

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

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

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

**1-3 листопада 2023 року
м. Дніпро, Україна**

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**Голова:**

Сухий К.М. д.т.н., професор

Заступники голови:

Зеленцов Д.Г. д.т.н., професор
Палагін О.В. академік НАН України, д.т.н., професор

Члени організаційного комітету:

Зайчук О.В. д.т.н., професор
Харченко О.В. д.х.н., професор

Програмний комітет:

Andrianov A.I. Professor, Dr. Tech. Sc.
Mamedov A.T. Professor, Dr. Tech. Sc.
Milenin A. Professor, Dr. Hab. inž.
Sadigov A.B. Professor, Dr. Tech. Sc.
Todorov M. Professor, Dr. Tech. Sc.
Zilinskas J. Professor, Dr. (HP)
Алексєєв М.О. д.т.н., професор
Аушева Н.М. д.т.н., професор
Бомба А.Я. д.т.н., професор
Гнатушенко В.В. д.т.н., професор
Корсун В.І. д.т.н., професор
Косолап А.І. д.ф.-м.н., професор
Ляшенко В.П. д.т.н., професор
Мухін В.Є. д.т.н., професор
Нескородева Т.В. д.т.н., професор
Петренко М.Г. д.т.н., професор
Федоров Є.Є. д.т.н., професор
Федорович О.Є. д.т.н., професор
Чалий С.Ф. д.т.н., професор
Штовба С.Д. д.т.н., професор

КООРДИНАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Анісімов В.В. к.т.н., доцент
Осташко І.О. к.т.н.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ

МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ12

*Kairov A. S., Yarenko K. Yu.*MATHEMATICAL MODELING OF DYNAMIC DEFORMATION OF LAYERED
COMPOSITE CYLINDRICAL SHELLS UNDER LONGITUDINAL IMPULSE
LOADS.....13*Korotka L. I., Anisimov V. V.*OBJECT-ORIENTED APPROACH IN THE MODELING OF NONLINEAR
DYNAMIC SYSTEMS FOR SOFTWARE DEVELOPMENT15*Makarova L. M., Kaminsky S. S, Bryzgalov M. V.*SOFTWARE DESIGNED TO IDENTIFY MODIFICATIONS MADE TO
EXECUTABLE FILE CODE17*Choudhary N., Strelnikova E., Sierikva O.*COMPUTER SIMULATION OF FREE AND FORCED VIBRATION OF
COMPOUND FUEL TANKS.....19*Ostashko I. O., Nachovny I. I.*SIMULATION OF GAS DYNAMIC MODES OF OPERATION OF THE
GRINDING CHAMBER OF THE CENTRIFUGAL MILL.....20*Hlib Vokhmianin, Oleg Zhulkovskyi, Inna Zhulkovska, Illia Tykhonenko*

USING SIMD ARCHITECTURE IN COMPUTER MODELING TASKS22

*Аушева Н. М., Кардашов О. В.*ЗАСТОСУВАННЯ ГІПЕРКОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ
ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ24*Барташевська Ю. М.*МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....26*Берлов О. В., Губін О. І., Якубовська З. М.*МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ
НАСЛІДКІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ28*Біляєв М. М., Біляєва В. В., Козачина В. А.*ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ29*Біляєв М. М., Козачина В. В., Коваленко А. С.,**Чірков А. О., Чирва М. В.*МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНОСУ
ТА ГІДРОДИНАМІКИ30*Біляєва В. В., Машихіна П. Б., Форись С. М.*ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ
ПОВІТРЯ У ВИПАДКУ РАПТОВОЇ ЕМІСІЇ НА АЕС.....31*Бомба А. Я., Мороз І. П., Лістєв З. С.*СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В МАТЕМАТИЧНОМУ ТА ІНФОРМАЦІЙНОМУ
МОДЕЛЮВАННІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ Р-І-N-СТРУКТУР.....32

<i>Витвицький В. М., Витвицький Вл. М., Мікульонок І. О., Сокольський О. Л., Шилович Т. Б.</i>	
РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КОРПУСА ЕКСТРУДЕРА	34
<i>Витвицький В. М., Мікульонок І. О., Сокольський О. Л., Витвицький Вл. М.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИЦІЙНИХ ТРУБ.....	36
<i>Глухов Ю. П.</i>	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ШАРУВАТИХ КОНСТРУКЦІЯХ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ.....	38
<i>Грищак В. З., Грищак Д. В., Д'яченко Н. М., Санін А. Ф., Сухий К. М.</i>	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРИШАРОВОЇ ОБОЛОНКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ «КОНУС-ЦИЛІНДР» ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ЛОКАЛЬНИХ ТА ЗАГАЛЬНИХ ФОРМ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ.....	40
<i>Доманський І. В.</i>	
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ТЯГОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ СПІЛЬНО З ЕНЕРГОСИСТЕМАМИ, ЩО ЇХ ЖИВЛЯТЬ.....	42
<i>Кадильникова Т. М., Савчук І. В.</i>	
ВИБІР МОДЕЛІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	44
<i>Каіров О. С., Прокопчук О. І.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	46
<i>Книрик Н. Р., Михелев О. І.</i>	
АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ	48
<i>Кожура Р. О., Шапка І. В.</i>	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ	49
<i>Кунденко П. Р., Марзукі М. А., Гнатушенко Вік. В.</i>	
ІНТЕГРАЦІЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗМІН КЛІМАТИЧНИХ УМОВ	53
<i>Латанська Л. О., Дачев О. В.</i>	
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ТРУДОМІСТКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА CMS SHORIFY	54
<i>Латанська Л. О., Лисенко С. Ю.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ ПРИ ПОБУДОВІ МОДЕЛІ МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТІВ.....	55
<i>Латанська Л. О., Миронов І. В.</i>	
РАННЄ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ WEB-ЗАСТОСУНКІВ, РОЗРОБЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ PHP ФРЕЙМВОРКУ SLIM.....	56
<i>Макарова Л. М., Каіров В. О., Поліщук І. О.</i>	
НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РОЗРОБКИ WEB FRONTEND-ЗАСТОСУНКІВ.....	57

<i>Макарова Л. М., Маслов О. А.</i> НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОЕКТІВ 3D ІГОР НА РУШІІ UNITY.....	58
<i>Михайлова Т. Ф., Максименкова Ю. А.</i> ОПТИМАЛЬНЕ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗШИРЕННЯ ВИРОБНИЦТВА	59
<i>Приходько А. С.</i> ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ PHP ФРЕЙМВОРКІВ	61
<i>Прохоров О. В., Палагін В. І., Тимофєєв А. А.</i> ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ВОРОНКИ ПРОДАЖІВ ДЛЯ ІТ-БІЗНЕСУ.....	63
<i>Решетняк І. Л., Коломієць О. В., Горобець О. С, Стоян О. І.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДЕНСАЦІЙНОГО ЕКОНОМАЙЗЕРА ПРИ ЙОГО УСТАНОВЦІ ПЕРЕД КОТЛОМ ТВГ-4Р	65
<i>Решетняк І. Л., Коломієць О. В., Мішуровський О. А., Стоян О. І.</i> ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДЕНСАЦІЙНОГО ЕКОНОМАЙЗЕРА НА ЙОГО ТЕПЛОВУ РОБОТУ	67
<i>Русакова Т. І.</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД.....	69
<i>Сергєєв О. С., Ус С. А.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ЛОГІСТИКИ ЯК ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОЕТАПНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ	71
<i>Серікова О. М., Стрельнікова О. О., Крютченко Д. В.</i> ВПЛИВ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА РЕЗЕРВУАРИА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН	73
<i>Соколовська І. Є., Слободянюк А. М., Мись В. С.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЧАСТОК МАТЕРІАЛУ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ.....	74
<i>Соколовська І. Є., Слободянюк А. М.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІКИ ПОТОКІВ ТЕПЛОНОСІЯ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ.....	76
<i>Сторожук Є. А., Максимюк В. А., Чернишенко І. С.</i> ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНОГО СТАНУ КОМПОЗИТНИХ ОБОЛОНОК НУЛЬОВОЇ ГАУССОВОЇ КРИВИНИ З ПРЯМОКУТНИМ ОТВОРОМ.....	78
<i>Тараненко А. С., Трус І. М, Твердохліб М. М., Гомеля М. Д.</i> ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ.....	79
<i>Царьова В. В., Клімов Р. О.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ УТИЛІЗАТОРІВ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ КОТЕЛЬНИХ АГРЕГАТІВ	81

СЕКЦІЯ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ	83
<i>Pavlik G. V., Dotsenko N. V.</i>	
REPETITION-FREE ALGORITHMIC STRUCTURES	84
<i>Кабат О. С., Кочетков К. О., Мироненко В. О.</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	85
<i>Клімов Р. О., Анісімов Д. О.</i>	
ОПТИМАЛЬНІ РЕЖИМИ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУШАРКАХ	86
<i>Косолап А. І.</i>	
ПОРІВНЯЛЬНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ МЕТОДІВ ГЛОБАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ	87
<i>Косолап А. І., Троцило О. В., Петряєв В. Д.</i>	
ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ	89
<i>Лукашенко В. М., Педченко Л. Р., Ковальчук С. А., Лукашенко Г. А.</i>	
АНАЛІЗ ТАБЛИЧНО-АЛГОРИТМІЧНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІЙ У ДВІЙКОВО-КОДОВАНИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ	90
<i>Мазан Я. В., Боярінова Ю. Є.</i>	
СПОСІБ ПРОЄКТУВАННЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ВХІДНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ	92
<i>Резніченко О. В.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ'ЯТІ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	94
<i>Чернов Б. Р., Селівьорстова Т. В.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ C++ ТА PYTHON ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	95
<i>Шевцов Д. О., Чернецький Є. В.</i>	
ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ НАДІЙНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ	97

СЕКЦІЯ 3

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	98
<i>Берхмільер К. С., Хорошилов С. В.</i>	
РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ НА ВИРОБНИЧІЙ ЛІНІЇ	99
<i>Бешта Л. В., Соколова Н. О.</i>	
НЕЧІТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВУ	101
<i>Бутенко С. М., Жульковський О. О., Жульковська І. І.</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ФАБРИКИ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА МОДЕЛЕЙ	103
<i>Гаркуша І. М.</i>	
РОЗРОБКА АРІ WEB-СЕРВІСУ НАДАННЯ ТА ОБРОБКИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	105

<i>Гончаров О. Г., Гнатушенко Вік. В.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБІНАЦІЇ ТЕКСТУРНИХ ТА СПЕКТРАЛЬНИХ ОЗНАК.....	107
<i>Горбатюк М. В., Стельмашенко А. В.</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ В ІГРОВИЙ ПРОЦЕС	108
<i>Дорошенко Р. К., Прокопчук Ю. О.</i> КОГНІТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ АБСТРАКТНОГО МИСЛЕННЯ АВТОНОМНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПСЕВДОСУПУТНИКІВ.....	110
<i>Закурдай С. О.</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОТЯГОВИХ МЕРЕЖ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ	112
<i>Казимиренко О. В., Гнатушенко В. В.</i> НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУ ЗА ДАНИМИ АЕРОКОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ	114
<i>Луцик І. І., Луцик І. Б.</i> ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	115
<i>Любима О. П., Науменко Н. Ю.</i> СИСТЕМА МОНІТОРІНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ДЕВАЙСАМИ КОРИСТУВАЧІВ	117
<i>Макарченко В. С., Коротка Л. І.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	119
<i>Панасовський В. В., Науменко Н. Ю.</i> КЛАСИФІКАТОРИ ДАНИХ НА ОСНОВІ ДЕРЕВА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ..	122
<i>Перцев Ю. О., Коротка Л. І.</i> ПОРІВНЯННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ RNN ТА LSTM ТИПУ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ЦІН НА ФОНДОВОМУ РИНКУ	124
<i>Пивовар С. С., Коротка Л. І.</i> МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕК TENSORFLOW ТА KERAS.....	128
<i>Прокопчук Ю. О.</i> СИСТЕМО-КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ: АРХІТЕКТУРА КОГНІТИВНОГО РАДАРА НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	131
<i>Селютін Д. А., Яшина О. С.</i> СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ СТУДЕНТІВ.....	133
<i>Солдатенко Д. В., Гнатушенко Вік. В.</i> КОМБІНОВАНІ МЕТОДИ АУГМЕНТАЦІЇ ДАНИХ ЯК ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ CNN НЕЙРОМЕРЕЖ У ВИЯВЛЕННІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ	134
<i>Федоров Є. Є., Нечипоренко О. В., Карапетян А. Р., Нескородєва Т. В.</i> НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ЗАПАСІВ ТОВАРІВ НА СКЛАДІ	135

