАЗИ ДАНИХ "ПАВОДКИ" / Белей О.І., Штаєр Л.О. // Світ наукових досліджень. Випуск 15: збірник матеріалів. – м. Тернопіль, Україна – м. Переворськ, Польща: 2022. – с. 60. UML: https://www.economy-confer.com.ua/data/downloads/file_1674213963.pdf.

УДК 378:147:51:004

WORDPRESS ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОГРАМУВАННЯ

Т. Я. Вдовичин, Р. В. Демків

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
Дрогобич, Україна, dspu@dspu.edu.ua*

Важливою умовою розвитку особистості в сучасному суспільстві є обізнаність щодо використання інформаційних технологій в будь-якій галузі, з будь-яких пристроїв та для вирішення різних життєвих проблем. Використання інтернету дозволяє людині зняти багато обмежень щодо навчання, праці, побутових питань чи дозвілля, адже доступ до інформації є постійним, гнучким та з можливістю адаптації під потреби конкретних користувачів. Різноманітні суспільні виклики, що відбуваються постійно, сприймаються індивідом інакше через застосування інформаційних технологій для вирішення важливих стратегічних питань в конкретній ситуації. Тим самим, реальне життя триває та продовжується в «віртуальному» форматі, не зважаючи на будь-які обставини.

Виклики для суспільства з глобальною інформатизацією, діджиталізацією, сприяють формуванню нових навичок для індивіда. Серед великого переліку професійних компетентностей, для людини найважливішими є вміння оперативно орієнтуватися в цифровому суспільстві з використанням інформаційних технологій. Такі радикальні зміни сприяють і створенню нових професій. Зокрема, користуються шаленою популярністю ІТ-фахівці як серед молоді, так і серед дорослого населення. Адже впровадження у всі сфери суспільного життя різноманітних технічних пристроїв, зокрема, персональних

комп'ютерів, смартфонів, ноутбуків, планшетів чи інших засобів із штучним інтелектом, додає популярності цієї професії не лише із-за доходів від діяльності, але задля відповідності вимогам та потребам часу.

Проте, для фахівців в галузі ІТ важливо вміти програмувати, як основна мета даної професії. Більше того, навички програмування формуються ще в закладах загальної освіти через вивчення інформатики. Звичайно, самоосвіта та самовдосконалення для ІТ-фахівця на будь-якому етапі професійного становлення є беззаперечним важелем, проте вимагає мотивації та самодисципліни. Професійну компетентність щодо програмування можна здобувати через різноманітні курси, тренінги, вебіари тощо, проте фундамент для її формування закладається саме в шкільний період.

В глобальній мережі можна знайти дуже багато інформації щодо програмування. Як правило, старт для новачка-програміста є в тому, щоб створити власний сайт. Через відвідування сайтів відбувається ознайомлення з користувачів з новинами, відшукування та «споживання» потрібної інформації тощо. Тому питання створення сайту самостійно є актуальним та потребує ретельної підготовки для ІТ-фахівця.

Варто проаналізувати можливості відомої платформи WordPress. Статистичні дані свідчать, що близько 40 % сайтів розроблено на цій платформі. Саме на ній успішно функціонують різноманітні блоги чи ресурси, наприклад, глобальна медіа-компанія Forbes, американський тижневик The New Yorker, щомісячний журнал про моду Vogue, NASA тощо. Тому можна побачити, що дана платформа користується популярністю, а освоєння його вимагає бути фахівцем в ІТ, проте не генієм. Базові навички програмування, розуміння основ алгоритмізації, мотивація і орієнтир на позитивний результат дозволить досягнути функціонал WordPress.

Платформа WordPress потребує мінімальних знань з програмування, тому актуальність її вивчення для початківців зовсім не буде проблемою, а швидкість освоєння для користувача буде повільно вражати. Звичайно, клопітка робота і мотивація, відповідальність теж не будуть зайвими. Крім того, в інтернеті опубліковано у відкритому доступі безліч публікацій щодо використання даного ресурсу, створені сайти та форуми з відеоконтентом, що дозволить отримати користувачеві, в разі потреби, відповіді на різні питання. Система є безкоштовною, знаходиться у вільному доступі. Проте, додаткові послуги потребують оплати.

Через великий вибір тем, який пропонує платформа WordPress, а також оперативність щодо змін певних елементів теми, створення користувачем власного ресурсу не вимагатиме додаткових часових затрат. Розширює функції та можливості користувацьких сайтів чи блогів використання плагінів, яких WordPress пропонує для завантаження біля 40 тисяч. Просування власних розробок можливо з використанням SEO плагінів. Тим самим WordPress покращує співпрацю між пошуковими системами та користувацькою розробкою, а власнику дозволяє бути в курсі обраної стратегії. Платформа легко адаптовується під потреби користувачів через зручне меню та швидко

навігацію. WordPress постійно вдосконалюється та оновлюється, що тим самим збільшує аудиторію користувачів.

Сфера використання WordPress теж досить широка. На даній платформі можна розробляти не лише сайти, а й вести блоги, провадити діяльність через інтернет-магазини, вести підтримку публікації для оголошень, створювати портфоліо або сайти-візитки, форуми чи особисті домашні сторінки тощо. Коли започатковувалась ідея щодо використання платформи WordPress, то спочатку основна діяльність її припадала для ведення блогів з управління контентом. Проте згодом функціонал платформи значно розширено, масштабовано, про що свідчить популярність цієї системи в світі. Іншими словами, інструментарій WordPress містить все потрібне для створення користувачем потрібного ресурсу.

Як видно з проведеного аналізу, платформа WordPress має як переваги (доступність, простота, широка аудиторія користувачів тощо), так і недоліки (безпека, перевантаженість, вартість послуг). WordPress не вимагає бездоганного знання мов програмування, проте інтенсив над вдосконаленням власних навичок дозволяє отримати кінцевий результат через простоту функціоналу платформи та комплексний підхід до індивідуальних потреб користувачів.

Літературні джерела

1. Об'єктно-орієнтоване програмування: [Підручник] / В.В. Бублик. – К.: ІТ-книга, 2015. – 624 с.: іл.

2. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://osvitoria.media/experience/5-sposobiv-navchytysya-programuvaty-samostijno-z-chogo-pochaty/>.

УДК 004.424

АНАЛІЗ МОДЕЛІ КОНКУРЕНТНОСТІ LOOM

Токарєв С. О., Бандура В. В.

*ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, Україна, serhii.tokariiev-ip221@nung.edu.ua,
viktoria.bandura@nung.edu.ua*

Проект Loom від компанії OpenJDK спрямований на значне спрощення написання, зменшення витрат ресурсів та полегшення підтримки конкурентних додатків. З впровадженням Loom з'явиться можливість розподіляти роботу додатків на тисячі, а навіть мільйони потоків. Ідея розробки такої технології виникла через зростаючі потреби сучасних систем, з якими традиційна реалізація потоків на рівні ядра операційної системи не справляється достатньо ефективно. Альтернативою наявним потокам (threads) стануть fibers, що мають таку ж просту абстракцію, кращу продуктивність, менше навантаження на ресурси і управляються JVM.

Традиційна модель конкурентності в Java

У мові Java конкурентність представлена класом Thread і інтерфейсом Runnable. Потоки, у свою чергу, складаються з двох частин: continuation та scheduling. Ця модель, порівняно з програмуванням без її використання, дозволяє значно краще використовувати системні ресурси, прискорює роботу програми та, за умови належного управління спільними ресурсами, гарантує, що виникнення помилки на одному з потоків не відобразиться на роботі інших потоків.

Проте багатопотоковість ускладнює структуру програми через необхідність синхронізації, що підвищує ймовірність виникнення deadlock'ів (deadlock – стан у системі, коли два або більше потоків чекають на ресурси, які вже зайняті один одним, що може призводити до зупинки програми). Крім того в певних випадках можлива непередбачуваність виконання потоків.

Таким чином традиційна модель конкурентності в Java має обмеження, які стають очевидними в системах з високим навантаженням і великою кількістю одночасних запитів.

Віртуальні потоки

Головним нововведенням проєкту Loom є віртуальні потоки (fibers), які дозволяють JVM керувати ними без прив'язки до конкретної операційної системи. Для спрощення інтеграції цієї технології в існуючі проєкти API віртуальних потоків залишився ідентичним до традиційних потоків. Використання віртуальних потоків буде особливо корисним для асинхронних операцій, таких як обробка запитів у веб-серверах, оскільки fibers можуть підтримувати тисячі одночасних задач.

Продовження (Continuations)

Продовження це механізм у роботі потоків, що дозволяє при тимчасовій зупинці потоку зберігати контекст виконання та відновлювати його пізніше. Наприклад, при виконанні операції, що вимагає очікування, продовження збереже значення змінних, стан виконання і місце у коді, куди потрібно буде повернутися після відновлення роботи потоку.

У віртуальних потоках зупинки відбуваються на рівні runtime мови програмування, а не на рівні процесора, що робить ці операції швидшими та менш ресурсомісткими.

Планувальники (Schedulers)

Для ефективного управління потоками використовуються планувальники, які визначають порядок доступу потоків до ресурсів системи та контролюють виконання задач, активуючи, призупиняючи і завершуючи роботу потоків. Проєкт Loom вводить нові планувальники, які можна налаштувати під конкретні потреби програми. Ця кастомізація робить віртуальні потоки ще більш гнучкими.

Переваги проєкту Loom

1. Масштабованість. Loom дозволяє створювати мільйони потоків не накладаючи жорстких обмежень на систему, як у випадку традиційних потоків.

Завдяки тому, що віртуальні потоки не прив'язані до системи це дозволяє швидше і ефективніше обробляти запити і зменшити затримки.

2. Простота міграції. Через ідентичний API традиційних і віртуальних потоків перехід до нової технології не вимагатиме значних зусиль і кардинальних змін у коді.

3. Зниження витрат. Завдяки віртуальним потокам використання ресурсів системи буде більш ефективним, через легкість і швидкість їх створення і знищення та призупинки і відновлення.

Проект Loom вносить революційні зміни в конкурентності Java, відкриваючи нові можливості для розробників на шляху створення високопродуктивних багатопоточних додатків з ефективним використанням ресурсів.

Літературні джерела

1. OpenJDK Project Loom [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.baeldung.com/openjdk-project-loom> (дата звернення: 04.10.2024).

2. Project Loom: Fibers and Continuations for the Java Virtual Machine [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://cr.openjdk.org/~rpressler/loom/Loom-Proposal.html> (дата звернення: 04.10.2024).

УДК 336.7

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННИХ ПЛАТЕЖІВ НАЦІОНАЛЬНОГО БАНКУ УКРАЇНИ

А. В. Вовк, Т. М. Фасолько

*Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова
вул. Героїв Майдану, 8, м. Хмельницький, 29000, alonakuceruk286@gmail.com*

В сучасних умовах господарювання, де все більше людей віддають перевагу безготівковим розрахункам, система електронних платежів відіграє вагомую роль, будучи однією з важливих складових фінансової інфраструктури та економіки загалом. Вона забезпечує швидкий та зручний доступ до переведення грошей між сторонами, що підвищує ефективність бізнесу та полегшує фінансові транзакції для користувачів.

Система електронних платежів Національного банку України (далі - СЕП) є державною банківською платіжною системою, яка створена з метою проведення міжбанківського переказу коштів в Україні в національній валюті через кореспондентські рахунки банків-резидентів та рахунки інших установ - учасників СЕП, відкриті в Національному банку України [1].

Основною метою електронних платіжних систем є спрощення процесу розрахунків в режимі реального часу, мінімізуючи ризики, що обумовлюються людським фактором і водночас створення більш прозорої та надійної системи. Тому СЕП повинна вміти швидко адаптуватися до будь-яких змін і викликів як

зовнішнього, так і внутрішнього середовища.

Важливою ознакою будь-якою системи електронних платежів є її масштабність. Кількість надавачів послуг, клієнтів та рахунків, які обслуговуються системою, є прямим свідченням її ефективності та затребуваності. Тому пропонуємо дати оцінку кількісним показникам СЕП НБУ, представлених у табл. 1 [2].

Таблиця 1 – Кількісні показники системи електронних платежів НБУ у 2021-2023 роках

Показник	Рік			Відхилення, %	
	2021	2022	2023	2022/2021	2023/2022
Надавачі послуг (банки, небанківські установи)	71	67	64	-5,63	-4,48
Клієнти, млн. осіб	72,2	69,4	82	-3,88	18,2
Рахунки, млн	142	160,2	185	12,82	15,47

Проаналізувавши табл.1, можна сказати наступне: протягом 2021-2023 років спостерігалася тенденція до зменшення кількості надавачів фінансових послуг, що може вказувати на консолідацію ринку. Водночас відбулося зростання попиту на фінансові послуги внаслідок збільшення кількості клієнтів. Кількість рахунків стабільно збільшувалася протягом усіх років, відображаючи активне впровадження цифрових рішень у фінансовому секторі.

З початком повномасштабного вторгнення у 2022 році кількість електронних платежів значно зменшилася, що пов'язано, насамперед, із зниженням економічної активності населення, проте СЕП вдалося досить таки швидко адаптуватися до потрясінь і показати позитивну динаміку (рис.1, побудовано авторами на основі [3]).



Рисунок 1 - Динаміка електронних платежів в Україні у 2021-2023 р.р.

Як видно з рис. 1, у 2022 році кількість платежів знизилася на 18,7% у порівнянні з 2021 роком. Це пояснюється спадом економіки та порушенням логістичних і фінансових ланцюгів. Водночас, у 2023 році спостерігалось відновлення на 16,5%, що свідчить про поступове повернення економічної активності на довоєнний рівень. Сума платежів зросла протягом цього періоду. на 191,3%, що характеризує збільшення великих операцій у системі. Середня

кількість платежів на день продемонструвала зниження, а середня сума платежів на день, навпаки, суттєво збільшилася, що свідчить про більші але рідші платежі.

Отже, система електронних платежів Національного банку України є важливою складовою фінансової системи, що забезпечує швидкий та зручний обіг коштів між сторонами. Протягом 2021-2023 років спостерігалася тенденція до збільшення попиту на фінансові послуги та зменшення обсягів платежів, проте економічна активність поступово повертається на довоєнний рівень.

Літературні джерела

1. Правила системи електронних платежів Національного банку України: затверджено рішенням Ради Платіжної організації системи електронних платежів Національного банку України від 04.01.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/vr001500-17#Text>

2. Кількість клієнтів та рахунків у банках. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua/ua/payments/sep#576-insha-infografika>.

3. СЕП. Факти і цифри. Офіційний сайт Національного банку України. URL: <https://bank.gov.ua/ua/payments/sep#576-pokaznyky-roboty-se>.

УДК

ВПЛИВ ФАЙЛОВИХ СИСТЕМ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

М. М. Піх, В. Я. Піх

ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна, mariia.pikh@nung.edu.ua, volodymyr.pikh@nung.edu.ua

Файлова система - це частина операційної системи, що включає структуру організації, доступу, зберігання та управління файлами на диску. Основні завдання файлової системи включають управління даними, забезпечення доступу до файлів та каталогів, забезпечення безпеки даних та відновлення в разі втрати. Файлова система є важливою складовою операційної системи, яка відповідає за зберігання та організацію даних на диску комп'ютера. Вона дозволяє користувачам зберігати, копіювати, переміщувати та видаляти файли і папки.

Операційна система (ОС) – комплекс керуючих та оброблюючих програм, які виступають як інтерфейс між пристроями обчислювальної системи і прикладними програмами та призначені для керування пристроями, обчислювальними процесами, ефективного розподілу обчислювальних ресурсів між обчислювальними процесами і організації надійних обчислень [1].

Файлова система - це спосіб, яким файли називаються, зберігаються, виймаються, а також оновлюються на диску або в розділі сховища [2].

Файлові системи впливають на загальну продуктивність комп'ютерних систем. Досліджуються аспекти, такі як швидкість доступу до даних,

ефективність управління ресурсами та безпека, а також їхня роль у оптимізації роботи пристроїв зберігання. Аналізується, як вибір відповідної файлової системи може покращити або знизити продуктивність системи, враховуючи потреби користувачів та специфіку їхніх завдань.

Файлові системи відіграють важливу роль у збереженні та керуванні даними на комп'ютерах. Вони визначають, як дані будуть збережені, доступні та організовані на носіях інформації.

Файлова система надає накопичувачу логічну структуру, присвоюючи йому певний формат, і робить його здатним розміщувати, зберігати і керувати даними. Файлова система відповідає за спосіб зберігання та опрацювання файлів на найнижчому рівні. Тип файлової системи зазвичай залежить від конкретної операційної системи, а також може бути характерним для певного виду запам'ятовувальних пристроїв [4].

Загалом, файлові системи відіграють важливу роль у роботі комп'ютерів збереженні, організації та забезпеченні безпеки даних на пристроях зберігання інформації та забезпечують ефективну роботу з даними. Вони відрізняються за своїми можливостями та функціями, тому важливо вибирати ту файлову систему, яка найкраще відповідає потребам конкретного користувача. Для більшої надійності та продуктивності користувачі повинні правильно обирати файлову систему відповідно до своїх потреб та вимог.

В цілому **файлова система** є структурованим представленням даних з набором **метаданих**, які описують ці дані. Вона застосовується до сховища під час його форматування. Ця структура служить для всього сховища, а також є частиною його ізолизованого сегмента – **розділу диска**. Зазвичай вона оперує **блоками**, а не секторами [3].

Вибір файлової системи, яка підтримується кількома операційними системами, може полегшити обмін даними та зменшити затримки при перенесенні інформації між різними платформами.

Не існує файлової системи, яка б однаково задовольняла всі види потреб. Кожна з них має свої переваги та недоліки, які важливо враховувати при виборі формату для носія даних у конкретних умовах. Деякі файлові системи підходять для загального використання, тоді як інші призначені для специфічних цілей або типів пристроїв. Крім того, технології постійно розвиваються, і нові файлові системи стають швидшими, надійнішими, краще масштабуються для більших обсягів зберігання та отримують більш розширені функції в порівнянні з попередніми версіями.

Крім того, файлова система має тісний зв'язок з операційною системою, яка суттєво впливає на вибір відповідного формату. Зазвичай кожна операційна система підтримує свій набір файлових систем, над якими активно працюють її розробники.

Файлові системи відіграє важливу роль у продуктивності комп'ютерних систем вони можуть бути швидшими у роботі з великим обсягом даних або при великій кількості операцій з файлами, можуть бути більш надійними у відновленні даних в разі аварії або пошкодження файлів. вони дозволяють

більш гнучко налаштовувати права доступу до файлів і папок, що може бути важливо для підтримки безпеки даних.

Вибір файлової системи може суттєво вплинути на продуктивність та надійність комп'ютерної системи, тому важливо обирати ту, яка найкраще відповідає потребам вашої системи. Вибір правильної файлової системи залежить від специфічних потреб користувачів і завдань, які вони виконують, і може суттєво вплинути на загальну продуктивність комп'ютерних систем.

Літературні джерела

1. Інформатика. Електронний підручник з інформатики <https://informatics.dp.ua/operatsiyna-systema/>
2. Структура та типи файлових систем у Linux <https://timeweb.cloud/blog/struktura-i-tipy-fajlovyh-sistem-linux>.
3. Основи файлових систем <https://www.ufsexplorer.com/uk/articles/file-systems-basics/>
4. Файлові системи різних пристроїв та операційних систем <https://www.raisedr.com/uk/resources/general/file-systems>

УДК 004.054

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ АВТО-ТЕСТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПАТЕРНІВ ПРОЄКТУВАННЯ

В. М. Гарасимів

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

Розробка програмного забезпечення (ПЗ) на даний час у своїй більшості реалізується із застосуванням гнучких підходів та інкрементальних ітеративних моделей розробки ПЗ, які побудовані на можливості постійного внесення змін [1]. Це призвело до збільшення кількості регресійних тестів та недоречності їхнього проходження вручну. Тому автоматизація тестування ПЗ набула широко використання.

Для кращого розуміння авто-тестів, а також для їхньої підтримки існує ряд патернів проєктування. Найпоширенішими серед них є Page Object, Page Factory та Page Element [2]. Основна проблема патернів заключається в їхньому коректному використанні та у розумінні, що застосування конкретного патерну повинно, в першу чергу, вирішити поставлене завдання [3].

Припустимо, що об'єкт тестування (test object) – це сайт <http://practice.bpbonline.com/index.php>. Як приклад, розглянемо тестовий випадок перевірки успішної реєстрації. Процес декомпозиції даного тестового випадку на класи (сторінки) показано на рис. 1. Спочатку ми заходимо на головну сторінку сайту – клас HomePage. Для реєстрації вибираємо меню «My Account» і переходимо на іншу сторінку (клас LoginPage). У колонці «New

Customer» натискаємо на кнопку «Continue». Переходимо на сторінку заповнення необхідної інформації для створення нового акаунту (клас AccountPage). Підтверджуємо введену інформацію. Акаунт успішно створено (клас AccountSuccessPage).



Рисунок 1 - Процес декомпозиції тестового сценарію на класи згідно патерну проєктування PageObject

Для створення проєкту в IntelliJ IDEA додано залежності Selenium-java, TestNG та WebDriverManager у файл POM нашого проєкту. Структура наших авто-тестів показана на рис. 2.

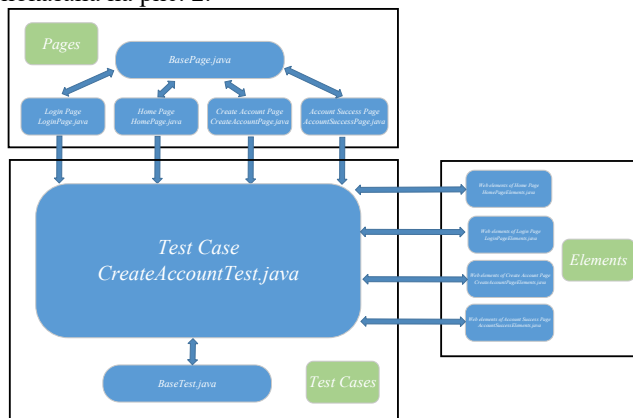


Рисунок 2 - Процес декомпозиції тестового випадку на класи згідно патерну проєктування PageObject

Отже, застосування патернів проєктування Page Object та Page Factory полегшують процес написання авто-тестів, їх нескладно підтримувати, а скрипт авто-тестів є зрозумілим для сприйняття.

Літературні джерела

- 1 Graham D., Black R., Erik van Veenendal. Foundations of Software Testing: ISTQB Certification, 4 th Edition. United Kingdom : EMEA, 2018. 273 p.
2. Anton Angelov, "Design Patterns for High-Quality Automated Tests: High-Quality Test Attributes and Best Practices". United States: Kindle Edition, 2021. 348p.
3. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vissdes, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software". United States: Addison-Wesley, 1994. 395 p.

УДК 681.5.015

**СТВОРЕННЯ ВЕБ-СТОРІНКИ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ ЗАСОБАМИ HTML
ТА CSS****А. А. Мацишин***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,
Івано-Франківськ, 76019, e-mail: lmpytchuk23@gmail.com*

У сучасному цифровому світі веб-сайти відіграють важливу роль у різних сферах життя, зокрема й у дизайні інтер'єрів. Архітектори, дизайнери та студії все частіше використовують веб-сторінки для представлення своїх робіт, залучення клієнтів та спілкування з замовниками. Веб-сторінки для презентації дизайнерських проєктів дозволяють ефективно демонструвати інтер'єрні рішення, а також пропонують інтерактивні можливості для користувачів, такі як перегляд фото, планів приміщень чи навіть 3D-візуалізацій.

Створення веб-сторінки для дизайну інтер'єру за допомогою HTML та CSS — це важливий етап у процесі представлення проєкту в Інтернеті. HTML забезпечує структуру сторінки, дозволяючи організувати текстовий та візуальний контент, тоді як CSS відповідає за візуальне оформлення та стилі елементів, що робить сторінку естетично привабливою та функціональною.

Сьогодні на ринку особливо важливо мати професійно оформлений сайт, який відображає унікальність стилю дизайнера або студії. Використання HTML і CSS для створення таких веб-сторінок є базовим, але водночас потужним інструментом для досягнення високоякісного візуального результату. Саме ці технології дозволяють дизайнерам створювати адаптивні, інтуїтивно зрозумілі та привабливі веб-сайти без необхідності звертатися до складніших мов програмування.

Враховуючи швидкий розвиток цифрових технологій і зростаючий попит на онлайн-ресурси, вміння створювати сучасні веб-сторінки для демонстрації дизайну інтер'єрів стає ключовою навичкою для кожного дизайнера. Фронтенд це галузь веб-розробки, в якій створюється інтерфейси користувача для веб-додатків або веб-сайтів. Головний фокус frontend на візуальних та інтерактивних елементах сайту, їх взаємодії з користувачами. Frontend

розробник відповідає за створення та підтримку всіх видимих та взаємодіючих елементів додатку чи сайту [1].

Основні елементи сторінки:

- Header містить логотип і навігаційне меню.
- Main містить основний контент, наприклад, зображення та заголовки.
- Footer містить копірайти або контактну інформацію з іконками для швидкого доступу до сторінки контактів.

Рисунок 1 відображає загальну структуру сайту, основними елементами якого є шапка (header), головна частина та футер. У шапці розташовано логотип на початку рядку та навігація по сторінкам, за якою можна перейти до наступних сторінок. У самому низу розташований горизонтальний блок футера (footer).

Мова розмітки HTML використовується для структурування веб-сторінки. Основні елементи веб-сторінки, такі як заголовки, параграфи, посилання та зображення, задаються тегами. Каркас HTML складається з `<html>`, `<head>`, `<body>`, де розміщується основний контент сторінки. CSS використовується для оформлення зовнішнього вигляду веб-сторінки, задаючи кольори, шрифти, розміщення елементів, відступи тощо.

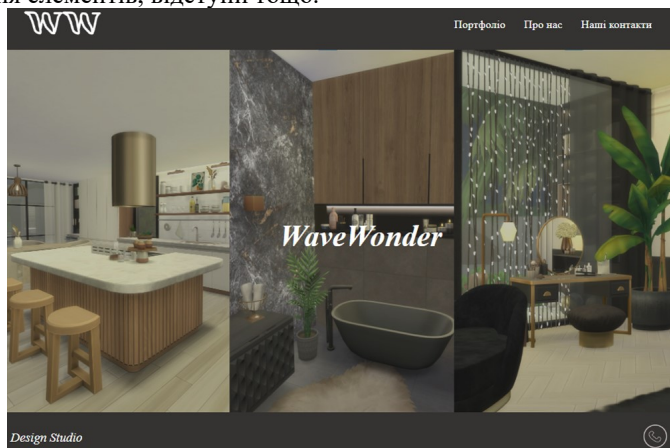


Рисунок 1 - Результат виконаної сторінки сайту

Отже, завдяки можливостям HTML і CSS, дизайнери можуть створювати адаптивні, зручні у використанні ресурси, що відповідають сучасним вимогам ринку. Уміння працювати з цими інструментами не лише розширює технічні горизонти фахівця, але й дозволяє виділитися серед конкурентів, запропонувавши унікальний спосіб демонстрації інтер'єрних рішень.

Літературні джерела

1. Хто такий frontend developer? Що робить front end розробник? URL: <https://interfax.com.ua/news/press-release/920933.html>.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПОТОЧНОМУ КОНТРОЛІ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО НАПРЯМУ

Н. П. Дуброва

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна,
ptsfkg@gmail.com*

Сучасний педагогічний простір вищої освіти України характеризується широким використанням сучасних інформаційних технологій. Як зазначає Пшенична І. [1] комп'ютер став невід'ємною частиною «системи засобів навчання, дискусій ... щодо підвищення ефективності навчання за допомогою нових інформаційних технологій, ... покращення якості освіти за допомогою нових інформаційних технологій».

Поштовх до використання останніх був пов'язаний з пандемією COVID 19, коли під час карантину ЗВО масово стали використовувати МООС платформи, в основному Moodle та Google Class. Більшість українських ЗВО надали перевагу платформі Moodle, підлаштувавши під свої потреби. Платформа надає широкий спектр інструментів для навчання, зокрема і для поточного контролю знань. Разом з тим можливості зберігання великих обсягів інформації є обтяжливими для більшої кількості ЗВО і викликає необхідність широкого використання хмарних технологій. Для поточного контролю знань в системі Moodle передбачена ціла низка інструментів, а саме: тестування, завдання, які можна перевірити як автоматично, так і перевірити роботи студентів.

Крім елементів платформи Moodle широко використовуються інструменти Google Workspace for Education для поточного контролю знань, а саме Google Drive, Google Docs, Sheets, Slides, Forms [2]. Google Forms це не тільки зручний інструмент для соціологічних опитувань, збору даних, а ще й ефективний застосунок для тестування.

Вся інформація, введена респондентами автоматично переноситься до Google Sheets, яку можна аналізувати завдяки їх функціям з мінімальними витратами часу і зусиль. Відповіді на тестові питання розміщені в Google Forms автоматично зберігаються, і викладач може їх аналізувати та оцінити відповіді кожного здобувача. При створенні тесту опція обов'язкової відповіді на питання унеможливорює ухилення від виконання тестового завдання. Дуже корисним є використання такої можливості як поділ тесту на декілька складових частин. Як зазначають Качурівський В. та Качурівська Г. [4], таке структурування дає можливість проводити моніторинг та активізувати здобувачів під час лекційного або практичного заняття і скомбінувати питання за декількома темами.

Для поточного контролю знань можна використовувати такі інтерактивні платформи як Quizlet і Kahoot. Ці сервіси використовують різноманітні ігрові елементи, що можуть урізноманітнити навчальний процес і привнести ноту гейміфікації. Тут можна використати форму змагання як індивідуального, так і групового. За допомогою Quizlet забезпечується тренування, закріплення і

контроль матеріалу. Дана платформа має зручний інтерфейс, що дозволяє вивчати не тільки іноземну лексику, а і теоретичний матеріал з дисципліни.

У системі Quizlet можна робити глосарії зі звуковим і візуальним супроводом та використовувати різні режими роботи (Study Modes) з ними. Для поточного контролю доцільно використовувати тестовий режим (Test), різноманітні ігри (Space Gravity, Scatter, Space Race) [5].

Платформа Kahoot є дуже популярною серед навчальних заходів. Це тестова система дає змогу оцінити якість засвоєння матеріалу студентами в формі змагання та ігри. Перевагами Kahoot є: зрозумілий та яскравий інтерфейс, можливість створювати різні типи тестів, вікторини у формі гри. Завдання дозволяють включити в них фотографії, відеофрагменти та інше.

Kahoot дає змогу проводити тестування, тестові змагання або ігри під час занять з використанням особистих мобільних пристроїв студентів, комп'ютера або смартфона викладача, екрану або інтерактивної дошки.