<i>Хіміч Є. В., Хорошилов С. В.</i>	
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЛАГІАТУ У МУЗИЧНИХ ТВОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ	137
<i>Царик В. Ю., Гнатушенко Вікт. В.</i>	
СЕМАНТИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ВЕБ-СТОРИНОК.....	139
<i>Штовба С. Д., Петричко М. В.</i>	
МЕТРИКА СХОЖОСТІ КАТЕГОРІАЛЬНИХ РОЗПОДІЛІВ ЗІ СПОРІДНЕНИМИ КАТЕГОРІЯМИ	140
<i>Богут О. М., Юскович-Жуковська В. І.</i>	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІТ-КОМПАНІЇ.....	142
<i>Шаповалова С. І., Софієнко А. Ю.</i>	
ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ТРЕНУВАЛЬНОМУ НАБОРІ ДАНИХ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛІВ ЗА ЗМІСТОМ.....	144
СЕКЦІЯ 4	
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ, ЕЛЕКТРОНІЦІ, ВИМІРЮВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ ТА ЕКОНОМІЦІ.....	145
<i>Chuchuzhko M. V., Lusta V. V., Chuchuzhko O. S., Lomanyi R. A.</i>	
RESEARCH OF CRM SYSTEMS FOR MANAGING BUSINESS PROCESSES OF AN ONLINE STORE	146
<i>Азархов О. Ю, Сілі І. І.</i>	
РОЛЬ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВДОСКОНАЛЕННІ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ПАЦІЄНТІВ	148
<i>Архипова В. В.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ HTML ТА JAVASCRIPT ДЛЯ СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ДОДАТКІВ	149
<i>Борсук С. Ю., Ляшенко О. А.</i>	
ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗМІЩЕННЯ ПУБЛІКАЦІЙ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГНУЧКОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ РОЗРОБКИ.....	150
<i>Брушетець С. О., Ткач М. О.</i>	
ВЕБ- КЕРУВАННА МОТОРИЗОВАНА ПЛАТФОРМА З НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ESP-32-SAM	152
<i>Бубликов І. С., Дубовик. Т. М.</i>	
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА З ЧПУ, НА ПРЕДМЕТ ЗМЕНШЕННЯ ЗАЛИШКІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ	153
<i>Василенко О. В., Сніжної Г. В., Івченко С. А.</i>	
КОНЦЕПЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПАСУ ХОДУ В РІЗНИХ ПАТЕРНАХ РУХУ	155
<i>Головка А. О., Ляшенко О. А.</i>	
ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ ЩОДО ПІДБОРУ ЖИТЛА З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЛЯЦІЙНОЇ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗ ДАНИХ.....	157
<i>Голуб В. В., Солодка Н. О.</i>	
ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ СТАЛІ ПО ХІМІЧНОМУ СКЛАДУ	159

<i>Гоцко С. П., Гоцко М. П., Ляшенко О. А.</i> ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИБІР АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ТОВАРІВ.....	161
<i>Губка С. О., Губка О. С. Носова Н. Ю.</i> МЕТОД РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РОБІТ МІЖ УЧАСНИКАМИ КОМАНДИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ	163
<i>Донської М. О., Коротка Л. І.</i> ПІДГОТОВКА ТА АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ ДАНИХ B2C ECOMMERCE ДОДАТКУ: РОЗРОБКА БЕКЕНД ЧАСТИНИ СИСТЕМИ	164
<i>Доценко М. І., Доценко Н. В.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ.....	166
<i>Корсун В. І., Тітова О. В., Лосіхін Д.А., Кравець О. В.</i> ОЦІНКА ЧИСЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОХАСТИЧНОЇ GERT-МЕРЕЖІ, ЯКА ОПИСУЄ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС	167
<i>Косарєв В. М.</i> РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГРАМНО - ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ.....	169
<i>Кріпка Ю. Є., Науменко Н. Ю.</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ПІДПРИЄМСТВА	171
<i>Кутін А. І., Науменко Н. Ю.</i> РЕАЛІЗАЦІЯ СПЛАЙН ПЕРЕДАВАЧА НА ОСНОВІ МІКРОПРОЦЕСОРІВ STM32.....	173
<i>Левчук І. Л., Мисов О. П.</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ МІДНОГО КУПОРОСУ	175
<i>Лещенко О. Б., Анікін А. М.</i> РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕКРУТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ INTERSYSTEMS IRIS.....	179
<i>Лобанов Е. В., Осташко І. О.</i> ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПОШУКУ ДУБЛІКАТІВ У ФАЙЛОВІЙ СИСТЕМІ.....	180
<i>Лосіхін Д. А., Брехов О. В., Тітова О. В., Фурса О. О.</i> ЕМУЛЯЦІЯ ЦИКЛУ СКАНУВАННЯ ПРОГРАМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЛК НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ.....	182
<i>Лосіхін Д. А., Корсун В. І., Шейкус А. Р., Чорна О. С.</i> ПРИНЦИП ЕФЕКТИВНОГО КЛАСТЕРНОГО УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ	184
<i>Мазур І.-С. В., Скарубський О. В.</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ФУНКЦІЯМИ СКАНУВАННЯ QR ТА NFC МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ ІТ.....	186
<i>Марченко Д. М. Ткач М. О.</i> КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРУ ФІЛАМЕНТА ДЛЯ 3Д ДРУКУ	189

<i>Марченко Е. В., Коротка Л. І.</i> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ АРІ ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ БІБЛІОТЕК	190
<i>Мороз С. В., Хорошилов С. В.</i> РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ В ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ RFID	192
<i>Науменко Ю. Ю., Гармідер Л. Д.</i> НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ В АГРАРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	194
<i>Нечипоренко О. В., Нетахата Ю. В., Семененко Д. А.</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ МЕТАЛООБРОБКИ	196
<i>Нечипоренко О. В., Шаповалова Г. С.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТА З ЧПУ	198
<i>Нікольський В. Є, Яриз В. А., Козлов Я. М., Павлюс С. Г., Гнатко О. М.</i> АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СХЛОПУВАННЯ КОВІТ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕФЕКТУ ЮТКІНА У ВИХРОВИХ ТА РОТОРНО ІМПУЛЬСНИХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРАХ	200
<i>Олійник І. О., Ляшенко О. А.</i> ІНФОРМАЦІЙНА AGILE-ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОМАНДНОЮ РОБОТОЮ	202
<i>Осташко І. О., Москаленко М. Л.</i> ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ	204
<i>Павлик Г. В.</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	205
<i>Приходько А. Є., Чернуха В. І.</i> CRM HR: УНІФІКОВАНИЙ ІНТЕРФЕЙС ДЛЯ РЕКРУТИНГУ ПЕРСОНАЛУ	206
<i>Ситник Р. С., Гнатушенко Вік. В.</i> ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІХ БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ФІНАНСІВ	209
<i>Смагло Р. В., Осташко І. О.</i> НАТИВНИЙ ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАКЛАДУ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ	211
<i>Сокол Г. І., Михальов Д. В.</i> ЗВУК ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ФАКТОР ПРО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ (БПЛА)	213
<i>Сокол Г. І., Лозовський В. В.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDUINO UNO.....	215
<i>Сохібов Р. Х., Чернецький Є. В.</i> СТАЦІОНАРНИЙ АВТОНОМНИЙ 3D SCANNER НА ПЛАТФОРМІ RASPBERRY PI.....	217
<i>Сухомудренко В. В., Коротка Л. І.</i> РОЗРОБКА ФРОНТЕНД ЧАСТИНИ ДОДАТКУ B2C ECOMMERCE СИСТЕМИ.....	218

<i>Уткіна Т. Ю., Качур С. М.</i> ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ НА ТЕРИТОРІЮ ПІДПРИЄМСТВА	219
<i>Федорович О. Є., Беберіна К. О., Шишков Д. М., Громенко А. І., Андрєєв В. Р.</i> МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИКИ ПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	221
<i>Федорович О. Є., Губка О. С., Малєєв Л. В., Рева О. А., Смідович Л. С.</i> МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ	222
<i>Федорович О. Є., Губка С. О., Рибка А. В., Поліщук Є. В., Соловійов В. С.</i> МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРОБНИЦТВ В СУЧАСНИХ МІНЛИВИХ УМОВАХ	223
<i>Федорович О. Є., Малєєва Ю. А., Попов А. В., Міланов М. В., Єременко Н. В.</i> МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ В ДОВГИХ ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	224
<i>Федорович О. Є., Рибка К. О., Федорович В. А., Коновалова О. В., Пісклова Т. С.</i> ЛОГІСТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВІЙСЬКОВИХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	225
<i>Філенко Л. Д., Чернецький Є. В.</i> РОЗРОБКА СКС ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ	226
<i>Чайка Р. Р., Дубовик Т. М.</i> РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ З ВІДСТЕЖЕННЯМ ПО ОБЛИЧЧЮ У НАСТІЛЬНОМУ ВЕНТИЛЯТОРІ НА БАЗІ ПЛАТИ ESP-32-SAM	227

СЕКЦІЯ 1**ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ**

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

SESSIONS 1**PERSPECTIVE DIRECTIONS OF MATHEMATICAL
MODELING**

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

MATHEMATICAL MODELING OF DYNAMIC DEFORMATION OF LAYERED COMPOSITE CYLINDRICAL SHELLS UNDER LONGITUDINAL IMPULSE LOADS

Kairov A. S., Yarenko K. Yu.

Admiral Makarov National university of shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

A special feature of layered shell structures, which are widely used in mechanical engineering and other industries branches of modern technique, is the inhomogeneous of the physical and mechanical characteristics of the composing layers. Therefore, the issue of ensuring their strength, stability and load-bearing capacity under dynamic loads is of great practical value.

The paper is devoted to the study of non-stationary vibrations and dynamic stability of thin elastic layered cylindrical shells inhomogeneous in thickness under longitudinal impulse loading.

The mathematical model of dynamic behavior and stress-strain state of the considered shell systems under non-stationary loads is based on the theory of multilayer shells using independent hypotheses for each layer. The developed method for solving the considered non-stationary problems is based on the theory of elastic shells of the S.P. Timoshenko's type in a geometrically nonlinear formulation [1, 2, 4].

The numerical solution method is based on a finite-difference approximation of the original partial differential equations [5]. The Ostrogradsky-Hamilton variational principle is used to derive the shell oscillation equations. After standard transformations, taking into account the integral stress characteristics for skin and orthotropic aggregate layers and the strain-displacement relations, obtain a system of oscillation equations. Thus, non-stationary vibrations of the shell system are described by differential equations of the form:

$$L_n(\bar{U}) + P_n = Q_n \left(\frac{\partial^2 \bar{U}}{\partial t^2} \right) \quad (n = \overline{1, 6}), \quad (1)$$

where \bar{U} – components of the displacement vector on layer surfaces; $L_n(\bar{U})$ – differential operators of the elliptic part of the oscillation equations of nonlinear shell theory; $Q_n(\partial^2 \bar{U} / \partial t^2)$ – differential operators that take into account the displacements and inertial components of the shell system oscillation equations; P_n – components of the generalized surface load vector; t – time. The main feature of the oscillation equations (1) is geometric nonlinearity. Thus, the obtained mathematical model is a hyperbolic nonlinear system of partial differential equations supplemented by the corresponding boundary and initial conditions.