Велике розмаїття інтерактивних платформ дає широкі можливості для освіти. А доступ до мережі Інтернет відкрив можливості користуватися великою кількістю підручників, навчальних матеріалів, дисертацій та наукових статей розміщених у базах відкритих даних. Разом з тим, дистанційна форма потребує сильної мотивації до навчання, використання тайм-менеджменту, самодисципліни. А система контролю знань, зокрема поточного, здобувачів вищої освіти потребує ефективного механізму її об'єктивної оцінки.

Літературні джерела

1. Пшенична І. Використання інформаційних технологій у процесі формування навичок самостійної освітньої діяльності здобувачів вищої освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. №10(8). С. 47–53.
2. Ніженковська І.В., Кузнецова О.В., Нароха В.П. Застосування Google forms для перевірки знань студентів-фармацевтів з біологічної хімії. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2021. <https://doi.org/10.36074/logos-10.09.2021.53>
3. Хлуновська Л.Ю. оцінювання знань студентів під час дистанційного навчання з використанням додатку Google Forms. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2022. Т.21. №4 (82). С. 96-100.
4. Качурівський В., Качурівська Г. Застосування Google Forms для моніторингу навчальних досягнень студентів. *Інформаційні технології та Інтернет у навчальному процесі та наукових дослідженнях*. № 3. С. 182–184.
5. Литвинська Т.Ю. Використання інтерактивних платформ Quizlet і Kahoot для вдосконалення граматичних навичок студентів юридичних спеціальностей. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2021. Вип. 80 (2). С. 18 - 23.

РОЗРОБЛЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ОСНОВІ РЕКОМЕНДАЦІЙ СТАНДАРТІВ ТА ВІДКРИТОГО API

І. З. Лютак

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

Розробка навчальних додатків в сфері енергетичного менеджменту відіграє важливу роль у підвищенні обізнаності та компетентності фахівців у галузі ефективного використання енергоресурсів. Одним із ключових підходів до створення таких додатків є використання відкритого REST API, який забезпечує гнучкість і масштабованість системи. REST API дозволяє інтегрувати різноманітні дані з різних джерел, надавати користувачам доступ до актуальних аналітичних інструментів та показників, що дає змогу ефективно моделювати процеси управління енергоспоживанням в реальному часі. Відкриті API є важливим елементом для побудови адаптивних навчальних середовищ, оскільки вони полегшують розширення функціоналу додатків і підтримку їх взаємодії з іншими системами. Завдяки цьому підходу розробники можуть створювати додатки, які легко адаптуються до нових потреб ринку та користувачів, інтегруючи нові технології та методи енергетичного моніторингу. Це забезпечує не лише високий рівень доступності навчального контенту, але й можливість для користувачів здобувати актуальні знання та практичні навички в реальних умовах енергетичного менеджменту.

Відзначимо, що з більш 19500 опублікованих стандартів ISO більше 155 із них відносяться до енергетичної ефективності та відновлюваних джерел енергії, а низка інших знаходяться в розробці. Вони охоплюють такі загальні теми, як енергетичний менеджмент та енергозбереження, а також специфічні галузеві рішення для будівель, IT та побутових приладів, промислових процесів і транспорту [1]. Згідно наказу Мінекономрозвитку України № 1111 від 16.09.2014 р. в нашій країні з 01.01.2015 р. набув чинності стандарт ДСТУ ISO 50001:2014 "Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання" (ISO 50001:2011, IDT)), як гармонізований з міжнародним стандартом ISO 50001:2011 "Energy management systems – Requirements with guidance for use" [2]. Стандарт ISO 50001:2011 надає важливі керівні принципи для розробників програмного забезпечення в області енергоменеджменту, допомагаючи їм створювати рішення, які сприяють підвищенню енергоефективності підприємств. Однією з ключових переваг є можливість стандартизації процесів управління енергоспоживанням. Це допомагає розробникам створювати програмне забезпечення, яке інтегрується з енергетичними системами, надаючи інструменти для моніторингу, аналізу і контролю енергетичних показників на основі вимог стандарту. Це дозволяє компаніям ефективніше використовувати енергоресурси, що веде до зниження витрат та зменшення впливу на навколишнє середовище. Для розробників програмного забезпечення ISO 50001:2011 також створює можливості для

створення рішень, які автоматизують впровадження та підтримку енергетичної політики підприємства. Стандарт надає чітку структуру для розробки функціональних можливостей програм, таких як оцінка енергетичних ризиків, оптимізація енергетичних процесів та контроль за дотриманням вимог стандарту. Таким чином, розробники можуть створювати інструменти, що допомагають компаніям відповідати міжнародним стандартам і впроваджувати стійкі практики енергоменеджменту. До числа інших стандартів, які стосуються енергоменеджменту можна віднести наступні документи [4–6]:

- ISO 50004 "Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення енергетичного менеджменту";
- ISO 50006 "Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова".

У підсумку, розробка навчальних додатків для енергетичного менеджменту на основі відкритих стандартів та API відкриває широкі можливості для підвищення обізнаності та ефективності управління енергоефективністю на підприємствах. Використання стандартів ISO, зокрема ISO 50001:2011, забезпечує структурований підхід до управління енергоспоживанням, що дозволяє розробникам створювати потужні інструменти для моніторингу, аналізу та оптимізації енергетичних процесів. Це сприяє не лише впровадженню стійких практик у бізнесі, але й надає користувачам можливість отримувати практичні навички.

Літературні джерела

1. Бориченко, О. В. Система енергетичного менеджменту як соціальна техніко-економічна система [Електронний ресурс] / О. В. Бориченко // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2016. – № 1. – С. 28–31. – Режим доступу до електронних ресурсів Наукової бібліотеки ім. В.І. Вернадського : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekit_2016_1_9 (дата звернення: 13.12.2021).
2. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use.
3. Праховник А. В., Іншеков Є. М. Енергетичний менеджмент: суттєві фактори, цілі, ієрархія, об'єкт діяльності // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Вип. 3/2004 (26)/ – 2004. – С. 75-79.
4. ISO 50004, Energy management systems – Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system.
5. 11. ISO 50006, Energy management systems – Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) – General principles and guidance.

УДК

ВЕБ-ФРЕЙМВОРКИ НЕЗМІННІ ПОМІЧНИКИ У СВІТІ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**М. М. Піх, В. Я. Піх***ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна, mariia.pikh@nung.edu.ua, volodymyr.pikh@nung.edu.ua*

Колись можливість написати повідомлення на глиняній табличці та передати його сусідові в іншому поселенні була справжнім проривом у комунікації.

Так само в світі ІТ перша веб-сторінка, що дозволяла переходити на інші сторінки через гіперпосилання, стала дивовижною подією, яка змінила все. Сьогодні ми сприймаємо таку просту сторінку як щось елементарне, подібно до тієї глиняної таблички, а розробка веб-сторінок перетворилася на складний і дорогий процес.

Теоретично, будь-який цифровий продукт можна створити з нуля, проте в сучасній практиці це рідкість, за винятком деяких унікальних випадків. Для кожної популярної мови програмування вже існують готові рішення та бібліотеки, що дозволяють розробникам не "винаходити велосипед", а збирати його з готових або частково готових компонентів. Іншими словами, вони можуть використовувати фреймворки — готові робочі середовища, які пропонують структуру та набір інструментів, залишаючи лише налаштування продукту під потреби бізнесу.

Разом із розвитком веб-сторінок еволюціонували й інструменти для їх розробки. Фреймворк— це програмне середовище, яке спрощує та прискорює створення програмного забезпечення.

Сучасні сайти, додатки, сервіси стають все більш складними, динамічними, багатифункціональними. Вони повинні активно взаємодіяти з користувачем, бути здатними підлаштовуватися під мінливе середовище, що обумовлює постійний розвиток методів їх розробки, підтримки. Прагнучи відповідати зростаючим потребам ринку ІТ-технологій, фахівці розробили новий інструмент – web framework. Він являє собою каркас, платформу для створення веб-продуктів нового покоління, їх ефективної підтримки. Він призначений для складних, масштабних проєктів, дозволяє реалізувати нестандартні рішення.

Фреймворк у мовах програмування – це комплекс компонентів, бібліотек та інструментів, які пропонують структуру та готові рішення для роботи над певними завданнями. Або дають вирішення певних проблем у розробці програмного забезпечення. Вони прискорюють розробку, покращують якість коду та стійкість додатків.

Таким чином, фреймворк — це як готовий кулінарний набір для програмістів, який допомагає швидше та ефективніше "приготувати" програмне забезпечення [3].

Фреймворк - це конструктор (у протилежному випадку він нічим би не відрізнявся від готових движків для сайтів, наприклад). Це швидше набір правил, який допомагає вибудувати логіку програми. Він полегшує вирішення

базових завдань: забезпечення безперебійної роботи бази даних, створення механізмів реєстрації користувачів, підтримка сеансів тощо [2].

Фреймворк можна порівняти з великою бібліотекою, яка вирішує кілька проблем у розробці веб-програми одночасно. Він спрощує верстку та стилізацію за рахунок компонентного підходу, полегшує управління даними в програмі та пропонує власні методи взаємодії між клієнтом і сервером, тобто охоплює всі основні аспекти розробки.

Фреймворк – це інструмент для комфортної, швидкої, гнучкої та безпечної розробки діджитал-продуктів. Він підходить для вирішення багатьох завдань, допомагає автоматизувати бізнес-процеси. Фреймворк — це набір інструментів, бібліотек та коду, який спрощує процес розробки програмного забезпечення. Він задає певну структуру, що дозволяє розробникам зосередитися на реалізації бізнес-логіки, не витрачаючи багато часу на рутинні задачі.

Фреймворк у мовах програмування – це комплекс компонентів, бібліотек та інструментів, які пропонують структуру та готові рішення для роботи над певними завданнями. Або дають вирішення певних проблем у розробці програмного забезпечення. Вони прискорюють розробку, покращують якість коду та стійкість додатків. [1].

Часто фреймворк розглядають як будівельну компанію, яка має кілька готових проєктів будинків. А бібліотеки — робочі інструменти (як дріль чи лобзик), які можна застосовувати на власний розсуд. [4].

Різні фреймворки створені, щоб задовольняти різні потреби розробників та проєктів. Вибір найкращого фреймворку для вашого проєкту здебільшого залежить від ваших особистих потреб і вимог.

У кожного фреймворку своя унікальна функціональність, архітектура та методи розробки. Вони можуть бути більш сприятливими для певних типів проєктів або стилів розробки. Наприклад, деякі фреймворки задовольняють потреби у високій продуктивності, інші у зручності використання тощо. Це дозволяє розробникам вибрати фреймворк, який найкраще задовольняє їхні потреби.

Один з основних плюсів веб-фреймворків полягає в тому, що вони допомагають забезпечити безпеку веб-додатків. Вони надають можливість реалізувати різні заходи безпеки, такі як валідація даних, захист від атак, шифрування та інші методи захисту.

Крім того, веб-фреймворки дозволяють розробникам створювати високоякісний код, який є легким у супроводженні та модифікації. Керуючи структурою проєкту та застосовуючи кращі практики програмування, вони допомагають зберегти код чистим і організованим.

У світі цифрових інновацій веб-фреймворки стали незамінним помічником для багатьох компаній та розробників. Вони дозволяють швидше впроваджувати нові ідеї на ринок, забезпечуючи ефективне використання ресурсів і забезпечуючи високу якість продукту. Будучи інтегрованими з іншими технологіями, веб-фреймворки допомагають створювати інноваційні продукти, які відповідають вимогам сучасного ринку.

Літературні джерела

1. <https://cloud.itstep.org/blog/frameworks-in-programming-languages-what-are-they-for-and-how-to-choose-them> Фреймворки у мовах програмування
2. <https://wezom.com.ua/ua/blog/scho-take-freymvork-poyasnyujemo-prostimi-slovami> Що таке фреймворк: пояснюємо простими словами
3. <https://qalight.ua/baza-znaniy/freymvork-v-programuvanni/> Фреймворк в програмуванні
4. <https://robotdreams.cc/uk/blog/251-zachem-nuzhny-freymvorki-i-biblioteki> Навіщо потрібні фреймворки та бібліотеки.

УДК 004.042

РОЗРОБКА ДОДАТКУ ПЕРСОНАЛЬНОГО ФІНАНСОВОГО МЕНЕДЖЕРА ЗАСОБАМИ МОВИ KOTLIN ДЛЯ ПЛАТФОРМ ANDROID

Р. І. Мельник

Івано-Франківський Національний Технічний Університет Нафти і Газу, Івано-Франківськ, Україна, rostyslav.melnyk-kim241@nuing.edu.ua

В умовах постійного зростання складності управління особистими фінансами та збільшення кількості транзакцій, що потребують контролю, виникає потреба у створенні зручних та функціональних інструментів для ефективного менеджменту фінансів. У цьому контексті було розроблено мобільний додаток для управління фінансовими операціями на платформі Android. Основними завданнями проекту стали спрощення процесу ведення обліку витрат, перегляду фінансових звітів, встановлення фінансових цілей та їх відстеження.

Застосунок було реалізовано за допомогою мови програмування Kotlin, яка забезпечує ефективність та безпечність коду, а також фреймворку Jetpack Compose, що дозволяє створювати зручний та адаптивний користувацький інтерфейс. Використання Jetpack Compose дозволило реалізувати декларативний підхід до створення UI, спрощуючи підтримку і розширення інтерфейсу додатку.

Для зберігання даних користувачів, таких як транзакції, категорії витрат, фінансові цілі та історія заощаджень, використовується реляційна база даних SQLite. Для зручної взаємодії з базою даних застосовується бібліотека Room, яка забезпечує абстракцію над SQLite, дозволяючи ефективно виконувати CRUD-операції та забезпечуючи референційну цілісність даних.

Основний функціонал застосунку включає - додавання та редагування транзакцій користувачів, зокрема введення суми, категорії та часу транзакції; відображення статистики витрат за допомогою кругової діаграми, що дозволяє користувачам аналізувати витрати за категоріями; встановлення фінансових цілей та відстеження їх прогресу через екран заощаджень, що візуально показує процент виконання цілі.

Тестування функціональності застосунку було виконано за допомогою інструментів JUnit та Espresso. Тестування охоплювало основні функції додатку, зокрема додавання, редагування транзакцій, перегляд звітів та досягнення цілей. Це дозволило забезпечити надійність роботи додатку та його відповідність поставленим завданням.

Нижче ви можете побачити ілюстрації основних екранів мобільного застосунку для менеджменту фінансів. На Рисунку 1 представлено головний екран додатку, який відображає список транзакцій і дозволяє додавати нові фінансові операції. Також на рисунку ви можете побачити екран статистики витрат, на якому користувач може переглядати розподіл витрат по категоріях за допомогою кругової діаграми.



Рисунок 1 - Основні екрани застосунку

Таким чином, розроблений мобільний додаток надає користувачам інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для управління фінансами, що дозволяє контролювати особисті фінанси, встановлювати цілі та аналізувати свої витрати. Використання сучасних технологій дозволяє легко адаптувати додаток до нових вимог та забезпечити його подальший розвиток.

Літературні джерела

1. Google. Jetpack Compose. URL: <https://developer.android.com/jetpack/compose> (дата звернення: 05.05.2024).
2. Kotlin Programming Language. URL: <https://kotlinlang.org/> (дата звернення: 26.04.2024).
3. Room Persistence Library. URL: <https://developer.android.com/training/data-storage/room> (дата звернення: 10.05.2024).

ГНУЧКІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ NOSQL БАЗ ДАНИХ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ MONGODB, REDIS ТА NEO4J

В. М. Кушнір, Р. Б. Вовк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,
e-mail: vladyslava.kushnir-ip233@nung.edu.ua*

У сучасному світі, що характеризується стрімким зростанням обсягів даних, постає необхідність у нових підходах до їх обробки. Нереляційні бази даних (NoSQL) стали ключовими інструментами для організацій, які мають справу з великими обсягами неструктурованих даних. Вони забезпечують високу швидкість обробки та гнучкість у побудові моделей даних, що дозволяє адаптуватися до специфічних бізнес-вимог. Завдяки можливості горизонтального масштабування, NoSQL-системи є оптимальним вибором для компаній, які потребують обробки даних у реальному часі. У сучасному технологічному середовищі, що постійно змінюється, правильний вибір нереляційної бази даних може стати основою для ефективної стратегії управління даними та підтримки конкурентоспроможності на ринку.

Метою даної роботи є аналіз і порівняння ключових характеристик декількох популярних нереляційних систем управління базами даних.

Нереляційні бази даних, або NoSQL-бази, мають особливу структуру, яка суттєво відрізняється від традиційних реляційних моделей. Вони призначені для зберігання та обробки великих обсягів неструктурованих і напівструктурованих даних, що робить їх оптимальними для використання у веб-додатках, соціальних мережах, аналітиці великих даних та інших сучасних сферах. Основною відмінною рисою NoSQL є відсутність фіксованої схеми даних, що дозволяє зберігати інформацію в різних форматах, зокрема у вигляді документів, пар ключ-значення, графів або колонок [1].

NoSQL-моделі забезпечують високу гнучкість в управлінні даними, дозволяючи змінювати їх структуру без необхідності складних міграцій бази даних. Це робить їх особливо цінними для динамічних середовищ, де вимоги до даних можуть швидко змінюватися. Крім того, NoSQL-системи широко застосовують горизонтальне масштабування, що дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних і підвищувати продуктивність систем. Важливою особливістю нереляційних баз даних є їх різноманіття моделей, що відповідають різним потребам у зберіганні та обробці інформації. Наприклад, документоорієнтовані бази даних, такі як MongoDB, зберігають дані у форматі JSON, що дозволяє працювати зі складними структурами. Бази даних типу "ключ-значення", як Redis, забезпечують швидкий доступ до інформації за допомогою простих пар ключ-значення. Графові бази даних, наприклад Neo4j, є ідеальними для обробки даних зі складними взаємозв'язками, завдяки здатності моделювати графові структури.

MongoDB є однією з найпопулярніших нереляційних баз даних (NoSQL), призначених для роботи з великими обсягами неструктурованих даних. Її

архітектура підтримує горизонтальне масштабування, а зберігання даних здійснюється у вигляді документів у форматі BSON, що є бінарним представленням JSON. Це надає MongoDB перевагу в роботі зі складними структурами даних, які можуть змінюватися з часом. Висока продуктивність і гнучкість цієї системи робить її придатною для розробки додатків різного рівня складності [2].

Redis є однією з найшвидших і найпотужніших систем управління базами даних в пам'яті, яка набуває дедалі більшої популярності у розробці сучасних веб-додатків. Основною характеристикою Redis є архітектура типу "ключ-значення", яка забезпечує надзвичайно швидкий доступ до даних. Окрім цього, система підтримує різноманітні структури даних, включаючи рядки, списки, множини, відсортовані множини, хеші та бітові поля, що робить її універсальним рішенням для різних сценаріїв використання [3].

Neo4j — це система управління графовими базами даних, яка використовує графову модель для ефективного зберігання та запиту інформації. Вона є відкритим програмним забезпеченням і доступна під ліцензією GPL (GNU General Public License), що дозволяє її безкоштовне використання та модифікацію. Серед ключових переваг Neo4j слід відзначити високу продуктивність під час виконання запитів, пов'язаних з графами, гнучкість у моделюванні даних та здатність до масштабування. Neo4j є особливо корисною для застосувань, де існують складні взаємозв'язки між даними, таких як соціальні мережі, рекомендаційні системи та управління мережами [4].

Отже, вибір бази даних залежить від специфічних потреб проекту та характеру даних, з якими планується працювати. Для організацій, що мають справу з великими обсягами неструктурованих даних і потребують гнучкості в моделюванні, MongoDB є оптимальним рішенням. Якщо швидкість доступу до даних має критичне значення, як у випадках з кешуванням чи системами реального часу, Redis пропонує виняткову продуктивність завдяки архітектурі ключ-значення. У випадках, коли йдеться про роботу зі складними взаємозв'язками між даними, Neo4j є найкращим вибором, оскільки вона спеціалізується на графових даних і дозволяє ефективно виконувати запити на основі зв'язків. Розуміння особливостей кожної з цих систем дозволяє організаціям формувати ефективні стратегії управління даними, що сприяє підвищенню їхньої конкурентоспроможності.

Літературні джерела

1. SQL чи NoSQL: ось в чому питання," Alternative Science, 2023. [Online]. Available: <https://alternativescience.net/programming/242-sql-chy-nosql-os-v-chomu-pytannya/>.
2. "MongoDB: огляд," Ukraine.com.ua, Sept. 2023. [Online]. Available: <https://www.ukraine.com.ua/uk/wiki/mongodb/overview/>.
3. "Що таке Redis і навіщо він потрібен," FreeHost, 2023. [Online]. Available: <https://freehost.com.ua/ukr/faq/wiki/chto-takoe-redis-i-zachem-on-nuzhen/>.
4. "What is Neo4j? A Beginner's Guide to the Graph Database." DZone, 2023. [Online]. Available: <http://surl.li/kovjqk>.

FRONT-END APPLICATION DEVELOPMENT FOR DATA PROCESSING IN MV GRIDS USING THE OPEN ENERGY PLATFORM

Ihor Liutak, Nataliia Dubko

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 15 Karpatska St., Ivano-Frankivsk,
76019, Ukraine, ihor.liutak@nng.edu.ua*

The development of front-end applications for data processing in medium voltage (MV) grids is crucial for advancing energy management and monitoring systems. By leveraging the capabilities of the Open Energy Platform, developers can create dynamic, scalable solutions that improve data visualization, control, and analysis within electrical grids. These platforms provide open-access tools and standards that allow for seamless integration with diverse energy systems, enhancing the flexibility and functionality of energy monitoring applications. This ensures that energy providers and managers can optimize grid operations and improve energy efficiency through real-time data-driven insights. The Open Energy Platform offers developers an ecosystem of resources that support the creation of robust applications for medium voltage grids, utilizing modern frameworks and APIs. This approach not only accelerates the development process but also ensures compatibility with evolving energy technologies. By focusing on front-end development, the user experience can be greatly improved, enabling clearer insights into grid performance, fault detection, and energy distribution. Ultimately, the integration of open platforms with MV grid data processing empowers users to make informed decisions, contributing to the sustainability and reliability of energy networks.

The fundamental standard in the field of energy management, based on which our developed software will be most effective and compatible, is ISO 50001:2011. This standard provides a comprehensive framework for organizations to establish, implement, maintain, and improve an energy management system (EnMS). It focuses on enhancing energy performance, including energy efficiency, use, and consumption. By following the principles outlined in ISO 50001, organizations can systematically manage and reduce their energy consumption, leading to cost savings and a reduction in environmental impact. [1].

To begin implementing a React-based application with data from MV grids using the Open Energy Platform in accordance with ISO 50001:2011, it is essential to first establish a clear structure that aligns with the energy management system (EnMS) outlined in the standard. ISO 50001 emphasizes the need for monitoring, measuring, and analyzing energy performance, so the initial step involves integrating real-time data from MV grids through APIs provided by the Open Energy Platform. React's component-based architecture is ideal for building dynamic dashboards that display key energy performance indicators (EnPIs), energy consumption patterns, and real-time monitoring of grid performance. By establishing this foundation, developers can ensure the program complies with the standard's focus on continuous energy performance improvements. The next phase in the program's implementation would be to design and develop features that enable users to set energy baselines and track

their progress in meeting energy-saving targets. According to ISO 50001, energy baselines are critical for evaluating energy efficiency improvements. Using React, developers can create interactive forms and data entry components that allow users to input their historical energy data from MV grids and set customized benchmarks. This will empower energy managers to set measurable goals and visualize trends, using React's built-in state management to store and process energy consumption data efficiently. By integrating data analysis libraries or leveraging external APIs for deeper insights, the application will help users evaluate and optimize their energy usage over time. Lastly, implementing a reporting system in line with the ISO 50001 standard is vital for ensuring compliance and transparency. React can be utilized to generate automated reports based on collected MV grid data, presenting detailed analyses of energy use, deviations from energy baselines, and suggestions for optimizing energy processes. These reports, customizable by users, could also highlight non-conformities and risks, which are key components of ISO 50001 compliance. Additionally, using libraries like Chart.js or D3.js in combination with React will enhance data visualization, allowing users to understand their energy performance at a glance. This will facilitate continuous improvement in energy management, ultimately supporting the sustainability goals set out in the ISO 50001 framework.

Based on the data available on the EGo Grid DING0 MV Generator page on the Open Energy Platform, we can extract valuable information regarding the generators used in medium voltage (MV) grids. This data includes technical specifications of the generators, such as their power output, location, operational status, and other relevant attributes. By analyzing this information, we can gain insights into the performance and reliability of the generators within the MV grid. Using this data, we can implement several functionalities in our application. For example, we can develop real-time monitoring features that display the operational status and performance metrics of each generator. This will allow energy managers to track performance trends, identify potential issues, and take proactive measures to ensure optimal operation. Additionally, we can use the data to visualize the distribution of power generation across different locations within the grid, helping stakeholders to better understand energy flow and identify areas for improvement. Furthermore, integrating this data into our application can facilitate compliance with the ISO 50001:2011 standard by enabling users to set energy performance indicators (EnPIs) based on the generators' outputs. Users can establish baselines for energy generation and consumption, monitor deviations from these baselines, and generate reports that highlight areas of inefficiency or potential savings. This approach not only enhances operational transparency but also supports continuous improvement in energy management practices, ultimately contributing to more sustainable energy solutions.

Літературні джерела

1. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use.

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ СТАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІОДІВ

М. Р. Кобута, М.А. Кононенко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
kononenko19602406@gmail.com*

Напівпровідникові діоди – найпоширеніші елементи електронних схем пристроїв, від якості котрих залежить правильність роботи пристрою в цілому. Але не секрет, що основні параметри більшості напівпровідникових діодів варіюються у достатньо широких межах навіть в рамках одного і того ж номіналу, що спостерігається при однакових умовах випробувань, не говорячи вже про зміни характеристик кожного екземпляра в реальних умовах експлуатації. Такий розкид характеристик напівпровідникових діодів у процесі виробництва і експлуатації не дозволяє забезпечити повторюваність параметрів електронних пристроїв без застосування спеціальних заходів з вимірювання параметрів діодів і одержання їх вольтамперних характеристик, що дозволить визначати статичні параметри.

Статичні параметри знаходяться в прямому зв'язку із статичними вольт-амперними характеристиками. Звичайно ці параметри обумовлюють значення постійного струму або напруги на електродах напівпровідникового приладу за фіксованих умов вимірювання, або відношення цих величин. Використовуються практично для всіх типів напівпровідникових приладів і дає змогу порівнювати криві ВАХ між собою[1]. Це вкрай необхідно при проведенні вхідного контролю на виробничих ділянках з метою запобігання розкиду характеристик використовуваних діодів.

При промисловому контролі діодів часто обмежуються 3 – 4 тестами: А, В, С і D. Тести А і В дозволяють судити про роботу діода в прямому вмиканні (напрямку), а тести С і D – в зворотному напрямку. При цьому тест А визначає падіння напруги на діоді в області великих прямих струмів, а тест В – в області малих прямих струмів, поблизу області відкриття діодів. Тест С дозволяє оцінити зворотний струм закритого діода, а тест D – наявність ділянки пробою.

Отже, стає очевидною необхідність розроблення системи вимірювання статичних параметрів діодів на основі цифрового калібратора-мультиметра, який за командою від комп'ютера задаватиме необхідний параметр (струм або напругу), що дозволить не тільки проводити вимірювання параметрів різних класів напівпровідникових діодів, але й ще при цьому візуально відображати їх основні статичні ВАХ. Можливість підключення до комп'ютера забезпечить автоматизацію процесу тестування і архівування результатів контролю.

Літературні джерела

1. Шликов, В. В. Мікропроцесорна техніка. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / В. В. Шликов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. 145 с.

УДК 621.3.011.7

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ

І. І. Яремак, М. М. Юр'ів

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

Електромеханічні системи є важливими компонентами сучасної електроенергетики, оскільки вони поєднують електричні та механічні процеси. Моделювання цих підсистем є критично важливим для оптимізації їхньої роботи. Теорія електричних і магнітних кіл надає потужні інструменти для розробки математичних моделей, які дозволяють детально досліджувати електричні та магнітні процеси в електромеханічних системах. [1]. Моделювання на основі теорії кіл дозволяє точно визначити характеристики роботи енергетичних об'єктів у різних режимах.

Розробка моделей синхронних і асинхронних двигунів на основі теорії електричних і магнітних кіл дозволяє визначити їхні характеристики, продуктивність і стійкість під час змінних навантажень. Важливою особливістю застосування теорії кіл для моделювання режимів роботи електромеханічних систем є можливість поєднання підсистем різної фізичної природи. Зокрема в роботі [2] побудовано математичну модель насосного агрегата за допомогою теорії кіл. Для моделювання гідравлічної машини застосовано новий підхід, пов'язаний з використанням узагальненої теорії кіл Кірхгофа [3], яка є основою теорії електричних машин. З цією метою застосовано комплексну математично-графічну модель насоса у вигляді еквівалентної електричної схеми заміщення (рис. 1) з активно-індуктивними (інерційними) елементами, яка враховує конструктивні особливості гідромашини та властивості робочої рідини.

Для побудови схеми заміщення використано поняття пасивних лінійних параметрів насоса: гідроопору $r_{ек}$ та гідроіндуктивності $x_{ек}$, введених на основі загальноприйнятої аналогії напруга - тиск та струм - об'ємна витрата. Тут $r_{нав}$ - гідроопір напірного тракту гідромережі, $\rho g H_{ек}$ - тиск на виході робочого колеса насоса.

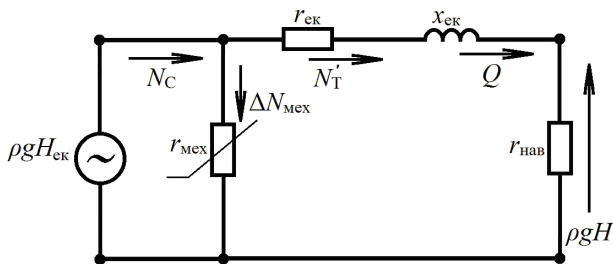


Рисунок 1 - Еквівалентна комплексна схема заміщення насоса

Таким чином моделювання електромеханічних систем є складним завданням через їхню взаємозалежність. Необхідність інтеграції електричних і механічних процесів у єдину модель ускладнює аналіз. Застосування теорії електричних і магнітних кіл дало змогу вирішити цю проблему.

Моделювання електромеханічних систем на основі теорії електричних і магнітних кіл є важливим аспектом для досягнення ефективності та надійності в електроенергетиці. Аналіз існуючих математичних моделей приводить до висновку, що розроблені моделі електромеханічних систем, в основному, призначені для дослідження лише режимів роботи окремих підсистем та не враховують взаємозв'язок між ними. Оскільки електромеханічна підсистема містить дві підсистеми, то для формування її комплексної математичної моделі необхідно поєднати моделі перетворювачів енергії різної фізичної природи. Саме застосування теорії електричних і магнітних кіл дозволило вирішити цю проблему. Зокрема шляхом використання узагальненої теорії кіл Кірхгофа, яка є основою теорії електричних машин, сформовано модель насоса. Такий підхід дав змогу поєднати електричні і механічні процеси в єдиній комплексній моделі.