The integral stress characteristics for each layer are given according to the

$$\text{formulas } (T_{11}^k, T_{22}^k, T_{13}^k, T_{33}^2) = \int_z (\sigma_{11}^{kz}, \sigma_{22}^{kz}, \sigma_{13}^{kz}, \sigma_{33}^2) dz,$$

$$(M_{11}^k, M_{22}^k) = \int_z (z^k \sigma_{11}^{kz}, z^k \sigma_{22}^{kz}) dz, \quad k = \overline{1, 3}; \quad z \in [-h/2, h/2].$$

To assess the conditions for the loss of load-bearing capacity by the shell, the Mises yield strength criterion is used [1, 3], which characterizes the intensity of stresses at the time of the appearance of plastic deformations

In the matrix-vector form, the difference equations (2) are represented by the dependence

$$[D]\bar{U} + \frac{\partial^2 \bar{U}}{\partial t^2} = [M]^{-1} \bar{F}(t), \quad (2)$$

where $[D] = [M]^{-1}[C]$ – generalized matrix; $[M]$ and $[C]$ – stiffness and mass matrices of a discrete difference system; \bar{U} and $\bar{F}(t)$ – vectors of discrete displacements and external load. The obtained system of hyperbolic equations (2) is solved using the Integro-interpolation method for constructing finite-difference schemes.

The developed calculation method and the obtained results of a numerical study of non-stationary vibrations of layered rotation shells allowed us to estimate the limits of application of simpler shell theories based on the use of hypotheses for the entire package as a whole. Comparative analysis of the obtained results according to the main applied theories showed high efficiency of the developed refined mathematical model and calculation methodology.

Conclusions. The influence of the longitudinal pulse load on the stress-strain state and load-bearing capacity of structurally inhomogeneous three-layer composite cylindrical shells of rotation is studied, taking into account the structure of the material, and ways to increase their load-bearing capacity are proposed.

References

1. Bogdanovich A. E. Nonlinear problems of dynamics of cylindrical composite shells / Bogdanovich A. E. – Riga: Zinatne, 1987. – 295 p.
2. Golovko K. G. Dynamics of inhomogeneous shells under unsteady loads / Golovko K. G., Lugovoy P. Z., Meish V. F. – Kyiv: Publishing house «Kievsky University», 2012. – 541 p.
3. Lock M. H. Snapping of a shallow sinusoidal arch under a step pressure load / Lock M. H. AIAA Journal. – 1966. Vol. 4, № 7. – PP. 31-41.
4. Meish V. F. Vibrations of reinforced cylindrical shells with initial deflections under nonstationary loads / Meish V. F., Kairov A. S. International Applied Mechanics. – 2005. Vol. 41, No 1. – PP. 42-48.
5. Samarskiy A. A. Theory of difference schemes / Samarskiy A. A. – Moscow: Nauka, 1977. – 656 p.

OBJECT-ORIENTED APPROACH IN THE MODELING OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS FOR SOFTWARE DEVELOPMENT

Korotka L. I., Anisimov V. V.

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Modeling of dynamic systems requires special software that implements, as a rule, numerical methods for solving applied problems. The use of ready-made software tools is not always possible, therefore the development of software tools for specific tasks is relevant.

The work explores the possibilities of expanding the functionality of the software with the help of plugins and object-oriented programming. Software modeling is a key tool for understanding and designing complex systems. Plugins allow you to extend the functionality of the software without the need to make changes to the main code. Object-oriented programming provides the ability to create complex data structures and functions, which allows for better code organization and maintainability. Together, these technologies enable the creation of more flexible and extensible software products.

A software implementation of simulation modeling of species competition has been developed for research and qualitative analysis of nonlinear dynamic systems of population size. The C++ programming language and the Qt framework with libraries for drawing graphs were used to create the software. It is suggested to use plug-ins and object-oriented programming together to extend the functionality of the software.

Object-oriented programming allows you to create complex data structures and functions, which improves the organization and maintainability of your code. Plugins, in turn, allow you to expand the functionality of the software without the need to make changes to the main code. Together, these technologies enable the creation of more flexible and extensible software products.

The created software product has a system of plugins. As you know, each plugin is a dynamic model with its own data (model name, model formula image, description, coefficient names, initial values for coefficients and roles, model role names) and a solution algorithm for the abovementioned methods. Inherent elements of modeling are the description of the structure and function of the system. Here is a list of structural elements included in the system, the relationship between them, and their functions:

- work with external data: provides the ability to export the results of the program as a report for convenient viewing and the ability to save the settings of the save program to a file for further loading into the system, for example, on a second machine or after some time;

- work with plugins and dynamic models: loading plugins, i.e. loading files with the extension *.dll (for Windows OS) from the special "plugins" directory into the system for further processing; performing calculations with certain parameters that are passed to the plugin instance; return of calculation results for further processing in the system;

- visualization of the results: after returning from the calculation, the work results must be displayed in certain forms (2D time-population diagram, 3D graph,

table of results, phase portrait of the system); the ability to view performance results for all or individual methods of numerical integration for analysis of calculations;

- display of information about the stability of a dynamic system: each dynamic system has stationary points that are calculated by various formulas; it is possible to view these points in the form of a list and on a phase portrait; the model can have its own values and, if such are available in the model, such information about them is provided in the section with information about the dynamic model;

- display of control elements: to work with the program, it is necessary to arrange the control elements so that it is clear how to work with them. The main elements are the integration control panel (start, end, and step of integration, selection of dynamic models), initial population definition panel, coefficients panel (after loading the model, it is filled with initial values), visualization widget displaying a 2D and 3D graph, phase portrait, table of results.

The following dynamic models were implemented for simulation modeling: Lotka-Volterra, Holling-Tener, Volterra "predator-prey-victim", Verhulst, Lorenz, Ressler. Numerical methods are implemented: Euler, modified Euler, Runge-Kutta fourth order, Adams-Bashforth. Qualitative research and analysis of nonlinear dynamic systems of the number of populations is being conducted [1].

At first, the software searches for plugins in the "plugins" folder, then they are loaded into the system. If no plugin is found, the user will see an error. Otherwise, the user will see the program's splash screen first, then the main window. To start working with the software and run simulations with a specific dynamic model, the user can first select a model for which default data is populated. A specific plug-in corresponding to the selected model is selected and data about it is downloaded.

It is possible to start work without choosing a model. In this case, when the program is loaded, the first model from the list is selected and the user is given the opportunity to enter data for the model and command the program to perform calculations. The user can view information about the model. The plugin is being requested to provide metadata. Then, all information is displayed on the form of the program for easy viewing.

The program accepts requests from the user, for example, metrics for a model, a command to perform calculations, and forms data: to integrate or display the results in graphs or tables. Performs the calculation of stationary points - equilibrium points and eigenvalues, if such are available in the model. The model accepts data for calculations, performs them, and returns the results to the program for further processing.

As mentioned earlier, the program supports a system of plugins, a comparative analysis of numerical integration methods, and the creation of reports on the results of the program, as well as conducting behavioral analysis of dynamic systems. Implementation of an object-oriented approach in software development allows for to improve of the quality of the product.

Reference

1. Korotka L.I., Rott O.S. Information support of modeling for nonlinear dynamic systems by competition of species. *Mathematical modeling*. №2(41) 2019, C. 24-32.

SOFTWARE DESIGNED TO IDENTIFY MODIFICATIONS MADE TO EXECUTABLE FILE CODE

Makarova L. M., Kaminsky S. S, Bryzgalov M. V.

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

DisEn is a software tool built on the .NET Framework with a WPF-based UI. It checks executable files for changes [1], disassembles them into assembly code, calculates entropy values [2], and presents results in tables and diagrams. It also saves SHA-1 hashes of files by their names for future comparisons to determine authorship and changes. Using an entropy metric, it assesses assembly code commands to identify code authorship and contributions, with SHA-1 [3] hashes providing extra verification during analysis.

To calculate entropy, the following formula was applied, which is used in information theory:

$$H(i) = -p_i \cdot \log_2(p_i) \quad (1)$$

where: i – possible states,
 p_i – probability of occurrence of the i -th state.

To calculate SHA-1 [4], the following formula was applied, which is used in information theory:

$$\text{HashBlock}_i = f(\text{Block}_i, \text{HashBlock}_{i-1}) \quad (2)$$

where: i – Hash block index.

DisEn provides a number of useful features, among which are:

1. Executable Disassembly: The software can disassemble executable files, utilizing the dumpbin.exe utility, which is included in Microsoft Visual Studio [5]. This process results in a text file containing the program's code.
2. Entropy Calculation: DisEn calculates entropy values for each command found in the disassembled file. The entropy values are determined using formula (1), and all the computed values are saved in a text file.
3. Hashing: The software computes and stores the SHA-1 hash of the current version of the file using formula (2). This hash serves as a unique fingerprint of the file's content.
4. Entropy Threshold Determination: The software determines the entropy threshold for each command within the current file.
5. Entropy Difference Calculation: DisEn calculates the difference in entropy between the current version of the file and a new one.
6. File Comparison: It compares the current version of the file with the new one using a divergence criterion, taking into account both entropy differences and hash comparisons.

The program, DisEn, processes executable files and saves analysis results locally. If a file with the same name is processed again, DisEn will compare it to the previous version (see Figure 1). When a new file with the same name is found, it opens a window displaying the differences between the new and old versions. It then prompts the user to save the analysis results and replaces the old file trace. For example, we utilized a 3D rendering program created by the authors of this article. In version 1, it rendered wireframes, and in version 2, it added triangle rasterization (see Figure 1).

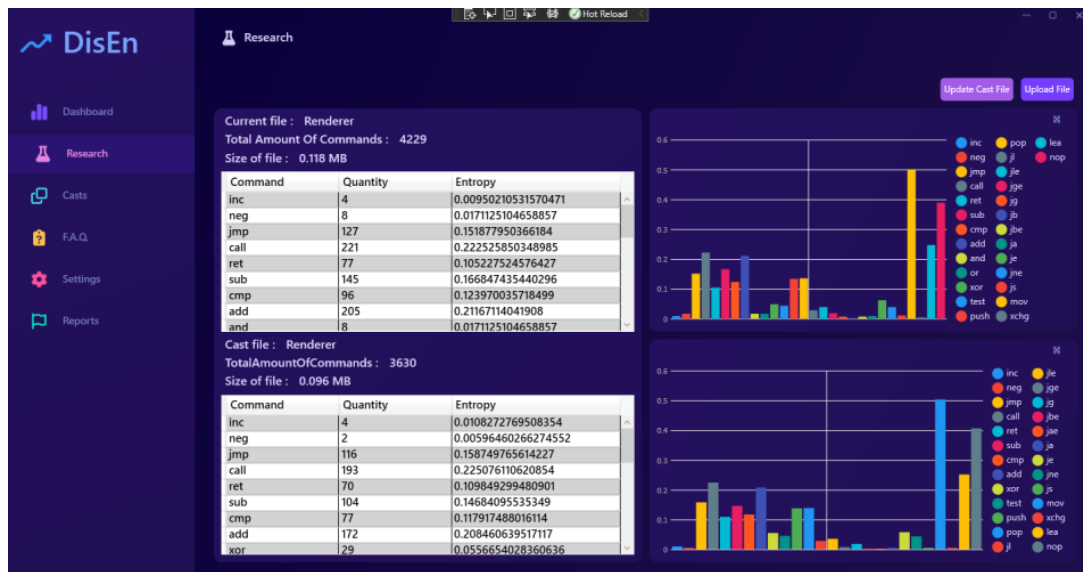


Figure 1 – Difference between two files

DisEn is a useful utility for inspecting executable files and identifying the source of modifications. There are plans to add the capability of customizing disassembly techniques and specifying a set of commands for a more adaptable interaction with the software in the future.