Літературні джерела

1. Crapper Ellis H (2023), Electric and Magnetic Circuits, Legare Street Press, 390p.
2. Костишин В. С., Яремак І. І. Математична модель надійності та ефективності роботи насосного агрегата нафтоперекачувальної станції. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2017. № 5(161). С. 62–68.
3. Теорія електричних і магнітних кіл: Підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. – 2-ге вид., випр. та допов. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 246 с.

УДК 681.2.08

КОНТРОЛЬ СТУПЕНЯ РОЗТІКАННЯ РІДИН ЗРАЗКОМ ТВЕРДОГО ТІЛА ІМПЕДАНСНИМ МЕТОДОМ

М. Г. Чуйко, М. М. Чуйко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна, e-mail myrosyachuyko@gmail.com

Адгезійні властивості речовин, що відповідають за особливості взаємодії та змочування між різними контактуючими фазами («рідина – тверде тіло – газ») можуть виступати основною характеристикою у різних сферах людської діяльності. Необхідність контролю ступеня розтікання постає: у машинобудівній та приладобудівній промисловостях при використанні поверхнево-активних речовин для проведенні капілярного контролю

поверхневих дефектів, чи підборі захисних покриттів; у легкій промисловості при контролі якості фарб, лаків, чорнил і т.д.), у нафтогазодобувній промисловості для покращення витіснення нафтопродукту за рахунок підвищенні змочування пластивим флюїдом поверхонь пор нафтогазоносної породи; у хімічній промисловості при виготовленні гербіцидів для забезпечення максимального змочування рослин розчином, у медицині при створенні апаратів штучного кровообігу для запобігання утворення тромбів у судинах, і т. д.

На даний час широке використання отримав оптичний спосіб дослідження процесів змочування рідинами поверхонь твердих тіл, який передбачає фото- чи відеозйомку процесів змочування і розтікання з наступним обробленням отриманої інформації [1]. Однак даний метод обмежується контрастністю досліджуваної рідини, шорсткістю поверхні твердого тіла та неможливістю застосування для пористих тіл.

Пропонується метод визначення ступеня розтікання рідини досліджуваною поверхнею, який дозволяє в експресному режимі проводити підбір рідин з оптимальними змочувальними властивостями щодо зразка твердого тіла, які використовуються в окремому технологічному процесі. Контроль ступеня змочування здійснюється за зміною імпедансу системи «тверде тіло-рідина», яка розміщена між обкладками конденсатора. При цьому дану систему можна розглядати як ємнісну комірку, а процес розтікання рідини гладкою поверхнею твердого тіла чи інтенсивність проникнення у пористу структуру твердого зразка доцільно оцінювати за зміною параметрів цієї комірки.

Ступінь розтікання встановлюється шляхом порівняння залежностей зміни імпедансу досліджуваної системи при розтіканні рідин чи розчину, а також еталонної рідини, яка використовується для калібрування результатів вимірювання, при їх почерговому нанесенні на досліджувану поверхню зразка твердого тіла. Динаміка процесу змочування та розтікання оцінюється за зміною кута нахилу кривої розтікання в часі для підготовленого набору досліджуваних рідин відносно еталонної рідини.

Даний метод контролю дозволяє здійснювати підбір такої рідини, яка проявлятиме найкращі змочувальні властивості відносно досліджуваного зразка конкретно взятого твердого тіла, враховуючи при цьому особливості їх взаємодії. При цьому одночасно досліджуються обидва середовища в їх безпосередньому контакті, а не кожне зокрема, оскільки поведінка рідини, нанесеної на тверде тіло, залежить як від власне її фізико-хімічних параметрів, так і від стану твердої поверхні (шорсткості, неоднорідності, забрудненості).

Літературні джерела

1. Becky L. and Abraham M. The exponential power law: partial wetting kinetics and dynamic contact angles. *Colloid Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*. 2014. Vol. 250. Pp. 409–414.

СУЧАСНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

І. І. Яремак, М. М. Гудзь

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(0342) 72-71-72, e-mail: yaremak_iryna@ukr.net

З розвитком відновлюваних джерел енергії та децентралізацією енергетичних систем зростає потреба в удосконаленні систем керування технологічними процесами. Сучасні системи керування в електроенергетиці покликані забезпечувати стабільність, гнучкість і надійність електропостачання, знижуючи залежність від людського фактора. Використання новітніх технологій, таких як інтелектуальні системи та автоматизація, дає змогу підвищити ефективність та безпеку енергосистем [1].

Сучасні системи керування технологічними процесами базуються на інтеграції кількох ключових елементів: SCADA систем (Supervisory Control and Data Acquisition), інтелектуальних систем керування (Smart Grid) та автоматизованих систем диспетчеризації [2-3].

Системи SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) - основа для моніторингу та дистанційного керування процесами в енергомережах. Вони дозволяють збирати дані в реальному часі, оцінювати стан обладнання та реагувати на аварійні ситуації.

Інтелектуальні системи керування (Smart Grid) - надають можливість гнучкого керування енергетичними процесами, включно з інтеграцією відновлюваних джерел енергії, прогнозуванням попиту та оптимізацією роботи мереж.

Автоматизовані системи диспетчеризації – дозволяють оперативно реагувати на зміни в навантаженні мережі та підтримувати стабільну роботу енергосистеми, що особливо важливо при використанні нестабільних відновлюваних джерел енергії.

Основні проблеми, пов'язані з впровадженням сучасних систем керування в електроенергетиці та методи їх вирішення представлені в таблиці 1.

Таким чином розвиток систем керування технологічними процесами буде тісно пов'язаний з такими напрямками:

- машинне навчання та штучний інтелект. Ці технології дозволять прогнозувати навантаження, аварії та ефективніше керувати енергетичними ресурсами;
- децентралізовані енергетичні системи. Виробництво енергії дедалі більше децентралізується, що потребує нових підходів до керування потоками енергії на місцевому рівні;
- зелені технології. Інтеграція екологічно чистих джерел енергії, таких як водень і біомаса, потребує створення нових систем для оптимального керування цими джерелами.

Таблиця 1 – Основні проблеми сучасних систем керування в електроенергетиці та методи їх вирішення

№	Проблема	Методи вирішення
1	Нестабільність відновлюваних джерел енергії. Інтеграція вітрових і сонячних електростанцій призводить до непередбачуваних коливань виробництва енергії, що ускладнює балансування енергомережі.	Використання систем прогнозування погоди, а також створення розподілених систем зберігання енергії, що дозволяють компенсувати дефіцит енергії в мережі
2	Кібербезпека. Автоматизація та цифровізація енергосистем роблять їх більш вразливими до кібератак	Розробка захищених протоколів зв'язку, використання шифрування даних та впровадження систем раннього виявлення загроз
3	Інтеграція різних технологічних платформ. Енергосистеми складаються з численних технологічних платформ і обладнання, що ускладнює їх взаємодію	Стандартизація протоколів обміну даними та інтеграція нових систем з існуючими за допомогою IoT (Internet of Things) і хмарних платформ

Сучасні системи керування технологічними процесами в електроенергетиці відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності та надійності енергомереж. Інтеграція відновлюваних джерел, автоматизація, цифровізація та використання інтелектуальних систем дозволять досягти гнучкості в керуванні енергетичними процесами та зменшити залежність від традиційних джерел енергії.

Літературні джерела

1. Яремак Р.О., Яремак І.І. Інтелектуальні системи в енергетиці. *Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості*: збірник тез доповідей Всеукр. науково-практичної конференції молодих вчених і студентів. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. с. 141-143 с.
2. Денисюк, С. П., Стшелецькі Р. Формування складових інтелектуальної платформи керування енергетичними системами та мережами. *Енергетика: економіка, технології, екологія* : науковий журнал. 2019. №3. С. 7–22.
3. Decision Making for Energy Management in Smart Grid / Vira Shendryk, Olha Boiko; Yuliia Parfenenko et al. ; Research Anthology on Smart Grid and Microgrid Development. – Hershey: IGI-Global. 2022. P. 1268 – 1301.

WEB-ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ З МЕТОЮ ВДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Р. О. Яремак

ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна, yaremakroma@gmail.com

У сучасному науковому суспільстві важливість експериментальних даних та доступу до них важко переоцінити. Хороші структуровані експериментальні дані - це запорука якісного дослідження, а також навчання за дисциплінами, пов'язаними з аналізом та опрацюванням даних. Часто дослідники в Україні стикаються з проблемою доступу до таких даних. При цьому, на рівні зв'язків окремих підрозділів університету та промисловості ця проблема частково вирішується, і підприємства передають свої дані для користування окремим науковцям. Однак, для університетської спільноти такі дані є загалом недоступними, а публікація цих наборів даних у відкриті джерела не є можливою через умови нерозголошення. Тому створення внутрішньо-університетського репозиторію наборів даних для проведення досліджень є важливою прикладною задачею.

Згідно визначення репозитарій – це ресурс у мережі, де зберігаються і підтримуються публікації [1]. Найчастіше дані в репозитарії зберігаються у вигляді файлів, доступних для подальшого поширення по мережі. Зазвичай репозитарій надає доступ до дисертацій, монографій, наукових видань та праць науковців, навчально-методичних матеріалів, патентів та кваліфікаційних робіт студентів. Відповідно до вимог Закону України «Про вищу освіту» [2], сучасних завдань створення центрів знань в університетах, удосконалення механізму наукометричного оцінювання діяльності наукових працівників організація та супровід інституційного репозитарію стає певним трендом у формуванні цифрового архіву досягнень як окремого вченого, так і певних галузей, механізмів інтеграції особистих наукових здобутків у світовий Інтернет-простір. Це свідчить, що створення наукової спільноти, яка матиме доступ до закритих джерел даних дасть можливість підвищити точність дослідження та простоту реалізації завдяки уніфікованій структурі. Основною проблемою у реалізації проекту є обмеження доступу до даних для верифікованих облікових записів, які доступні для дозволених облікових записів університетської спільноти. На основі проведеного дослідження виявлено, що більшість вищих навчальних закладів співпрацюють з корпорацією Google. На основі цього зроблено висновок, що веб-платформу варто інтегрувати за допомогою існуючого програмного забезпечення Google API. Саме такого роду рішення допоможе зробити платформу доступною для більшості університетів, та створити програмне рішення, яке можна буде додати у існуючу систему університету [3].

Для реалізації даного рішення розв'язано такі основні задачі:

- розроблено архітектуру системи шляхом створення сценарію використання web-сайту, ER-діаграми бази даних та use-case діаграми користувачів;

- реалізовано web-сайт “UNIVERSITY ANALYTICS”;
- проведено дослідження особливостей функціонування розробленого web-сайту, шляхом тестування інтерфейсу входу користувача в систему, а також інтерфейсу адміністратора та користувача.

Висновки. Отримані результати свідчать, що web-платформа надає користувачам безпечний спосіб зберігання, видалення та обміну файлами через ресурси Google Drive. Запропонований веб-сайт "UNIVERSITY ANALYTICS" має потенціал для систематизації інформаційних ресурсів у наукових дослідженнях, управління даними та знаннями, а також для прийняття обґрунтованих рішень, що підвищить загальну ефективність роботи.

Літературні джерела

1. Інформаційний ресурс Вікіпедія [електронний ресурс] - режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення 30.09.2024р).
2. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII. [електронний ресурс] - режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення 01.10.2024р).
3. Читальня ONLINE Науково-технічної бібліотеки ІФНТУНГ. / [Електронний ресурс] - режим доступу: <http://chytalnya.nung.edu.ua/> (дата звернення 02.10.2024р).

УДК 851.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СКЛА

В. С. Борин, С. А. Чокої

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

Скловарна піч – один з найважливіших об’єктів процесу виготовлення склотари. Тому за об’єкт автоматизації дипломного проекту було взято і дослідженно регенеративну скловарну піч з підковоподібним напрямком подум’я.

Для правильного і безпечного функціонування процесу виготовлення склотари у скловарній печі, а також заданої якості продукції, необхідно забезпечити автоматичний контроль та керування наступних параметрів:

- Витрата газу, що надходить до горілок печі
- Витрата повітря
- Витрата суміші шихти та склобою, що надходить у піч
- Рівень суміші, що виходить з печі
- Температура в зоні регенераторів
- Температура стінок печі
- Температура скломаси на виході з протоки

У самій ванній скловарної печі проходять багато хімічних, фізичних та хіміко-фізичних процесів за різними температурами, блябла можна побачити за температурною моделью скловарної печі на рис 1.

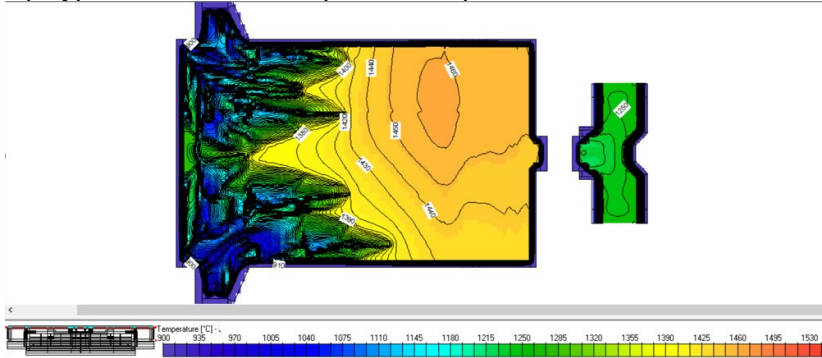


Рисунок 1 - Температурна модель печі на поверхні скломаси

Тому треба забезпечити автоматичний контроль в різних частинах ванни скловарної печі, параметрів таких як:

- температура поверхні, поруч з горілками;
- температура дна, поруч з горілками;
- температура поверхні в зоні максимум;
- температура дна в зоні максимуму;
- температура поверхні в зоні протоки;
- температура дна в зоні протоки;
- тиск газового простору печі.

Графіки порівняння перехідних процесів побудованих систем зображено на рис. 2.

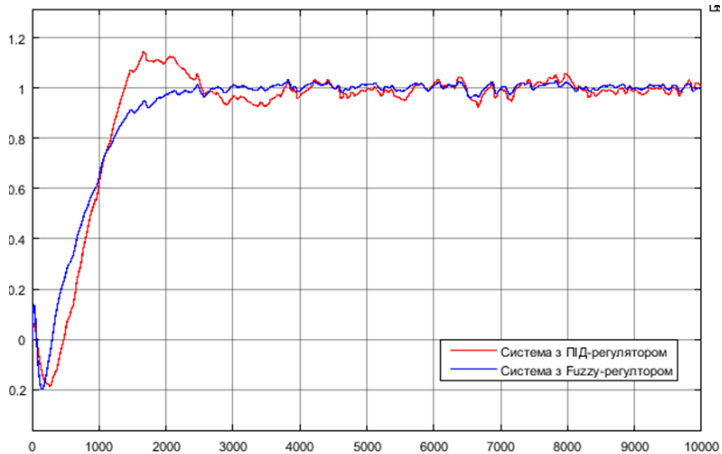


Рисунок 2 - Графіки перехідних характеристик систем з ПІД-регулятором та Fuzzy-регулятором

За результатами перехідних характеристик та критеріїв якості керування можна сказати, що кращим методом виявилася нечітка система керування температурним режимом скловарної печі з fuzzy-регулятором. Метод синтезу ПІД-регулятора нам не підходить бо має перерегулювання у 17% що в процесі скловаріння не є доречним, бо має бути більш точніший контроль за температурою, від цього залежить якість скла на виході. Також fuzzy-регулятор згладжує збурення вмісту кисню в повітрі, за рахунок зміни коефіцієнта подачі кисню відносно газу. Тому найкращим методом виявився fuzzy-регулятор з 0% перерегулюванням та часом виходу на усталений режим 2000хв.

УДК 851.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВАГОВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА РУХОМИХ ОБ'ЄКТАХ

В. С. Борин, С. В. Миколайчук

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

Проблема зважування в русі виникла в зв'язку з необхідністю автоматизувати процес визначення маси вантажів які перевозяться в залізничних вагонах, автомобілях і т.д. і тим самим значно зменшити втрати часу і видатки які пов'язані з простоем, маневровими роботами і самим процесом зважування. Для прикладу, загальний простій вагонів під часооперацій зважування складає приблизно 60 млн. вагоно-годин в рік, а витрати на маневрові роботи складають близько 3 млн. локомотиво-годин [1, 2].

Завдання динамічного зважування є актуальним у багатьох галузях промисловості, таких як металургія, теплоенергетика, лісова промисловість та харчова промисловість. Найчастіше цей метод застосовується при зважуванні вагонів та автомобільного транспорту. Динамічне зважування також використовується в поштовій сфері, де зважування листів та посилок є важливим елементом процесу.

Основними факторами, які обмежують застосування цього методу вимірювання, є недостатня точність, обмежена універсальність, а також вимоги до швидкості обробки даних.

Метою даного дослідження є знаходження оптимального методу фільтрації сигналів від динамічних завад у системах вимірювання маси в русі.

Об'єктом дослідження виступає процес вимірювання маси на рухомих об'єктах, а предметом — аналіз динамічних завад та вибір методів їх фільтрації.

Методи дослідження базуються на використанні цифрової обробки дискретних сигналів, моделюванні методів боротьби за допомогою програмного середовища MatLab, а також на проведенні експериментів у реальних умовах для перевірки окремих теоретичних положень.

Наукова новизна та доцільність дослідження полягає в систематизації та оцінці відомих методів подавлення динамічних завад. Було проведено аналіз і систематизацію основних дестабілізуючих факторів під час динамічного зважування. Запропоновано та обґрунтовано використання ряду ефективних методів фільтрації динамічних завад, що можуть підвищити точність і надійність процесу вимірювання маси.

Для виконання експериментальних досліджень була сконструйована експериментальна установка, вимірюючим елементом якої був тензометричний датчик. Був виконаний ряд експериментів під час яких були вимірені впливи динамічних зусиль на ваговимірювальну систему.

Для перевірки реакції тензометричних датчиків на дестабілізуючі фактори було розроблено імітуючий лабораторний стенд, який створює дестабілізуючі впливи на вимірювальну систему (див. рис. 1).

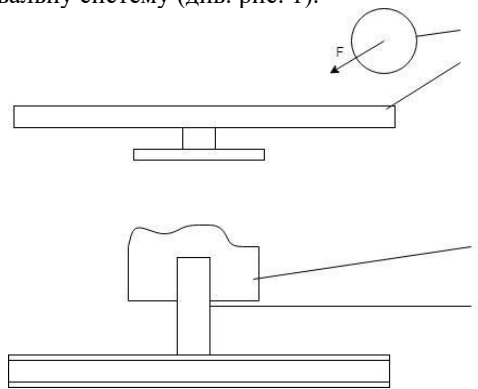


Рисунок 1 - Експериментальна установка

Система складається з тензометричного датчика (3), який жорстко закріплений з одного боку на нерухомій платформі (4). З іншого боку, закріплена під кутом металева направляюча (2), по якій котяться металеві кулі (1), що імітують проходження вагона по ваговимірювальній платформі.

Літературні джерела

1. Автоматичний електронний ваговимірювальний пристрій для зважування на промислових підприємствах рухомого складу в русі зі швидкістю 10-15 км/год з документальною реєстрацією результатів зважування: Звіт / НІКІМП; Тема №46–70, № ГР 70047842. – М., 1970.

2. Ільїн К.П. Способи визначення ваги вантажів / К.П. Ільїн, Ф.А. Пладис та ін. // ВНІЖТ: праці. – 1961. – Вип. 215.

УДК 851.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МІНІ-ТЕЦ

В. С. Борин, М.В.Марунчак

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

Сьогодні перед більшістю країн, зокрема Україною, постає завдання економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Це зумовлено, перш за все, зменшенням запасів органічного пального, що, в свою чергу, призводить до підвищення його вартості та виникнення перебоїв у постачанні пального, теплової та електричної енергії для окремих регіонів і споживачів.

Одним з найбільш перспективних рішень цієї проблеми є розвиток малої енергетики. В особливості, великий потенціал має процес спільного вироблення електричної і теплової енергії — когенерація, яка, крім того, сприяє розвитку економіки країни.

Міні-ТЕЦ можуть бути використані як основне або резервне джерело електроенергії для комунального господарства, очисних споруд, промислових і сільськогосподарських підприємств, а також адміністративних і медичних установ. Вони можуть функціонувати як в автономному режимі, так і в тісній інтеграції з централізованими системами тепло- і електропостачання.

Ефективне енергопостачання агрокомплексів може бути побудовано на базі газопоршневих генераторних установок (ГПУ), що працюють в когенераційних режимі за схемою, представленої на рис 1.



Рисунок 1 - Загальна схема енергозабезпечення парника

Програмне забезпечення верхнього рівня системи автоматизації представлено у вигляді SCADA-програми. SCADA-програма включає наступні розроблені вікна: головна мнемосхема, вікно тривоги, вікна регулювання технологічними параметрами.

Після запуску SCADA-програми перед користувачем з'являється вікно мнемосхеми, яке має кнопки тривоги та регулювання технологічними параметрами. Для переходу на дані вікна необхідно натиснути відповідну кнопку.

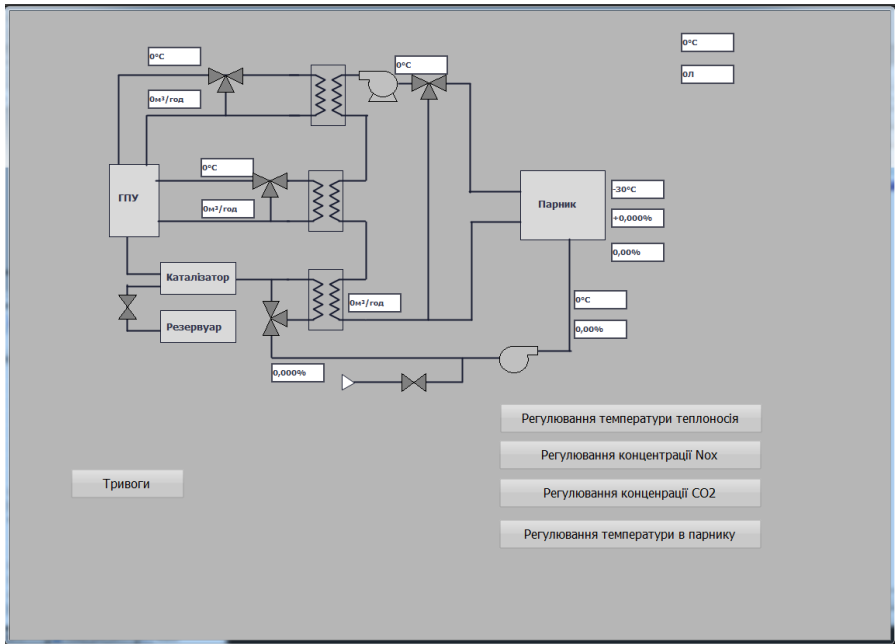


Рисунок 2 - Вікно мнемосхеми

Розроблено адаптивний ПІД-регулятор на основі нечіткої логіки. На вхід блоку нечіткої логіки подаються сигнал помилки та швидкість зміни помилки. Виходи сигналів для параметрів регулювання ПІД-регулятора формуються на основі цих сигналів відповідно до бази правил. Далі сигнали параметрів регулювання передаються в ПІД-регулятор.

Перехідна характеристика, отримана за допомогою адаптивного регулятора, порівнювалася з характеристиками ПІД-регулятора, параметри якого були розраховані за методом амплітудно-частотної характеристики (МАЧХ).

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що адаптивний ПІД-регулятор з нечіткою логікою (Fuzzy) демонструє меншу чутливість до змін параметрів об'єкта. Показники якості в ПІД-регуляторі, розрахованому за МАЧХ, варіювалися в залежності від параметрів об'єкта, при цьому динамічна похибка коливалася в межах від 0,098 до 0,28 для каналу завдання виходу. Водночас в адаптивному регуляторі динамічна похибка не перевищувала 0,063.

Також було розроблено технічне та програмне забезпечення для даного проекту. Основою нижнього рівня системи автоматизації є контролер Siemens S7-300, програмування якого здійснюється за допомогою системи SIMATIC STEP 7. Програмне забезпечення верхнього рівня системи автоматизації реалізоване у вигляді SCADA-програми, що включає розроблені вікна: головну мнемосхему, вікно тривоги та вікна для регулювання технологічними параметрами.

УДК 851.5

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ РІДИНИ

В. С. Борин, А. М. Ксенофонтов

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

Вимірювання густини має велике значення на підприємствах нафтової та газової галузей, оскільки цей фізичний параметр речовини може надати цінну інформацію про стан і параметри технологічних процесів. Густина використовується для визначення складу та фізичних властивостей досліджуваної продукції, що робить її важливою для кількісного обліку продукції компаній нафтогазової промисловості.

Існує безліч типів густиномірів, що працюють на різних принципах, проте кожен із них має певні недоліки, серед яких недостатньо високі метрологічні характеристики, великі габарити та маса, недостатній рівень надійності, складність в установці та обслуговуванні. Найбільшого поширення набули вібраційні проточні густиноміри завдяки своїм перевагам у точності та надійності вимірювань.

До теперішнього часу накопичено значний досвід у розробці та дослідженні обладнання різних конструкцій для вимірювання густини рідини в динамічному режимі, без необхідності зупинки робочої системи. Робота таких приладів заснована на вібраційно-резонансному принципі, що забезпечує їхню ефективність.

Таке обладнання успішно використовується в автоматизованих системах обліку нафти та нафтопродуктів під час збору, транспортування і переробки, а також для контролю якості. При контролі параметрів водних об'єктів вимірювання густини рідини дозволяє визначити концентрацію розчинених речовин, що має велике значення для екологічного моніторингу.

Автоматичні прилади для вимірювання густини є важливими елементами комплексної автоматизації багатьох промислових процесів. Безперервний контроль густини потрібен для ефективної роботи абсорберів, дистиляційних, ректифікаційних та інших апаратів.

З постійним розвитком конструкцій і підвищенням робочих можливостей вимоги до густиномірів зростають. Серед ключових вимог виділяються широкий діапазон вимірювань, висока точність, оптимальна вартість, якість виготовлення, простота конструкції та зручність використання.

У системі Matlab побудовано перехідну функцію (рис.1).

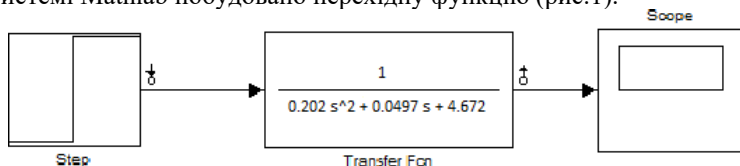


Рисунок 1 - Модель перехідного процесу

Проведено огляд та аналіз методів вимірювання густини рідини. Зроблено опис конструкції та роботи густиноміра. Побудовано фазо частотну характеристику для спирту з густиною $\rho=810\text{кг/м}^3$ зображена на рис.2.

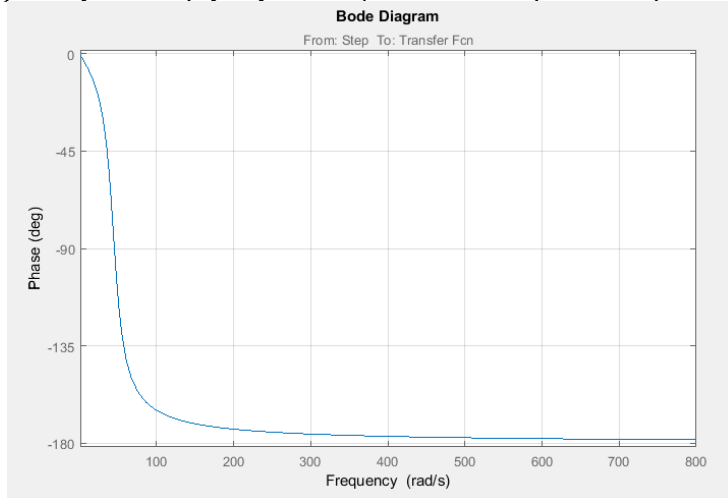


Рисунок 2 - Фазова частотна характеристика досліджуваної ланки

Розроблена та досліджена математична модель вібраційного густиноміра. В результаті дослідження математичної моделі було визначено характеристики системи, такі як тривалість перехідного процесу, величину та час перегулювання, час встановлення робочого режиму та час заспокоєння збурення системи, величину смуги пропускання, резонансну частоту, зсув фаз.

УДК 851.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ПРИРОДНИХ І ПОПУТНИХ НАФТОВИХ ГАЗІВ

В. С. Борин, Є. В. Іванець

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

Промислова підготовка природного та попутного нафтового газу для видалення вологи та конденсату базується на використанні трьох основних технологічних процесів: низькотемпературної сепарації (НТС), абсорбційного та адсорбційного осушування. Вибір конкретного методу залежить від умов експлуатації кожного газового родовища.

Для видалення вологи на газових родовищах широко використовуються абсорбційне та адсорбційне осушування. У разі наявності в газі конденсату, особливо в умовах північних газоконденсатних родовищ, часто застосовується

низькотемпературна сепарація (НТС), що дозволяє ефективно видаляти конденсат із газового потоку. Якщо вміст конденсату перевищує $100 \text{ см}^3/\text{м}^3$, додатково може використовуватися низькотемпературна абсорбція (НТА).

У випадках, коли газ містить підвищені концентрації сірководню та вуглекислого газу (так звані "кислі домішки"), для його підготовки необхідно здійснити очищення від цих компонентів на спеціалізованих установках. Для великих родовищ це очищення проводиться на газопереробних заводах (ГПЗ). Такий підхід забезпечує необхідну якість газу та відповідає вимогам до безпеки та експлуатаційної надійності газових систем.

Основними технологічними способами підготовки газу до транспортування на газових і газоконденсатних родовищах є процеси сепарації. Принцип дії цих процесів ґрунтується на зміні фазових співвідношень у газоконденсатних сумішах при зміні параметрів системи, таких як тиск і температура.

Зниження температури газу при постійному тиску призводить до переходу частини вуглеводнів у рідку фазу, оскільки їх константи рівноваги зменшуються при зниженні температури. Ступінь конденсації компонентів, таким чином, є обернено пропорційним значенням їх констант рівноваги.

Вплив тиску на ступінь конденсації як суміші загалом, так і окремих компонентів, є неоднозначним і залежить від індивідуальних властивостей компонентів. Це пов'язано із залежністю констант рівноваги компонентів природного газу від тиску, що впливає на їх здатність переходити з газової фази у рідку.