References

1. What is code injection in Windows? [Electronic resource] // Mode of access: <https://www.thefastcode.com/uk-uah/article/what-is-code-injection-on-windows>.
2. Shannon's formula [Electronic resource] // Mode of access: <http://um.co.ua/8/8-16/8-168268.html>.
3. Algorithm development to accelerate file comparison [Electronic resource] // Mode of access: <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/14694535994336.pdf/>
4. SHA-1 is a Shambles First Chosen-Prefix Collision on SHA-1 and Application to the PGP Web of Trust, Gaëtan Leurent1 and Thomas Peyrin [Electronic resource] // Mode of access: <https://eprint.iacr.org/2020/014.pdf/>
5. Microsoft Visual Studio disassembler “dumpbin” [Electronic resource] // Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4528095/>.

COMPUTER SIMULATION OF FREE AND FORCED VIBRATION OF COMPOUND FUEL TANKS

Choudhary N¹., Strelnikova E.,² Sierikva O.³

¹Bennet University, Republic of India

²A.M. Pidhorny Institute for Mechanical Engineering Problems NAS of Ukraine

³National University of Civil Defence of Ukraine, Ukraine

The new analytical method and computer technology are elaborated for numerical simulation of free and forced vibrations of compound fuel tanks in launch vehicles at different stages of mission: at overloads and in microgravity, with considering the liquid sloshing impacts. The technique is based on original computational schemes and advanced finite and boundary element methods, analytical approach and their theoretical background. The proposed numerical method, more precise and effective compared with known analogues and program complexes, will be implemented for refined simulation of fuel tank vibrations. It allows us to consider coupled effects of elastic wall deformations, fuel sloshing, changing liquid level and gravitational acceleration, different variations in free surface at different stages of mission, taking into account rigid and elastic internal baffles, installed to damp sloshing. To solve the above mentioned problems of free vibrations for an elastic shell of revolution coupled with liquid sloshing it is necessary to determine three systems of basic functions: modes of liquid in rigid shell under the force of gravity; own modes of the empty shell; modes of the fluid-filled elastic shell without including the force of gravity. Thus, the problem under consideration involves the following steps. First, we obtain the sloshing frequencies and modes using rigid wall assumption [1]. Second, we obtain the natural frequencies and modes of the empty tank with elastic walls [2]. Third, we define the free vibration frequencies and modes of the elastic tank without considering effects of sloshing. Finally, the second order system of differential equations is received for determining the dynamical characteristics of fluid-filled shells in coupled formulation. The numerical simulation of the system obtained will be done using finite and boundary element methods and 7-8 order Runge-Kutta method. The computer technology is based on coupled usage of reduced finite (FEM) and boundary (BEM) elements methods together with analytical approaches

References

1. Karaiev A., Strelnikova E. Singular integrals in axisymmetric problems of elastostatics / *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*. 11(1), 2050003. 2020, DOI:10.1142/S1793962320500038
2. Sierikova O, Strelnikova E, Gnitko V, Degtyarev K. Boundary Calculation Models for Elastic Properties Clarification of Three-dimensional Nanocomposites Based on the Combination of Finite and Boundary Element Methods. *IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, 2021, p. 351–356. doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570086.

SIMULATION OF GAS DYNAMIC MODES OF OPERATION OF THE GRINDING CHAMBER OF THE CENTRIFUGAL MILL

Ostashko I. O., Nachovny I. I.

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Gas-dynamic processes in the compressible medium of the flow part of the centrifugal mill are described by a system of non-stationary equations of discontinuity, Navier-Stokes, energy and equation of state in the approximation of the turbulence model [1]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{\rho} \tilde{\mathbf{v}}) &= 0; \\ \frac{\partial (\bar{\rho} \tilde{\mathbf{v}})}{\partial t} + (\bar{\rho} \tilde{\mathbf{v}} \cdot \nabla) \tilde{\mathbf{v}} &= -\nabla \bar{p} + \nabla \cdot \bar{\boldsymbol{\tau}}_{\text{eff}}; \\ \frac{\partial (\bar{\rho} k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{\rho} k \tilde{\mathbf{v}}) &= \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right] + \tilde{G}_k - Y_k + S_k; \\ \frac{\partial (\bar{\rho} \omega)}{\partial t} + \nabla \cdot (\bar{\rho} \omega \tilde{\mathbf{v}}) &= \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_w} \right) \nabla \omega \right] + \tilde{G}_w - Y_w + D_w + S_w; \\ \frac{\partial (\bar{\rho} \tilde{E})}{\partial t} + \nabla \cdot \tilde{\mathbf{v}} (\bar{\rho} \tilde{E} + \bar{p}) &= \nabla \cdot \left[\left(\lambda + \frac{c_p \mu_t}{Pr_t} \right) \nabla \tilde{T} \right] + \nabla \tilde{\mathbf{v}} : \bar{\boldsymbol{\tau}}_{\text{eff}} + q_v, \end{aligned} \right. \quad (1)$$

where ρ is the Reynolds-averaged density, kg/m^3 ; t – time, s ; ∇ – operator of Hamilton, m^{-1} ; $\tilde{\mathbf{v}}$ – velocity vector, averaged according to Favre, m/s ; p – pressure averaged according to Reynolds, Pa ; k – turbulent kinetic energy, J/kg ; ω – the relative rate of turbulence kinetic energy dissipation, s^{-1} ;

μ – dynamic viscosity, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; μ_t – turbulent viscosity, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; σ_k – is the attenuation coefficient μt for small Reynolds numbers; \tilde{G}_k – source term for k , W/m^3 ; \tilde{G}_w – source term for ω , $\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{s}^2)$; S – strain rate tensor, s^{-1} ; D_w – term that takes into account cross-diffusion, $\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{s}^2)$; \tilde{E} – mass total energy, J/kg ; $\bar{\boldsymbol{\tau}}_{\text{eff}}$ – deviatoric stress tensor, Pa ; q_v – density of volumetric heat source, W/m^3 ; \tilde{T} – absolute temperature, averaged according to Favre, K .

The initial and boundary conditions for (1) have the form [2]:

<p>where $X(x,y,z) \in \Omega$ are Cartesian coordinates, m; Ω is the computational domain.</p>	$\left\{ \begin{aligned} \tilde{\mathbf{v}}(X) &= 0; & \mathbf{n} \cdot \tilde{\mathbf{v}} &= 0; & \mathbf{n} \cdot \tilde{\mathbf{v}} &= \tilde{v}_{\text{aux}}; & \tilde{\mathbf{v}} &= 0; \\ \bar{p}(X) &= p_0; & \bar{p} &= p_{\text{ax}}; & \bar{p} &= p_{\text{aux}}; & \mathbf{n} \cdot \nabla \bar{p} &= 0; \\ k(X) &= k_0; & k &= k_{\text{ax}}; & k &= k_{\text{aux}}; & k &= 0; \\ \omega(X) &= \omega_0; & \omega &= \omega_{\text{ax}}; & \omega &= \omega_{\text{aux}}; & \omega &= \omega_{\text{cmi}}; \\ \tilde{T}(X) &= \tilde{T}_0; & \tilde{T} &= \tilde{T}_{\text{ax}}; & \tilde{T} &= \tilde{T}_{\text{aux}}; & \mathbf{n} \cdot \nabla \tilde{T} &= 0, \end{aligned} \right. \quad (2)$
--	--

The numerical analysis was performed on the basis of the finite volume method in the SolidWorks software environment.

At the same time, the initial thermodynamic parameters pressure and temperature at all points of the flow part were 101325 Pa and 293.2 K , respectively, the projections of the flow velocity on the coordinate axis at each point were equal to zero, the intensity of turbulence was 2% , the scale of turbulence was 0.0036 m . Angular speed of rotation of the shaft and working body varied during the research from 45 rad/s to 500 rad/s .

Boundary conditions in the cross-sections of the inlet and outlet nozzles changed during the research. The calculation grid consisted of 120433 cells in the flow part. Convergence of the results was assessed by projections of velocity and pressure on the coordinate axis. Convergence was considered sufficient if the average value of the target over the analysis interval is less than the convergence criterion.

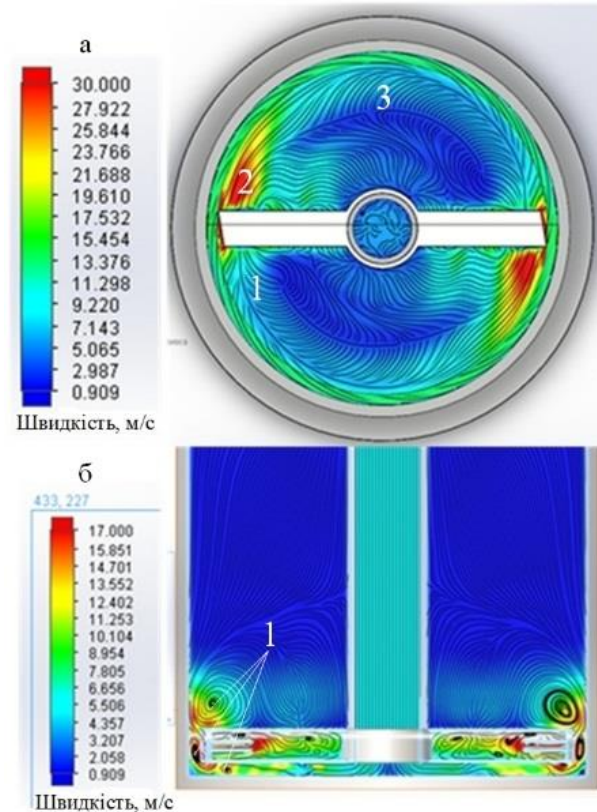
To check the adequacy of the model and the reliability of the simulation results, a comparison with experimental data was made. The discrepancy between experimental and calculated data does not exceed 7%, which confirms the adequacy of the developed numerical model.

Analysis of the results of mathematical modeling of the processes in the working chamber showed that the air flow performs a complex rotational movement in the longitudinal and transverse sections (Figure 1, a, b) with the formation of local zones of increased turbulence 1 (Figure 1, b).

As a result of numerical modeling and analysis of the results, it was found that in the cross-sectional area of the working body, air flows can be divided into three groups, namely: flows in front of the working body, area 1 (Figure 1, a), covering the zone at a distance of 15-20 mm in front of the working body; flows behind the working body, area 2 (Figure 1, a), covering the zone at a distance of 60-70 mm behind the working body; relatively undisturbed flows, region 3 (Figure 1, a). The average speed of the material flow in the area of impact elements is 12.6 m/s, and the linear speed of the working body is 68.72 m/s. Thus, the relative speed of collision of the material flow with impact elements is 56 m/s, i.e. 81.5% of the speed of rotation of the working body.

Reference

1. Ostashko I. O. Aeromechanics of processes in the flow part of a centrifugal mill / I. O. Ostashko, B. V. Vinogradov // *Acta Mechanica Slovaca*. – 2017, Vol. 21, №3, P. 51-57. ISSN: 1335-2393. Особистий внесок здобувача: проведення числового моделювання процесів у проточній частині відцентрового млина.
2. Vynogradov B. Non-Waste Disposal of Used Automobile Tires / Borys Vynogradov, Ihor Ostashko // *Advanced Engineering Forum* Vol. 25– 2017. P. 157-165. ISSN: 2234-991X. DOI: 10.4028.



a – longitudinal section, b - cross section
Figure 1 – Fields of velocities and trajectories of the flow of air and solid particles at an angular velocity of the working body of 498 s^{-1}

USING SIMD ARCHITECTURE IN COMPUTER MODELING TASKS

Hlib Vokhmianin¹, Oleg Zhulkovskyi¹, Inna Zhulkovska², Illia Tykhonenko²

¹ Dniprovsky State Technical University, Kamianske city, Dnipropetrovsk region, Ukraine

² University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine

The labor- and material-intensiveness of experiments, their limitation, multidimensionality and nonlinearity of the investigated processes and phenomena, as well as the rapid development of computer technology and software significantly updated theoretical research. A special role in the development and research of technological systems characterized by a high-temperature mode of processes (in metallurgy, energy, mechanical engineering, etc.) is assigned to the creation of rational mathematical models of heat exchange processes.