Низькотемпературна сепарація є процесом отримання рідких вуглеводнів із газових сумішей шляхом однократної конденсації при знижених температурах. Після цього відбувається розділення рівноважних газової та рідинної фаз, що дозволяє ефективно вилучати рідкі компоненти з газового потоку та підвищувати його якість для подальшого транспортування.

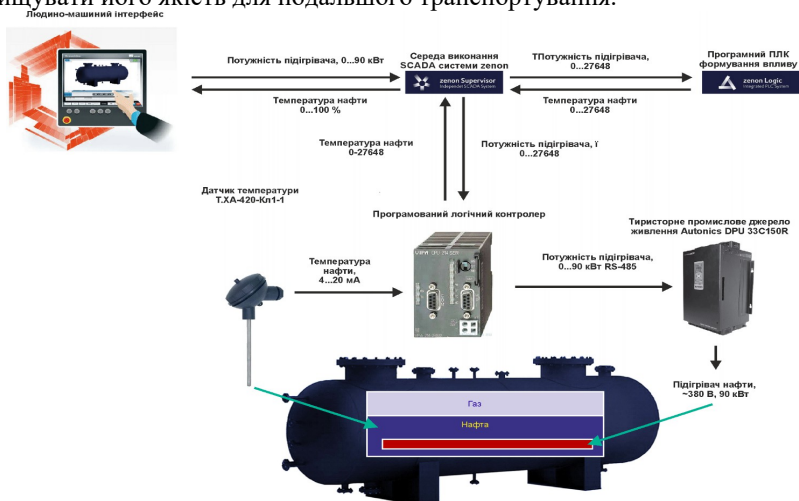


Рисунок 1 - Структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи

Візуалізація процесу керування здійснюється за допомогою персонального комп'ютера з використанням SCADA-системи Zenon. Така підсистема не лише забезпечує функції керування, але й дозволяє виконувати функції дослідження об'єкта, що досягається шляхом використання дослідницького програмного забезпечення.

На основі цього розроблена структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи, яка зображена на рисунку 1. Відповідно до цієї схеми, система дослідження здатна формувати керуючий вплив, який представлений потужністю електричного підігрівача нафти. Нагрів нафти в сепараторі здійснюється за рахунок зміни потужності підігрівача в межах діапазону від 0 до 90 кВт (0–100%). Номінальна температура нафти в сепараторі визначається технологічними вимогами і повинна перебувати в межах від 35 до 65 °С.

УДК 851.5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ІНЕРЦІЙНИМИ КАНАЛАМИ ЕНЕРГОБЛОКУ ТЕПЛОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ДВОКАНАЛЬНОГО НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА

В. С. Борин, В. І. Головчак

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

Одним із важливих технологічних параметрів, що характеризують якість функціонування котлоагрегату, є температура первинної ("гострої") пари на виході з котла. Цей параметр має ключове значення для забезпечення надійності та економічної ефективності роботи парової турбіни і енергоблоку в цілому. Підтримання стабільної температури "гострої" пари покладається на систему автоматичного регулювання первинного перегріву.

Найбільш ефективним та простим способом забезпечення точності регулювання є підтримання температури пари шляхом використання пароохолоджувачів. У загальноприйнятій схемі автоматичного регулювання температури первинної пари регулятор отримує основний сигнал відхилення температури на виході конвективного перегрівника пари (КПП II) і впливає на витрату води для впорскування. Додатковий сигнал формується пропорційно до швидкості зміни температури в проміжній точці (безпосередньо після впорскування), при цьому використовується реально-диференціююча ланка як диференціатор. У сталому режимі роботи додатковий сигнал стає нульовим, забезпечуючи стабільність температурного режиму.

Проведене порівняння (рис. 2) ПІЛ-моделювання з системою на базі двоканального нечіткого контролера, побудованого за допомогою програмного пакету Fuzzy Logic Toolbox в Matlab.

Як видно з рис. 2, перехідні процеси за обом каналами практично співпадають, похибка не перевищує 3.7%.

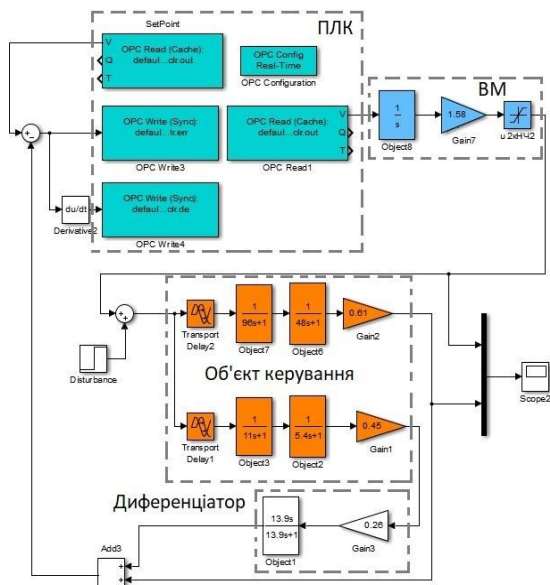


Рисунок 1 - Модель імітаційного моделювання Matlab/Simulink

Це свідчить проточністьреалізації алгоритму нечіткого виводу в промисловому контролері. Відмінність в сигналах керування пояснюється методом дефазифікації – в контролері використовується наближення методу центру ваги, яке характеризується обмеженою кількістю точок на діапазоні вихідної змінної.

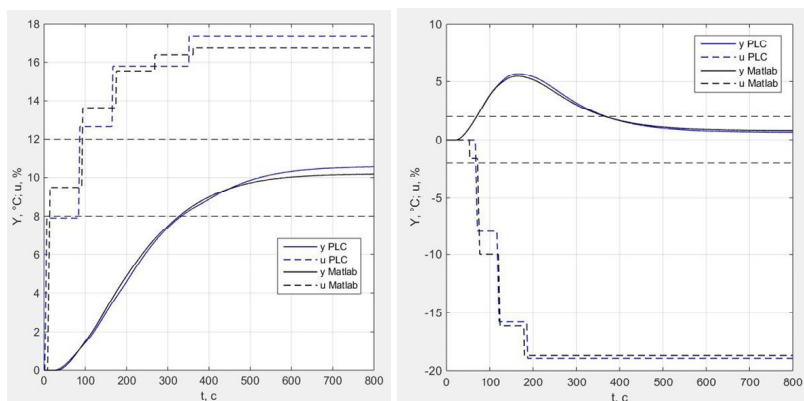


Рисунок 2 - Порівняння роботи апаратного ПЛК з моделлю в Matlab, а–завдання, б–збурення, у–змінна, що регулюється, u–сигнал керування

В даному прикладі діапазон тривалості імпульсу розбитий на 120 проміжків, а діапазон тривалості пауз розбитий на 270 проміжків.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ NATIVE FEDERATION ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ІНТЕРФЕЙСУ ТЕСТОВОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

О. Ю. Филищук, Ю. В. Безгачнюк, Л. О. Штаєр

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, lidia.shtaiер@nuing.edu.ua

Питання проведення якісного контролю знань здобувачів є надзвичайно важливим для кожного закладу освіти. Ефективний процес тестування дозволяє забезпечити високу якість освіти, відстежувати прогрес слухачів та вчасно виявляти проблемні сторони навчання. До переваг використання систем контролю знань можна віднести спрощення процесу проведення тестувань, скорочення часу на підготовку та проведення тестування, зменшення суб'єктивності оцінювання та забезпечення швидкого зворотнього зв'язку (здобувач — ментор/викладач). Використання таких систем дозволяє зберігати та аналізувати результати тестувань, що сприяє глибокому розумінню освітнього процесу та прийняттю обґрунтованих рішень щодо його покращення. Враховуючи вище наведене, питання актуальності розробки тестових систем контролю знань не виникає, а завдяки інтуїтивно зрозумілим інтерфейсам, доступним на різних пристроях (включаючи мобільні телефони) процес проведення тестування стає доступнішим.

Метою роботи є розроблення інтерфейсу тестової системи контролю знань з використанням підходу “micro frontends”. Вказаний підхід до розробки інтерфейсу додатку розбиває великий монолітний додаток на менші, незалежні модулі (micro frontends). Кожен такий модуль відповідає за певну функціональність і може бути розроблений, розгорнутий та оновлений окремо від інших частин додатка (рис.1).



Рисунок 1 - Архітектура мікросервісного додатку

Розроблення інтерфейсу тестової системи контролю знань реалізовано з використанням Angular 17. Використання підходу Native Federation (на етапі компіляції та під час виконання) дозволяє різним скриптам (micro frontends) спільно використовувати залежності та експортувати / імпортувати компоненти між собою за допомогою механізмів, які вбудовані в сучасні браузері. Особливостями Native Federation є [1]: модель Module Federation; незалежність від інструментів складання, таких як Webpack, та фреймворків; використання

importmaps і ECMAScript-модулів (ESM); просте налаштування; висока швидкість. Native Federation працює за наступною моделлю:

- remote (віддалений): окремо побудований і розгорнутий додаток. Він може експортувати ESM, який можна завантажити в інші додатки;
- host (хост): завантажує один або кілька віддалених додатків на вимогу. З точки зору фреймворку, це виглядає як традиційне lazy loading (“ледаче завантаження”). Хост не знає про віддалені додатки на етапі компіляції;
- спільні залежності: якщо кілька віддалених додатків і хост використовують одну й ту саму бібліотеку є можливість визначити спільні залежності, завантажувати їх тільки один раз і використовувати спільно під час виконання.

При проєктуванні інтерфейсу тестової системи контролю знань враховано варіанти використання системи, описані в [2], та дані, одержані з розробленого API. Структура наведена на рис. 2.

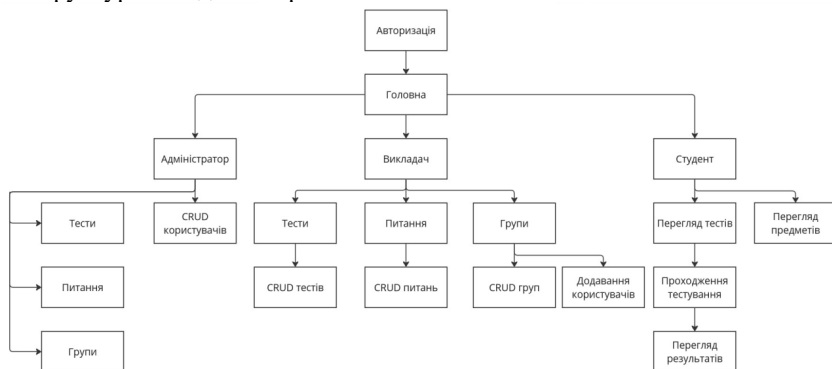


Рисунок 2 - Загальна структура тестової системи

Розроблена система володіє зручним та простим у використанні інтерфейсом: реалізовано можливість логування та реєстрації користувачів; викладачам надано доступ до інструментів для створення та оцінювання тестів, адміністраторам - до функцій управління користувачами. Архітектура системи включає концепцію мікросервісів з застосуванням підходу Native Federation, що сприяє інтеграції різних сервісів у єдину платформу.

Літературні джерела

1 Rappi F. (2024). Micro Frontends with Native Federation. URL: <https://dev.to/florianrappi/micro-frontends-with-native-federation-56j4>.

2 Безгачнюк, Ю., Служинська, Т., Штаєр, Л. (2024). Проєктування API тестової системи контролю знань. Modern Problems of Science and Technology: Prospects for Further Development : Collection of abstracts of XXXVII International scientific and practical conference (September 4-6, 2024), Bergen, Norway. International Scientific Unity. Pp. 74-78. URL: <https://isu-conference.com/arkhiv/modern-problems-of-science-and-technology-prospects-for-further-development/>.

УДК 004

ЗАСТОСУВАННЯ ОЦІНОК ІНФОРМАЦІОЇ ЕНТРОПІЇ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ФРАГМЕНТІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ*Томашівський Р. П., Лацик Н. С.**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, rtomashivsky@gmail.com*

Виділення інформативної частини сигналів за наявності шумів найчастіше реалізується на основі методів кореляційного аналізу. Проте такий підхід є ефективним коли форма очікуваного сигналу наперед відома, тобто необхідно мати еталонний взірць чи взірці сигналів для проведення операцій кореляції чи згортки.

На практиці зустрічаються інформаційні джерела, що практично не дозволяють отримати еталонну форму контрольованого процесу, що ускладнює залучення кореляційних методів. Традиційно опрацювання таких сигналів реалізується на основі попереднього опрацювання з метою усунення чи мінімізації сторонніх впливів, зокрема методи спектрального аналізу, які дозволяють виділи частотний діапазон досліджуваного сигналу, а також спектральні смуги за якими можна провести дослідження його характеристик. Однак згадані підходи не дозволяють опрацьовувати форму сигналів, зокрема у випадку наявності спотворень, шумів з частотним спектром, що перекриває частотний спектр вимірювального сигналу.

Традиційно реалізуються алгоритми попереднього опрацювання згаданих вище сигналів. Зокрема перетворення амплітудних реалізацій у статистичні, зокрема ентропійні, оцінки. Крім того необхідно розглянути вплив відповідних параметрів, які використовуються для конкретної обчислювальної реалізації задіяного методу статистичного представлення.

Об'єктом дослідження є статистичні, зокрема ентропійні, характеристики джерел вимірювальних сигналів спотворених шумами а підтвердження доцільності їх застосування при попередньому опрацюванні - метою дослідження. В ході дослідження проведено ряд експериментів за результатами яких сформовано ряд акустичних реалізацій вимірювальних сигналів. При записі було використано акустичний перетворювач, який забезпечував формування аналогових сигналів, які в подальшому оцифровувались 16-ти розрядним аналого-цифровим перетворювачем з частотою дискретизації 44,1кГц. В ході дослідження проведено аналіз впливу інтенсивності адитивних шумів, які накладались на інформаційний сигнал, на точність визначення його початкової фази. В результаті показано, що величина відхилення коливається в межах від 1% до 7% від тривалості одного фрагменту такого сигналу і залежить від його форми та кореляційних властивостей еталону.

З врахуванням того, що формування статистичних оцінок ґрунтується на опрацюванні деякої множини відліків, в нашому випадку дискретних реалізацій сигналу, що відтворює процес, то виникає потреба дослідження впливу величини зміщення початку відліку (формування вибірки) до початку

інформативної частини сигналу – синхронізації. Узагальнені результати такого дослідження для різних сигналів подано на рис.1.

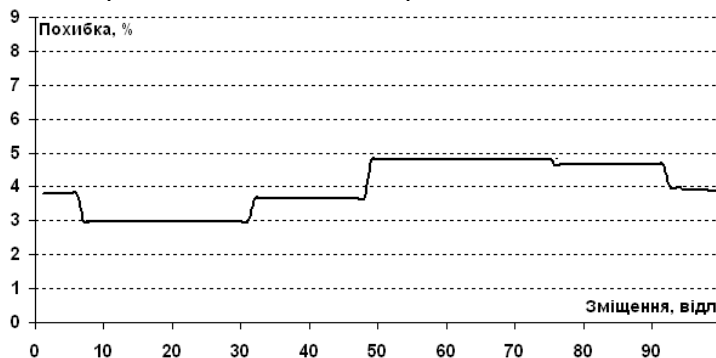


Рисунок 1 - Зміна похибки визначення початкової фази вимірювального сигналу від моменту початку формування вибірки

Представлення і подальше опрацювання ентропійної характеристики сигналів практично на потребує реалізації додаткових алгоритмів для забезпечення синхронізації на початку інформативної частини сигналу. Слід зазначити, що величина похибки при різних зміщеннях не перевищує 8%.