A significant role in modern programming, especially in computer modeling, is the problem of computational efficiency and speed, which becomes notably prominent during large data processing. There is a need to apply, in addition to parallel computations, additional effective solutions to accelerate information processing. One such approach is the use of the SIMD mechanism (Single Instruction, Multiple Data).

The SIMD concept has long been present in the architecture of modern PCs and is used in processor technologies. It provides data-level parallelism, allowing one operation to be performed on multiple data simultaneously, significantly increasing program performance. Despite being an old concept, modern processors typically apply SIMD extensions to enhance parallel computation performance.

Different processor manufacturers, such as Intel, AMD, etc., have their own Instruction Set Architecture (ISA) and SIMD microarchitectures. However, Intel has significantly expanded SIMD technologies from both hardware and software perspectives. In the context of microprocessor development, there is an increase in register bit-width from 64 to 512 bits and an increase in the number of vector registers from 8 to 32, providing more parallelism paths and reducing excessive data movement to cache memory [1].

SIMD vector extensions have become an integral part of high-performance processors. Various architectures, such as x86, ARM, MIPS, and PowerPC, have specific instruction sets and microarchitectures for SIMD vector extensions. Applying SIMD vectorization can significantly improve algorithm performance with minimal overhead on equipment. This is especially important for optimizing computational performance [2].

One of the modern programming languages that provides and supports SIMD instructions is C++. Here, this technology is used thanks to compiler specifications and extensions, as well as through the use of specialized libraries.

For example, to use various sets of SIMD instructions from Intel, such as SSE, AVX, AVX2, AVX-512, etc., in C++, one can use special data types: `__m128`, `__m256`, `__m512`, etc. They represent vectors with 4, 8, or 16 elements of the corresponding type [3].

At the same time, the Intel Intrinsics library provides special functions for generating and using SIMD instructions [3]:

– the `_mm_add_ps` function is an intrinsic function (a special low-level function that provides access to processor instructions) for performing addition operations on several floating-point values in a vector register with a specified precision;

– the `_mm_mul_pd` function is also intrinsic, designed to perform multiplication operations on several double-precision floating-point values in a vector register.

In addition to the mentioned functions, there are many others, including subtraction, division, comparison, data loading and saving, bitwise arithmetic, element permutations, etc. Most of them can also define floating-point precision: single or double.

Another example of SIMD extension in C++ is the OpenMP standard for parallel programming, which supports the `simd` directive, which can be used to vectorize loops thanks to the `#pragma omp simd` construct. In this case, the compiler can ignore vector dependencies, considering the intention to execute several iterations simultaneously [4].

The mentioned ways of using SIMD technology allow for accelerating calculations by performing one operation on several data simultaneously.

For research purposes, an algorithm was developed to implement the classic problem of multiplying ultra-large square data matrices using the built-in Microsoft Visual Studio ISO/IEC C++20 `<immintrin.h>` library with SIMD technology for data-level program parallelization; an analysis of the performance of the developed algorithm was carried out with a significant amount of processed data compared to the traditional data processing approach.

The acceleration of calculations when using SIMD technology compared to traditional data processing is between 2.53–4.78 and does not depend on the volume of processed data. The highest acceleration (~4.8), as already mentioned, is demonstrated by the modified algorithm with a matrix dimensionality of 1500 elements (~ 9×10^6 bytes), which should be taken into account during the development of application software.

The obtained results will be taken into account in the development of application software, including for effective computer models of technological processes and systems.

References

1. Amiri H., Shahbahrami A. SIMD programming using Intel vector extensions // Journal of Parallel and Distributed Computing. 2020. Vol. 135. P. 83-100. DOI: 10.1016/j.jpdc.2019.09.012
2. Xie C., Wu H. Zhou J. Vectorization Programming Based on HR DSP Using // MDPI Journals Awarded Impact Factor. 2023. Vol. 12, № 13. DOI: 10.3390/electronics12132922
3. Compiler intrinsics. [Electronic resource]. – Access mode: <https://learn.microsoft.com/en-us/cpp/intrinsics>
4. SIMD Extension. [Electronic resource]. – Access mode: <https://learn.microsoft.com/en-us/cpp/parallel/openmp/openmp-simd>

ЗАСТОСУВАННЯ ГІПЕРКОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Аушева Н. М., Кардашов О. В.

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

Однією з задач комп'ютерної графіки є задача представлення даних, яка впливає на вибір методів обробки інформації та на швидкість розв'язання практичних задач. Застосування, замість дійсних параметрів в математичних та геометричних моделях, параметрів з уявними одиницями є одним із шляхів підвищення ефективності методів моделювання. Перехід до таких моделей можна здійснювати різними способами: представляти параметри моделі у вигляді гіперкомплексних змінних та виконувати з ними різні операції в результаті моделювання; змінювати рівняння, що описують функціонування моделі, на гіперкомплексне подання для застосування гіперкомплексних параметрів; поєднувати послідовності значень параметрів в одне багатовимірне число. Всі ці переходи призводять до більш простих та ефективних методів моделювання в задачах електротехніки, аеродинаміки, обробки сигналів, криптографії та інших. Все вищевказане визначає актуальність досліджень, що пов'язані з застосуванням уявних одиниць.

Існує багато прикладів застосування різних гіперкомплексних числових систем: комплексних, подвійних, дуальних, бікомплексних, кватерніонів та інш. Розглянемо деякі приклади:

- для цифрової обробки сигналів застосовують комплексні та гіперкомплексні коефіцієнти, що забезпечують роботу фільтра на вищій тактовій частоті порівнюючи з дійсними коефіцієнтами [1];
- для алгоритмів шифрування з відкритим ключем, які мають більш високу стійкість. Одним з важливих моментів є вибір гіперкомплексної системи, зазвичай неканонічної, яка дозволить мінімізувати обчислення при переході до такої системи та підвищити стійкість [2];
- для моделювання обертання та зсуву використовуються кватерніони, бікватерніони, дуальні числа. Вказані числа знайшли своє застосування при керуванні механізмами, роботами, маніпуляторами [3];
- кватерніони використовуються в задачах керування орієнтацією твердого тіла, що забезпечує перехід до лінійного вигляду кінематичних диференціальних рівнянь. Кватерніони широко використовуються для вирішення задач комп'ютерної графіки, створення ефектів анімації.

Для формування геометричних об'єктів, які б мали властивості, що не існували б у дійсному просторі, можна застосувати гіперкомплексні числові системи. Одним з таких об'єктів є криві та поверхні з нульовими значеннями довжини та площі, які називаються мінімальними або ізотропними кривими, сітками та поверхнями. В тривимірному просторі такі поверхні мають середню кривину, що дорівнює нулю [4]. У загальному вигляді поверхня мінімальної площі, що натягнута на заданий контур задається нелінійним диференціальним рівнянням у часткових похідних.

Для створення більш ефективного методу моделювання мінімальних поверхонь застосовуються комплексні числа та функції комплексного змінного, які дозволяють перейти до аналітичних виразів. В цьому випадку виконується заміна параметра у параметричному рівнянні кривої нульової довжини на комплексну змінну. При відокремленні дійсної частини та уявної одержуються мінімальні та приєднані мінімальні поверхні [5]. До таких поверхонь відносяться тентові покриття, мильні плівки, поверхні розділу середовищ. Для практичних цілей у будівництві та машинобудуванні використовують тонкостінні оболонки з різними обрисами у плані: прямокутним, ромбовидним, трикутним, еліптичним та іншими.

Для створення геометричного образу функцій комплексних змінних застосовують конформні відображення, які формують сітку ліній рівня двох гармонічних спряжених функцій. Така сітка буде ізотермічною та ортогональною та задовольняти умовам Коши-Рімана. Такі відображення мають широке застосування для розрахунків пласких гармонічних векторних полів в гідро- та аеродинаміці, теорії фільтрації, теорії полів, теорії теплопередачі. Такі сітки можна одержувати і на основі ізотропних кривих, що дозволяють в інтерактивному режимі керувати формою одержаних криволінійних обводів.

Для розширення можливостей стосовно геометричного формоутворення кривих та поверхонь використовуються кватерніонні функції та бікомплексні функції. На основі обмеженого класу функцій одержані сімейства ізотропних кривих та криві у чотиривимірному просторі. Проведено дослідження властивостей кватерніонних кривих та їх кінематичних характеристик. Подальші дослідження пов'язані з дослідженням сіток, що побудовані на основі вказаних гіперкомплексних функцій.

Список літературних джерел

1. Daniel Alfsmann, Heinz Gockler, Todd A. Ell. Hypercomplex algebras in digital signal processing: Benefits and drawbacks/ Daniel Alfsmann, Heinz Gockler, Todd A. Ell / 15th European Signal Processing Conference, 2007.- P.1322-1326.
2. Kalinovsky Y.O. Applying of hypercomplex number systems to RSA-algorithms / Y.O. Kalinovsky, Y.E. Boyarinova, I.V. Khitsko / Proc. of the 6-th International Conf. «Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application» ACSN-2013. — Львів: НВФ «Українські технології». —2013. — P. 114–115.
3. McCarthy J. Dimensional Synthesis Robots using a Double Quaternion Formulation of the Workspace / McCarthy J, Ahlers S. // Robotics Research: The Ninth International Symposium. — 2000. — P. 3-8.
4. Pottmann H., Grohs P., Mitra, N.J. Laguerre minimal surfaces, isotropic geometry and linear elasticity/ Pottmann H., Grohs P., Mitra, N.J./Adv. Comput. Math. -2009, 31, P.391–419.
5. Аушева Н.М. Геометричне моделювання об'єктів дійсного простору на основі ізотропних характеристик: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01 / Н.М. Аушева. - К.: КНУБА, 2014. - 38 с.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Барташевська Ю. М.

ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля», Дніпро, Україна

Сучасні обчислювальні системи і комп'ютерні мережі дозволяють накопичувати великі обсяги даних з метою їх подальшого аналізу та прийняття рішень. Інформація зберігається в машинному вигляді і для її вилучення застосовуються спеціальні методи аналізу даних. Робота з великими обсягами даних має певні складнощі. З одного боку аналітика стає більш точною, з іншого – пошук рішень ускладнений саме через кількість даних. Також, своєрідна відкритість діяльності підприємств та організацій, взаємозалежність технологій та сфер діяльності веде до потенційної уразливості, техногенної небезпеки. Останніми роками просліджується стійка тенденція до збільшення загроз з точки зору кількості спроб зловмисного втручання в роботу автоматизованих інформаційних систем та несанкціонованого доступу до інформації, яка в них циркулює, а також появи нових методів та алгоритмів щодо їх здійснення.

Проблемам забезпечення безпеки інформації, захисту інформаційного простору від небажаного інформаційного впливу, забезпеченню безпечного функціонування інформаційних систем та захисту інформації, що циркулює в них, приділяється серйозна увага як держаних органів, так і науковців і фахівців, а саме питання є актуальним і потребує вирішення.

У Законі України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» [1] кіберзахист розглядають як сукупність організаційних, правових, інженерно-технічних заходів, а також заходів криптографічного і технічного захисту інформації, спрямованих на запобігання кіберінцидентам, виявлення та захист від кібератак, ліквідацію їх наслідків, відновлення сталості та надійності функціонування комунікаційних, технологічних систем.

Одним з основних напрямів реалізації цього є створення системи керування кіберзахистом (СККЗ) для своєчасного виявлення, запобігання та нейтралізації кіберзагроз. Сучасна СККЗ є складною системою, що неперервно контролюється, здатна оперативно реагувати на кібератаки та несанкціоновані дії, накопичувати знання про способи протидії, виявлення і реагування на атаки і несанкціоновані дії та використовувати їх для забезпечення надійного захисту інформаційних систем (ІС) різного призначення.

На нашу думку, в основу такої системи повинна бути покладена концепція глибокоєшелонованого захисту. Вона використовується в інформаційній безпеці, у якій кілька рівнів контролю безпеки (захисту) розміщено в системі інформаційних технологій (ІТ). Її мета – забезпечити надлишковість у разі збою контролю безпеки або використання вразливості, яка може охоплювати аспекти персоналу, процедурної, технічної та фізичної безпеки протягом життєвого циклу системи [2].

Ідея підходу глибокоєшелонованого захисту полягає в тому, щоб захистити систему від будь-якої конкретної атаки за допомогою кількох

незалежних методів. Це багатошарова тактика, задумана Агентством національної безпеки (АНБ) як комплексний підхід до інформаційної та електронної безпеки [3, 4]. Глибокоешелонований захист можна розділити на три рівні: фізичний, технічний та адміністративний.

Фізичний рівень [3] – це все, що фізично обмежує або запобігає доступ до ІТ-систем. Паркани, охоронці, собаки, системи відеоспостереження тощо.

Технічний рівень являє собою сукупність апаратного або програмного забезпечення, метою якого є захист систем і ресурсів. Прикладами цього можуть бути шифрування диска, програмне забезпечення для перевірки цілісності файлів і автентифікація. Апаратні засоби технічного контролю безпеки відрізняються від фізичних тим, що вони перешкоджають доступу до вмісту системи, але не до самих фізичних систем.

Адміністративний рівень – це політика та процедури організації. Їх мета полягає в тому, щоб забезпечити наявність відповідних вказівок щодо безпеки та дотримання правил. Вони включають такі речі, як практика найму, процедури обробки даних і вимоги безпеки.

Методами забезпечення глибокоешелонованого захисту є:

- з боку ІС: антивірусне програмне забезпечення; автентифікація та безпека пароля; шифрування; хешування паролів; ведення журналів та аудит; багатофакторна автентифікація; сканери вразливостей; часовий контроль доступу; навчання з безпеки в Інтернеті; пісочниця; системи виявлення вторгнень (IDS);

- з боку комп'ютерної мережі: брандмауери (апаратні або програмні); демілітаризовані зони (DMZ); віртуальна приватна мережа (VPN);

- на фізичному рівні: біометрія; безпека, орієнтована на дані; фізична безпека.

В рамках нашої концепції зауважимо, що всі організаційні (адміністративні) та технічні заходи застосовуються лише підвищення кіберстійкості. Також, запропонована концепція кіберстійкості базується не на тому щоб не допустити проникнення злочинців у мережу ОІД, а припускає, що вони зрештою прорвуться через існуючий захист ОІД і необхідно розпочати роботу над стратегією зниження впливу.

Список літературних джерел

1. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України», 2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19#Text>

2. OWASP Reverse Engineering And Code Modification Prevention. URL: <https://owasp.org/www-project-reverse-engineering-and-code-modification-prevention/>

3. CWE – Common Weakness Enumeration. URL: <https://cwe.mitre.org/>

4. CAPEC view: OWASP related patterns. URL: <https://capec.mitre.org/data/definitions/659.html>

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ

Берлов О. В.¹, Губін О. І.², Якубовська З. М.¹

¹ Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

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

Актуальною задачею є створення багатопараметричних моделей [1-3] для визначення рівня небезпеки при екстремальних ситуаціях, що, з одного боку, враховують значну кількість важливих фізичних факторів, а, з іншого боку – доступні для користувача в проектних організаціях. Розробці таких математичних моделей присвячена дана робота.

В роботі розглядаються чисельні моделі, що розроблені для рішення наступних задач: 1. Оцінювання ризику ураження людей при аварійному викиді в разі розгерметизації трубопроводу з хімічно небезпечною речовиною; 2. Прогнозування динаміки забруднення промислового майданчику при залповому викиду хімічно небезпечної речовини; 3. Експрес оцінювання ризику токсичного ураження персоналу в промислових будівлях.

Для розрахунку аеродинаміки вітрових потоків використовується модель потенціальної течії та рівняння Нав'є-Стокса. Для розрахунку поля тиску при русі ударної хвилі використовуються рівняння Ейлера. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря і повітряного середовища всередині робочих приміщень проводиться на базі рівняння масопереносу, що враховує хімічну трансформацію домішки в повітрі. Чисельне інтегрування моделюючих рівнянь здійснюється на базі неявних схем розщеплення. Особливістю кінцево-різницевої схем, що використовуються є те, що на кожному кроці розщеплення розрахунок невідомої здійснюється за явною формулою.

Наведені результати проведених обчислювальних експериментів по оцінюванню динаміки забруднення повітря при можливих екстремальних ситуаціях на потенційно небезпечних об'єктах м. Дніпро. Розглядалося рішення задач по витоку аміаку на промислових майданчиках, аварійного розливу кислот. Результати моделювання представлені у вигляді, що дає можливість швидко аналізувати розміри та інтенсивність зон забруднення, що формуються під дією техногенного джерела забруднення.

Список літературних джерел

1. Біляєв М. М. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях / Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. – Дніпро : Журфонд, 2022. – 268 с.

2. Згуровский М. З. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К. : Наук.думка, 1997. – 368 с.

3. Kandil Nema, Tawfik Faten. *Evaluation of Radiation Doses for Hypothetical Accident Scenarios of Egyptian Second Research Reactor*, International Journal of Environmental Protection and Policy, 9(3), 2021. – pp. 59-68.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Біляєв М. М., Біляєва В. В., Козачина В. А.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Розглядаються задачі чисельного моделювання хімічного та пилового забруднення атмосферного повітря при конвективних метеоумовах, штилю та інверсії. Для рішення задач даного класу розроблені 2D та 3D чисельні моделі, що орієнтовані на оцінювання інтенсивності забруднення рівня пилового та хімічного забруднення повітря на промисловому майданчику ТЕС, а також при пилоутворенні на хвостосховищах. Для розрахунку поширення газоподібних та пилових домішок використовуються рівняння конвективно-дифузійного переносу. Ці моделюючі рівняння враховують: 1. напрям та профіль вітрового потоку; 2. атмосферну стратифікацію; 3. інтенсивність емісії домішки; 4. місце емісії; 5. гравітаційне осадження домішки; 6. геометричну форму джерела забруднення. Положення джерела емісії домішки моделюється за допомогою дельта-функції Дірака.

Поле швидкості повітряного потоку розраховується на базі моделі потенціального руху. Для моделювання стану штилю та інверсії використовується модель М. Берлянда для розрахунку вертикального коефіцієнту атмосферної дифузії. Чисельне інтегрування рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки здійснюється за допомогою різницевих схем та методу розщеплення. Моделююче рівняння масопереносу розщеплюється на три рівняння: перше рівняння описує конвективний перенос домішки, друге рівняння – перенос домішки за рахунок дифузії, третє рівняння описує зміну концентрації домішки внаслідок дії джерела емісії. Далі будуються неявні кінцево-різницеві схеми [1, 2], що дозволяють розв'язати рівняння розщеплення. Особливістю використаних різницевих схем є те що на кожному кроці розщеплення розрахунок здійснюється за явною формулою. Це дозволяє створити простий алгоритм розрахунку концентрації домішки в умовах штилю та інверсії.

На базі розроблених чисельних моделей проведений комплекс розрахунків по визначенню областей небезпеки на промисловому майданчику Придніпровської ТЕС для умов штилю, інверсії та конвекції. Наведені результати комп'ютерного моделювання забруднення повітря при емісії пилу від штабелів вугілля та емісії пилу від хвостосховищ при використанні водяної системи пилопригнічення, а також при використанні перешкод.

Список літературних джерел

1. Біляєв М. М. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях: монографія / Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. – Дніпро: Журфонд, 2022. – 268 с.

2. Пшинько А. Н. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях: монографія / Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. – Днепропетровск: Нова ідеологія, 2011. – 166 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНОСУ ТА ГІДРОДИНАМІКИ

Біляєв М. М., Козачина В. В., Коваленко А. С., Чірков А. О., Чирва М. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

В роботі представлено декілька класів чисельних моделей для рішення комплексних задач в галузі очистки стічних вод, а також в галузі гідродинаміки та масопереносу в підземних водах. Для моделювання процесу біологічного очищення води в аеротенках використовуються наступні рівняння [2]: балансові рівняння масопереносу для субстрату, активного мулу та кисню сумісно з моделлю Моно; двовимірне рівняння масопереносу для субстрату, активного мулу та кисню сумісно з моделлю Моно; тривимірне рівняння масопереносу для субстрату, активного мулу та кисню сумісно з моделлю Моно. Гідродинаміка течії розраховується на базі рівняння Лапласа для потенціалу швидкості.

Другий клас моделей розроблений для дослідження ефективності очистки стічних вод у відстійниках [3, 4], що мають складну геометричну форму та додаткові елементи, що змінюють гідродинаміку течії в спорудах. Моделі включають [1]: 2D та 3D рівняння для потенціалу швидкості (розрахунок поля швидкості у відстійниках); рівняння масопереносу вагової домішки.

Рішення рівнянь здійснюється чисельним шляхом. Здійснена комп'ютерна реалізація побудованих чисельних моделей. Розроблений спеціалізований пакет комп'ютерних програм. Для програмування використовувався FORTRAN.

Третій клас моделей розроблений для аналізу динаміки підземних вод при роботі дренажу на забудованій території. Крім цього побудовані чисельні моделі для аналізу масопереносу домішки в ґрунтових водах. Моделювання здійснюється на базі рівнянь фільтрації та масопереносу домішки в ґрунтових водах. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються неявні схеми розщеплення.

Наводяться результати комп'ютерного моделювання роботи на базі розроблених чисельних моделей.

Список літературних джерел

1. Беляев Н. Н. Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных отстойниках : монография / Беляев Н. Н., Козачина В. А. – Днепропетровск : Акцент ПП, 2015. – 115 с.
2. Біляєв М. М. Комп'ютерне моделювання процесів біологічної очистки стічних вод / Біляєв М. М., Козачина В. А., Гунько О. Ю., Лемеш М. В. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 186 с.
3. Hydrodynamic Behavior of Flow in a Drinking Water Treatment Clarifier / Wen-Jie Yang, Syuan-Jhin Wu, Yu-Hsuan Li, Hung-Chi Liao, Chia-Yi Yang, Keng-Lin Shin, Rome-Ming Wu // Computation Fluid Dynamics. – Rijeka: InTech, 2010. – P. 405-420.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ У ВИПАДКУ РАПТОВОЇ ЕМІСІЇ НА АЕС

Біляєва В. В., Машихіна П. Б., Форись С. М.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Оцінювання зон радіоактивного забруднення при виникненні можливих екстремальних ситуацій на АЕС – є задачею особливої важливості [1]. Для рішення цієї задачі розроблена математична модель, що дозволяє в режимі реального часу розраховувати розміри та інтенсивність зон радіоактивного забруднення повітря та підстилаючої поверхні в разі викиду радіонуклідів на АЕС. Модель базується на використанні тривимірного рівняння масопереносу, що записано відносно об'ємної активності радіонуклідів. Моделююче рівняння дає можливість враховувати: тип викиду (залповий, довгостроковий, напівперервний); тип стану атмосфери; профіль вітру; швидкість вітру, напрям вітру; місце аварійної емісії радіоактивної домішки; час напіврозпаду домішки.

Для чисельного інтегрування рівняння масопереносу радіонукліда використовуються змінно-трикутні кінцево-різницеві схеми розщеплення [2]. На кожному кроці розщеплення визначення об'ємної концентрації радіонуклідів здійснюється за явною формулою. Створений комп'ютерний код для проведення обчислювального експерименту.