За отриманими результатами слід зазначити, що використання оцінок інформаційної ентропії, на етапі попереднього опрацювання, дозволяє ефективно виділяти вимірювальний сигнал з потоку даних, при чому розмір вибірки безпосередньо впливає на ефективність кореляційного опрацювання вимірюваних амплітудно-часові реалізації таких сигналів. Таким чином при реалізації алгоритмів опрацювання на основі оцінок інформаційної ентропії сигналів спотворених шумами доцільно використовувати, крім того не слід ігнорувати інші статистичні характеристики, що може зменшити апаратні та обчислювальні затрати.

Літературні джерела

1. Козленко М. І., Мельничук С. І. Формування та обробка широкосмугових сигналів на основі випадкових процесів зі змінною ентропією розподілу імовірностей станів // Наукові вісті інституту менеджменту та економіки "Галицька академія".—2006.-№1(9).—Ів.-Франківськ, 2006.—С. 28-31.
2. Melnychuk S.I., Lazarovych I.M. Use of estimates information entropy when processing implementations of broadband acoustic diagnostic signals, Herald of Khmelnytskyi national university, vol. 1, Jan., pp. 6-10, 2017.
3. L. Nikolaychuk, O. Chehodar Problems in Creation of Information Systems of Legal Knowledge and Estimation of Entropy of Legal Information Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science Feb., pp. 444-445, 2006.

ІНФОРМАЦІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ ДЖЕРЕЛ НА ОСНОВІ ЦИКЛІЧНИХ М-ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Маліновський Р.В., Красняк Р.Т.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, ruslan.malinovskyi-a12322@nuing.edu.ua

Джерела інформації, які представляють параметри витрати енергоносіїв, традиційно формують імпульсний сигнал. Однак необхідність передавання цифрового представлення агрегованих даних перетворювачів інформації каналами зв'язку на значні відстані в умовах промислових завод зумовлює необхідність перекодування чи використання іншого числового базису.

Широке застосування отримали двійкові коди, базис Радемахера, розрядно-позиційні коди з базису Хаара тощо. Перевагами використання згаданих базисів є відносно нескладна реалізація їх декодування а до недоліків слід віднести: надлишковість кодів, низька стійкість до завод і спотворень, необхідність реалізації пакетного передавання інформації, що у свою чергу ставить підвищені вимоги до якості комунікаційних каналів, знижує швидкість передавання даних, ускладнює апаратну та програмну реалізацію.

Якщо взяти, як приклад, лічильники води, електроенергії, газу тощо то слід зауважити, що контрольована величина представляється шляхом формування одиничного імпульсу U_i (біту в унітарному базисі) а інтегральне значення визначається як сума всіх попередньо прийнятих біт: $Q = \sum_{i=1}^n U_i$, де n – кількість попередньо прийнятих імпульсів.

До недоліків такого методу кодування даних потокових джерел інформації є відсутність захисту від спотворень та імпульсних завод, що призводить до вставок або випадань одиничних імпульсів, що представляють контрольований параметр.

В базисі Радемахера значення контрольованої величини є інтегральним і передається в бінарному представленні, який в подальшому декодується у відповідне числове значення: $Q = f(R_i)$, де R_i – інформаційний пакет фіксованого розміру, зазвичай кратний восьми.

До недоліків такого методу кодування даних можна віднести необхідність пакетного передавання даних, що зумовлює пересилку надлишкової інформації і, як наслідок, збільшує завантаженість каналу обміну даними.

Не так часто використовують представлення контрольованого параметру на основі циклічних М-последовностей, частковим випадком якого може бути базис Галуа. Суттєвою перевагою такого кодування є те, що згаданий базис дозволяє представити зміну контрольованої величини за допомогою одного бінарного символу, що схоже до унітарного базису а от інтегральне значення визначається декодуванням n попередньо прийнятих біт. $Q = f(G[l[n]])$, де n – розмір в бітах ключа М-последовності.

До недоліків такого методу кодування імпульсних даних можна віднести необхідність зчитування пакету даних, що зумовлює часову затримку при

декодуванні однак приводить до пересилки надлишкової інформації і, як наслідок, не збільшує завантаженість каналу обміну даними.

Оцінювання ефективності використання описаних методів кодування даних імпульсних джерел інформації можна здійснити шляхом порівнювання розмірів інформаційних пакетів для базисів унітарних функцій $L_{(U)}$, Радемахера $L_{(R)}$ та Галуа $L_{(G)}$, де n – максимальне число імпульсів джерела даних, B_s – число старто-стопових біт. Результати порівняння подано нижче.

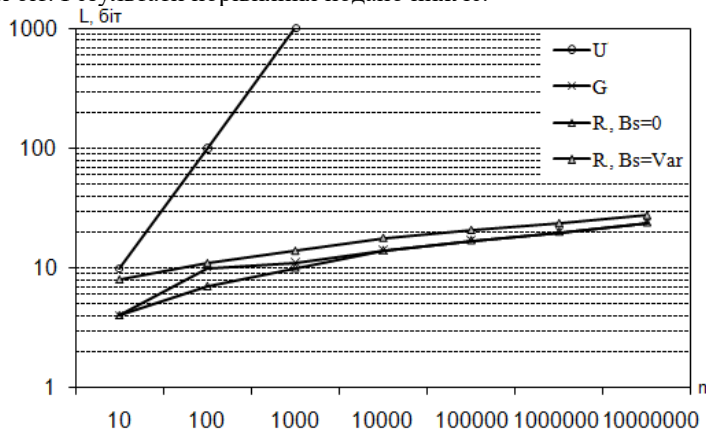


Рисунок 1 - Зміна розміру інформаційних пакетів від числа сформованих імпульсів джерела даних

З огляду на подані результати доцільно відзначити, що метод кодування даних на основі циклічних М-последовностей забезпечує найменший обсяг інформаційних пакетів (сумірний з кодами унітарного базису), а властивість рекурентності можна використати для компактного кодування, що дозволить підвищити стійкість до спотворення завадами каналного рівня.

Літературні джерела

1. Thapa P. (2016). Measurement and Control system in oil gas industry. Centre for Risk, Integrity and Safety Engineering (C-RISE) Faculty of Engineering & Applied Science Memorial University, St John's, NL, A1B 3X5, Canada. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.researchgate.net/publication/311949744>.
2. Пат. 81017 Україна, МПК(2006) H04B 1/69. Спосіб передавання та приймання інформації / Мельничук С. І., Козленко М. І. (Україна). – заявка № а 2005 08893; заявл. 19.09.2005; опубл. 26.11.2007, Бюл. № 19.
3. Manulyak, I., Melnychuk, S., Voronich, A., & Nykolaychuk L. (2018). Special processor of information entropy estimates calculation of fixed-size signals binary realizations. Proceedings of the XIV International Conference Perspective Technologies and Methods in MEMS Design, 18-22 April. Lviv. 200-203.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ СХОЖОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ*В. В. Хома, Т. Г. Гарасимів**Івано-Франківський технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76019, e-mail: tarikksm@gmail.com*

Актуальність дослідження полягає в необхідності розвитку технологій для виявлення схожості зображень, які мають широке застосування від цифрової обробки медіа до систем безпеки та інтелектуального аналізу даних. Сучасний ринок вимагає більш вдосконалених рішень для точного та ефективного порівняння та аналізу візуальних даних.

Мета і задачі дослідження – розробити метод для виявлення схожості зображень, яке забезпечує високу точність та ефективність у виявленні та порівнянні візуальних даних.

Новизна одержаних результатів – представлений новий метод виявлення схожості зображень, який інтегрує передові алгоритми виявлення ключових точок, техніки глибокого навчання та інноваційні підходи до кластеризації даних для підвищення точності та швидкості обробки зображень.

Відповідно до вищезазначених проблем та інтересів зацікавлених сторін, можна визначити основні характеристики кінцевого продукту.

Розроблений програмний продукт втілює алгоритм для виявлення схожості зображень, заснований на комбінації різних підходів, включаючи методи на основі ключових точок, кластеризації, та ефективного індексування. Значна увага приділяється розвитку методів, що дозволяють більш точно виділяти характеристики зображень, забезпечуючи високу точність у виявленні схожості.

Програмний продукт розроблений з урахуванням принципів модульності та розширюваності, забезпечуючи його адаптивність для різних сценаріїв використання. Система поділена на взаємозалежні модулі, кожен з яких виконує специфічні завдання, що сприяє легкості модифікації та оновлення.

Однією з ключових особливостей системи є інтеграція алгоритмів машинного навчання та ефективне індексування за допомогою Redis, яке забезпечує швидку обробку великих наборів даних. Також включено методику "bag-of-visual-words" (BoVW) для трансформації складних візуальних особливостей у спрощені форми.

Система також оснащена гнучкими методами оцінки ефективності, що дозволяє точно визначати якість результатів пошуку зображень. Це включає як стандартні, так і спеціальні методи оцінки, надаючи користувачам повну картину продуктивності системи.

В результаті аналізу зацікавлених сторін було встановлено, що потенційними клієнтами проєкту можна вважати компанії електронної комерції, платформи соціальних мереж та компанії з управління цифровими активами. Для потенційних клієнтів будуть реалізовані такі вимоги, як: цілодобовий доступ, висока точність результатів, низька вартість. Для

державних структур, в даному випадку для правоохоронних органів необхідно також забезпечити високу надійність та захист персональних даних.

Враховуючи ці дані, можна зробити висновок, що розроблюваний метод є найбільш оптимальним з точки зору співвідношення швидкості та точності. Цей метод може бути найкращим вибором для завдань, де потрібна висока точність у поєднанні з швидкою обробкою. CNN також показує дуже добрі результати і може бути віддано перевагу, якщо потрібні подібні характеристики. Інші методи, як SIFT та BRIEF, забезпечують баланс між швидкістю та точністю і можуть бути кращим вибором для специфічних сценаріїв застосування. У випадках, коли необхідно надзвичайно швидку обробку зображень, методи з нижчою точністю, але вищою швидкістю, як FAST, можуть бути прийнятними. Однак, якщо пріоритетом є точність, то повільніші методи з високою точністю, такі як SIFT, можуть бути більш доцільними. ORB, зі своїми показниками, може бути корисним у ситуаціях, де не висуваються найвищі вимоги до точності, але потрібна більша швидкість обробки, ніж пропонують SIFT і BRIEF. Перцептивне хешування здається менш ефективним у порівнянні з іншими розглянутими методами, але воно може знайти своє застосування в ситуаціях, де вимоги до точності не є високими, або де важливішими є інші фактори, такі як стійкість до помилок або специфічні типи зображень.

Таблиця 11.1 – Порівняння з існуючими методами

Метод	Середня швидкість обробки зображення (мс)	Точність (%)
Розроблюваний метод	45	97,5
SIFT	64	95
SURF	120	88
FAST	100	89
BRIEF	60	91
ORB	70	83
Perceptual hashing	130	77
CNN	50	96

Літературні джерела

1. Gonzalez R. C. Digital image processing. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J : Prentice Hall, 2008. 954 p.
2. Lowe D. G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. International journal of computer vision. 2004. Vol. 60, no. 2. P. 91–110. URL: <https://doi.org/10.1023/b:visi.0000029664.99615.94> (дата звернення: 05.09.2024).
3. Speeded-Up robust features (SURF) / H. Bay et al. Computer vision and image understanding. 2008. Vol. 110, no. 3. P. 346–359. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2007.09.014> (дата звернення: 03.09.2024).

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Возний І. І., Івасюк С. Л.

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

Комп'ютерні мережі передачі даних є основою сучасних інформаційних систем. Їх ефективність та надійність значною мірою залежать від сукупності характеристик, які дозволяють оцінити продуктивність і функціональні можливості мережі. Ці характеристики поділяються на глобальні та локальні, що відображають як загальні параметри мережі, так і показники окремих її елементів. Розуміння цих показників є важливим для оптимізації роботи мереж і підвищення якості надання інформаційних послуг.

Продуктивність мережі залежить, в першу чергу, від продуктивності окремих її елементів. Для оцінки продуктивності комп'ютерної мережі в цілому використовується наступна сукупність показників:

- продуктивність мережі передачі даних, яка вимірюється числом повідомлень (пакетів, кадрів, біт) переданих по мережі за одиницю часу;
- продуктивність засобів обробки даних, що представляє собою сумарну продуктивність всіх засобів обчислювальної техніки (ПК і систем), що входять до складу мережі.

Характеристики оперативності описують затримки, що виникають при передачі та обробці даних в мережі. Для оцінки оперативності мережі в цілому використовуються наступні показники: час доставки пакетів, час відгуку.

Час доставки (час затримки) пакетів характеризує ефективність організації передачі даних в обчислювальній мережі і являє собою інтервал часу, вимірюваний від моменту надходження пакету або повідомлення в мережу до моменту отримання пакета адресатом. У загальному випадку, час затримки – величина випадкова, що обумовлено випадковим характером процесів надходження і передачі даних в мережі.

У комп'ютерних мережах звичайно час доставки задається середнім значенням T , на котре може накладатися обмеження $T < T^*$ залежно від типу переданих даних.

При передачі мультимедійних даних крім середнього значення часу доставки пакетів важливою характеристикою є варіація або джиттер затримки, що представляє собою середньоквадратичне відхилення часу затримки різних пакетів.

Час відгуку, як і час затримки, – величина випадкова і може задаватися середнім значенням U або у вигляді ймовірності $P(t_u < U^*)$ неперевищення деякого заданого значення U^* .

В якості локальних характеристик комп'ютерних мереж можуть використовуватися дослідження найрізноманітніші показники ефективності.

Локальні характеристики описують ефективність функціонування:

- вузлів і каналів зв'язку;
- окремих сегментів мережі;
- вузлів обробки даних: обчислювальної системи та її підсистем.

Локальні характеристики можуть бути розбиті на дві групи: часові та безрозмірні. До часових характеристик відносяться:

- час доставки (затримки) пакетів при передачі між сусідніми вузлами мережі;
- час очікування передачі даних у вузлах мережі або звільнення ресурсів (сервера);
- час перебування даних в різних вузлах, пристроях або підсистемах.

До безрозмірних характеристик відносяться:

- число пакетів, що знаходяться в буферній пам'яті вузлів (маршрутизаторів, комутаторів);
- коефіцієнти завантажень вузлів, каналів зв'язку й пристроїв і т.д.

Коефіцієнт завантаження або просто завантаження пристрою ρ це частка часу, протягом якого пристрій працює:

$$\rho = \frac{t}{T},$$

де t – час, протягом якого пристрій працював; T – час спостереження. Завантаження ρ характеризує ступінь використання пристрою і часто називається коефіцієнтом використання пристрою. Оскільки $0 < \rho < 1$, то завантаження може трактуватися як ймовірність того, що в будь-який момент часу пристрій працює. Величина $\eta = 1 - \rho$ називається коефіцієнтом простою пристрою і характеризує частку часу, протягом якого пристрій не працює (простоює).

Отже, комп'ютерні мережі характеризуються різноманітними показниками, які дозволяють оцінити їх продуктивність та оперативність. Глобальні характеристики відображають загальний стан мережі, а локальні – ефективність окремих її елементів. Важливими є параметри часу доставки даних, часу відгуку та коефіцієнти завантаження пристроїв. Аналіз цих показників допомагає підвищити ефективність роботи мережі, забезпечуючи її стабільне функціонування в умовах різних навантажень.

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 08.10.2024 р.)*

Підписано до друку 09.10.24 р. Формат 60х84_{1/16}.
Папір офсетний
Ум. друк. арк. 16,3. Наклад 150 прим. Зам. № 8.