Для експрес прогнозу зон радіоактивного забруднення повітря та підстильної поверхні розроблена двовимірна чисельна модель, що базується на чисельному інтегруванні рівняння масопереносу осередненого по висоті переносу домішки. Для чисельного інтегрування цього рівняння використовується схема Мак-Кормака.

На підставі розрахунку полів об'ємної концентрації радіонуклідів в атмосферному повітрі визначається площа радіоактивного забруднення земної поверхні та водного середовища, якщо радіоактивна хмара рухається над поверхнею водойми.

Представлені результати проведених обчислювальних експериментів по визначенню зон радіоактивного забруднення при ймовірній емісії радіоактивних домішок на Запорізькій АЕС у випадку різних метеоситуацій. Розглядалися наступні сценарії: 1. миттєвий викид радіонуклідів з різних енергоблоків на АЕС; 2. довгостроковий викид для метеоситуації, коли вітер спрямований на м. Нікополь.

Також отримані прогнозні дані, щодо ступеню радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь біля АЕС для різних метеоумов.

Список літературних джерел

1. Бруязцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязцкий. – Киев : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.

2. Біляєв М. М. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях / Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. – Дніпро : Журфонд, 2022. – 268 с.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В МАТЕМАТИЧНОМУ ТА ІНФОРМАЦІЙНОМУ МОДЕЛЮВАННІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ Р-І-N-СТРУКТУР

Бомба А. Я.¹, Мороз І. П.², Лістєв З. С.¹

¹ Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

² Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Напівпровідникові р-і-n-структури (рис.1) в об'ємному та інтегральному виконанні широко використовуються у техніці надвисоких частот для комутації електромагнітних хвиль (ЕМХ) завдяки можливості формування в активній області р-і-n-структури (і-області) високопровідної електронно-діркової плазми [1].

Робота р-і-n-структур ґрунтується на протіканні низки фізичних процесів (у основному – нелінійних): дифузійно-дрейфових процесів протікання електронного і діркового струмів, процесів генерації і рекомбінації носіїв заряду в об'ємі і на поверхні структури, інжекційні процеси носіїв заряду з високолегованих (р та n) областей в і-область, процесів нагрівання напівпровідникового кристалу внаслідок протікання струмів, процесів теплопередачі в об'ємі структури та через її бічну поверхню у навколишнє середовище, процесів поширення високочастотної ЕМХ в активній області із взаємодією із електронно-дірковою плазмою (за певних умов). Відповідно, математична модель процесу комутації ЕМХ є нелінійною і об'єктивно ґрунтується на використанні системи рівнянь неперервності електронно-діркових струмів, рівняння Пуассона, системи рівнянь Максвелла, рівнянь теплопровідності з відповідними граничними умовами [1-3].

Математична модель комутатора містить природним чином сформовані малі параметри так, що рівняння Пуассона є сингулярно збуреним, а рівняння теплопровідності – регулярно збуреним [2-4]. Тому для отримання розв'язків

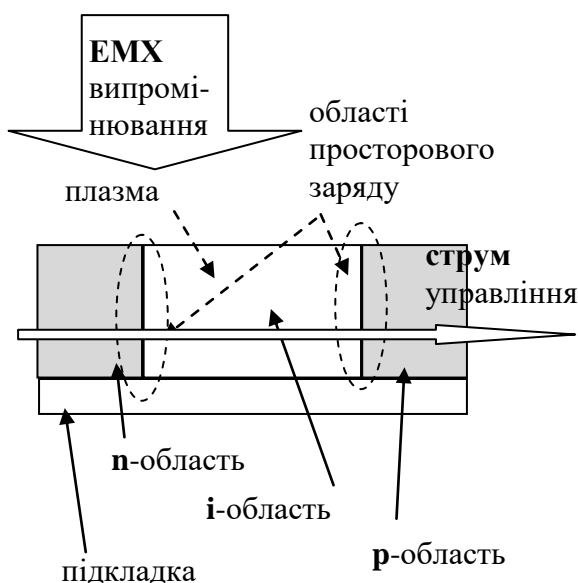


Рис.1 Схематичне зображення елемента р-і-n-структури

поставленої задачі ефективними є методи теорії збурень, які приводять поставлену нелінійну крайову задачу до рекурентної послідовності лінійних неоднорідних крайових задач. Відповідний обчислювальний алгоритм задачі допускає проведення розпаралелювання обчислень.

Комп'ютерне моделювання для вивчення фізичних процесів у р-і-n-структурі, необхідність візуалізації результатів моделювання, потреби проектування р-і-n-структур із заданими характеристиками, проведення оптимізаційних заходів спонукає до розробки інтегрованого інформаційного середовища.

Відповідні і математичні, і

інформаційні моделі, очевидно, містять велику кількість взаємопов'язаних (взаємодіючих) елементів, які перетворюють досліджувані об'єкти у складні системи з детермінованими характеристиками. Тут виникає можливість залучення інструментів системного аналізу для підвищення ефективності досліджень [5]. Актуальними вважаємо питання визначення функціоналу математичної та інформаційної складових системи «р-і-п-структура», її складу, структури, постановка та розв'язання відповідних задач аналізу та синтезу, оптимізаційних задач тощо.

Результатом проведення системного аналізу є визначення архітектури відповідного програмного комплексу та опис її за допомогою певної системи загальноприйнятих абстракцій (наприклад, засобами об'єктно-орієнтованої уніфікованої мови моделювання UML). Важливими питаннями тут є вибір певних абстрактних рівнів програмної системи, визначення елементів обробки (з урахуванням можливості розпаралелювання обчислювальних процесів), елементів даних, конекторів, розробка інтерфейсу та проведення оптимізаційних заходів на завершальних етапах проектування програмного комплексу, що призначений для моделювання р-і-п-структур.

Список літературних джерел

1. Sze, S. *Physics of Semiconductor Devices* / S. Sze, K. Kwok. – New York: Wiley-Interscience, 2006. – 815 p.
2. Bomba A.Ya. Development and analysis of a mathematical model of plasma characteristics in the active region of integrated P-I-N-structures by the methods of perturbation theory and conformal mappings / A.Ya. Bomba, I.P. Moroz, M.V. Wojchura // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – №5 (113). – 2021. – P. 51-61.
3. Bomba A.Ya. The optimization of the shape and size of the injection contacts of the integrated p-i-n-structures on the base of using the conformal mapping method / A.Ya. Bomba, I.P. Moroz, M.V. Wojchura // *Radio Electronics, Computer Science, Control*. – 1. – 2021. – P.14-27.
4. Vasil'eva A.B. *The Boundary Function Method for Singular Perturbation Problems* / A.B. Vasil'eva, V.F. Butusov, L.V. Kalachev. – SIAM: Philadelphia, 1995.
5. Бідюк П. І. Системи і методи підтримки прийняття рішень / П. І. Бідюк, О. Л. Тимощук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевнік. – К.: В-во НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2022. – 610 с.

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КОРПУСА ЕКСТРУДЕРА

Витвицький В. М., Витвицький Вл. М., Мікульонок І. О.,

Сокольський О. Л., Шилович Т. Б.

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

Галузь виробництва виробів з полімерних матеріалів є однією з провідних галузей промисловості розвинених країн світу. Полімери застосовуються майже в усіх сферах виробництва й споживання, при цьому попит на вироби із полімерів і пластмас у машинобудуванні, будівництві, транспорті, сільському господарстві й медицині стабільно зростає [1].

Одним з найбільш використовуваних видів обладнання для перероблення полімерних матеріалів є екструзійне обладнання, а найбільш широко поширеним типом екструзійного обладнання – одночерв'ячні екструдери [2].

Авторами запропоновано вдосконалений спосіб складання завантажувальної секції циліндра одночерв'ячного екструдера, що включає розміщення знімної циліндричної гільзи в циліндричному каналі корпусу, де новим конструктивним рішенням буде нанесення термопасти щонайменше на одну з їхніх сполучних циліндричних поверхонь [3].

Такий спосіб складання корпусу дає змогу замінити повітря термопастою в кільцевому проміжку між циліндричною гільзою й циліндричним каналом корпусу, знизити термічний опір теплопередачі від перероблюваного матеріалу до охолоджувальної води і як наслідок, зменшити її витрату. Для перевірки енергоефективності запропонованого технічного рішення планується провести окремі дослідження, а у даному матеріалі поставлено за мету попередньо перевірити модернізовану конструкцію (рис. 1) на міцність у програмному комплексі Ansys [4].

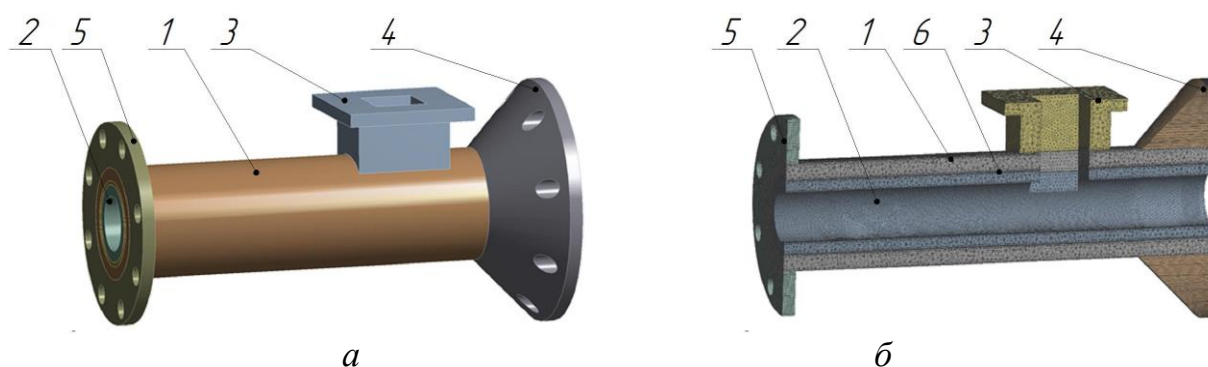


Рисунок 1 – 3D-модель модернізованої конструкції корпусу: *a* – повна конструкція; *б* – повздовжній переріз конструкції, розбитої на скінченні елементи (розмір комірки 2 мм): 1 – корпус, 2 – гільза, 3 – воронка завантажувальна, 4, 5 – фланці бічні, 6 – теплопровідна вставка

При цьому теплопровідну вставку між корпусом і гільзою відповідно до отриманого патенту і для перевірки заявлених властивостей задавали як термопасту із теплопровідністю мінімум 4 Вт/(м·К) [5], а матеріал виконання корпусу, гільзи всередині, завантажувальної воронки та бічних фланців як леговану сталь з такими характеристиками: модуль пружності під час розтягу $E =$

$2,1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,28$, густина $\rho = 7700$ кг/м³, границя плинності $\sigma_T = 620$ МПа.

Закріплення задано по бічній поверхні одного із фланців по трьох осях (жорстке закріплення), а зсередини гільзи задано навантаження 50 МПа, як імітація тиску від матеріалу, що згідно з працею [2] є достатнім навантаженням для більшості випадків і підходить для тесту конструкції на міцність.

Результати розрахунку у вигляді еквівалентних напружень за Мізесом показані на рис. 2, а, а сумарних деформації – на рис. 2, б.

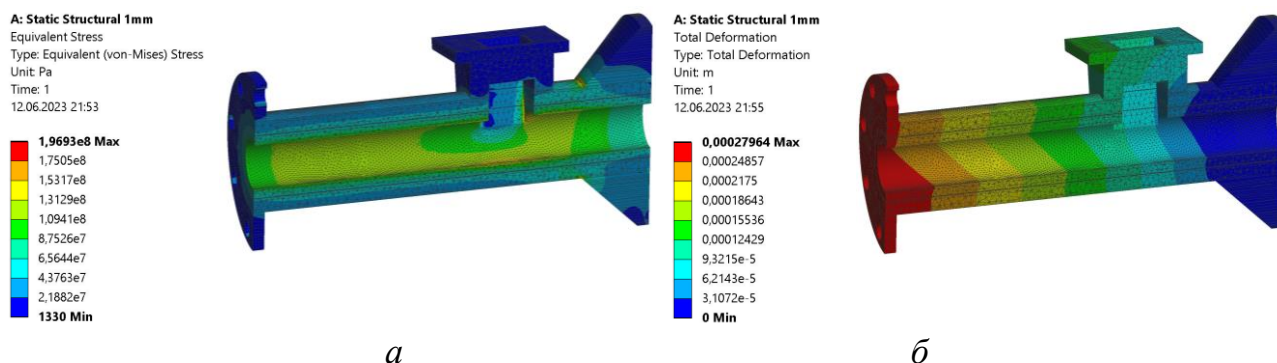


Рисунок 2 – Результати розрахунку модернізованої конструкції корпусу:
а – еквівалентні напруження за Мізесом, Па; б – сумарні деформації, м

При цьому найбільші еквівалентні напруження за Мізесом $\sigma_{\text{екв}} = 197$ МПа, а найбільші деформації $\Delta_{\text{max}} = 0,28$ мм. Коефіцієнт запасу міцності конструкції становить

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{620}{197} = 3,15, \quad (1)$$

а отже напруження конструкції менше допустимих і конструкція корпусу є працездатною.

Список літературних джерел

1. Витвицький В.М., Мікульонюк І.О. Моделювання процесу живлення черв'ячного екструдера полімерною сировиною. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 136 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41177>

2. Мікульонюк І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навч. посіб. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084>.

3. Спосіб складання завантажувальної секції циліндра одночерв'ячного екструдера : пат. 153651U Україна. № u202301131 ; заявл. 20.03.2023 ; опуб. 03.08.2023, Бюл. № 31. 4 с.

4. Ansys : Engineering Simulation Software. URL: <https://www.ansys.com> (дата звернення: 10.10.23)

5. Термопаста TS-4 – Радиомат РСК компоненти. URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/termopasta-ts-4-4-vt-m-k-7g-2ml_122551.html (дата звернення: 10.10.23)

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИЦІЙНИХ ТРУБ**Витвицький В. М., Мікульонок І. О.,
Сокольський О. Л., Витвицький Вл. М.**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Київ, Україна

Полімерні композиційні матеріали в наш час дуже розповсюджені, адже вони мають низку переваг порівняно з традиційними конструкційними матеріалами, такими як полімери та метали. Зокрема, виробництвом трубопроводів з композитних матеріалів у світовій практиці займаються вже більше півстоліття. Композити дали змогу вирішити серйозну проблему корозії, яка приносила великі збитки при експлуатації металевих труб [1].

Актуальним є пошук нових шляхів отримання полімерних композиційних матеріалів та вдосконалення способів виробництва композитних виробів, зокрема полімерних композиційних труб [2]. Авторами було запропоновано нове конструктивне рішення щодо вдосконалення головки екструдера для виготовлення полімерних композиційних труб і отримано патент України на корисну модель [3].

Мета вдосконалення – збільшити міцність полімерних труб шляхом додавання композитних волокон до екструзійної головки в процесі формування продукту виробництва. У даній роботі наведено результати перевірки міцності композитних труб порівняно з базовими алюмінієвими, що були отримані шляхом моделювання навантаження у програмному комплексі Ansys [4].

Було досліджено трубу у вигляді вертикально розташованого і консольно закріпленого флагштоку, довжиною 500 мм, зовнішнім радіусом труби 45 мм і товщиною стінки 5 мм, що складається з шарів полімеру та композиту з волокнистим наповнювачем, при цьому волокна можуть бути розміщені центральним або внутрішнім шаром (рис. 1). Як волокна було взято вуглеволокно (ВВ) або скловолокно (СВ), при цьому вміст волокон у шарі композиту змінювали від 30 % до 80 %.

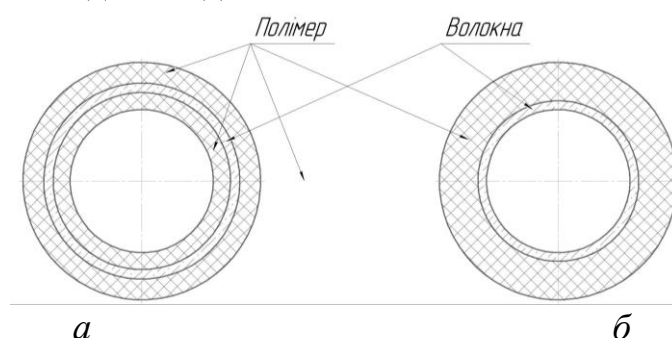


Рисунок 1 – Варіанти виконання труб: *a* – з центральним розміщенням волокон;
б – з внутрішнім розміщенням волокон

Як навантаження було прийнято 500 МПа бічного тиску на трубу. Було взято середні значення по властивостям різних марок матеріалів, при цьому задано границю міцності для вуглеволокна 3500 МПа, для скловолокна 3050

МПа, для полімеру (у нашому випадку взято полівінілхлорид) 52 МПа, для алюмінію 90 МПа.

В таблиці 1 наведено результати моделювання, розрахована границя міцності – обчислені з урахуванням різного відсотку вмісту композиту в трубі, коефіцієнт запасу було обчислено як відношення розрахованої граничної міцності до максимально отриманого напруження.

Таблиця 1 – Результати моделювання

Матеріал, вміст (%) та розташування композиту	Максимальні напруження, МПа	Розрахована гранична міцність, МПа	Коефіцієнт запасу міцності	Деформації, мм
ВВ 30%, центр	62,57	667,44	10,67	86,91
ВВ 30%, внутрішнє	65,50	667,44	10,19	77,95
СВ 30%, центр	40,26	586,44	14,57	190,51
СВ 30%, внутрішнє	36,49	586,44	16,07	205,48
ВВ 70% , центр	90,19	776,08	8,61	38,63
ВВ 70%, внутрішнє	90,55	776,08	8,57	43,62
СВ 70% , центр	60,53	676,38	11,17	111,98
СВ 70%, внутрішнє	57,32	676,38	11,80	123,9
ВВ 80%, центр	88,28	879,52	9,96	34,21
ВВ 80%, внутрішнє	71,91	879,52	12,23	39,40
СВ 80%, центр	57,78	771,52	13,35	101,74
СВ 80%, внутрішнє	41,36	771,52	18,66	116,87
Алюміній	34,47	90,00	2,61	61,92

Порівнявши отримані значення коефіцієнта запасу міцності для всіх розрахованих варіантів, однозначно бачимо, що використання композитних труб замість металевих значно підвищує міцність конструкції. При цьому СВ показує себе краще, ніж ВВ. Також видно, що такі труби здатні витримувати й більші навантаження.

Для усіх варіантів розрахунку бачимо, що положення армувальних волокон впливає однаково: чим ближче розміщені волокна до внутрішньої стінки, тим менші напруження виникають у конструкції, проте збільшуються деформації.

Список літературних джерел

1. Мікульонюк І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084>.

2. Сокольський О.Л., Сівецький В.І., Мікульонюк І.О. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас. Київ : НТУУ «КПІ», 2014. 148 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25307>

3. Екструзійна головка: пат. 153031U Україна. № u202204446 ; заявл. 28.11.2022 ; опуб. 10.05.2023, Бюл. № 19. 4 с.

4. Ansys : Engineering Simulation Software. URL: <https://www.ansys.com> (дата звернення: 10.10.23)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ШАРУВАТИХ КОНСТРУКЦІЯХ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ

Глухов Ю. П.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Київ, Україна

Специфічні інженерні проблеми і закони внутрішнього розвитку фундаментальних досліджень вимагають послідовного і більш повного врахування фізико-механічних характеристик матеріалів та інших властивостей, що мають реальні тіла. Одним із важливих факторів при розв'язанні таких задач є врахування початкових (залишкових) напружень, що є практично в усіх елементах конструкцій і зумовлені як технологічними, так і природними причинами. Все це вимагає побудови моделей деформування пружних матеріалів адекватних реальним процесам, розробки нових та розвиток відомих аналітичних і чисельних методів їх дослідження.

Дане дослідження спрямовано на вивчення закономірностей хвильових процесів в пружних тілах при врахуванні ряду ускладнюючих факторів: різних моделей шаруватого покриття, початкових напружень, різних швидкостей руху поверхневого навантаження. Розв'язок вказаних задач передбачає встановлення закономірностей впливу початкових напружень, швидкості руху навантаження, геометричних та механічних характеристик покриття на напружено-деформований стан пружної основи.

В даній роботі розглянута плоска задача про дію рухомого поверхневого навантаження на пружну основу з захисним покриттям та початковими напруженнями. Розглядаються і порівнюються дві моделі пружного двошарового півпростору: 1) верхній шар (захисне покриття) моделюється зосередженими масами; 2) рух поверхневого шару описується системою рівнянь з теорії пластин.

Досліджується попередньо напружений півпростір з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару. Граничні поверхні плоскі і паралельні між собою. Матеріал півпростору – ізотропний в ненапруженому стані. Початковий напружено-деформований стан півпростору вважається однорідним.

Зосереджена сила інтенсивності P рухається з постійною швидкістю під кутом α по вільній поверхні захисного шару на протязі великого проміжку часу.

Передбачається, що картина деформацій інваріантна відносно часу в системі координат, що рухається разом з навантаженням.

Припускаємо, що напруження, що виникають за рахунок дії навантаження, значно менші початкових напружень. Це припущення дозволяє застосовувати лінеаризовану теорію пружності [1] для опису додаткового напруженого стану, викликаного дією навантаження.

Шар товщиною h моделюється зосередженими масами з густиною ρ_1 . Таким чином, нормальна і дотична складові навантаження будуть $P\delta(y_1)\sin\alpha + \rho_1 h \ddot{u}_1$ і $P\delta(y_1)\cos\alpha + \rho_1 h \ddot{u}_2$. Тут u_1, u_2 - переміщення точок півпростору.

Рівняння руху пластини записуються з урахуванням зсуву та інерції обертання [3].

Вважаємо можливими два варіанта контакту між елементами шаруватого середовища: жорсткий контакт і нежорсткий контакт.

Для розв'язку задач застосовується метод інтегральних перетворень Фур'є та метод комплексних потенціалів [1].

Пружна пластина на попередньо напруженому півпросторі при дії рухомого навантаження з використанням метода Фур'є розглядалася в роботі [2] та інших. При відсутності поверхневого шару точний розв'язок задачі для півпростору з початковими напруженнями з використанням комплексних потенціалів був отриманий в роботі [1].

Застосовуючи метод комплексних потенціалів, отримуємо результати аналогічні тим, які були отримані методом інтегральних перетворень Фур'є.

Аналітичні результати приведені в загальному вигляді для стисливого та нестисливого матеріалів з довільним пружним потенціалом, для випадків нерівних і рівних коренів характеристичних рівнянь, для різних умов сполучення елементів шаруватого середовища і для будь-якої швидкості руху навантаження.

Чисельні розрахунки були проведені в рамках теорії скінченних початкових деформацій для матеріалів з пружним потенціалом гармонічного типу і з пружним потенціалом типу Бартенева-Хазановича.

Вивчений вплив тонкого поверхневого шару, початкових напружень і швидкості руху поверхневого навантаження на розподіл швидкостей переміщень і напружень в пружній основі з початковими напруженнями.

Значення параметрів, що характеризують напружено-деформований стан основи і їх залежність від початкових напружень, визначаються координатами даної точки. Існують області півпростору, в яких значення напружень і швидкостей переміщень мало залежать від початкових деформацій.

При дозвукових швидкостях руху амплітуди параметрів, що досліджувались, значно більші для першої моделі півпростору (зосереджені маси). При трансзвукових та надзвукових швидкостях така відмінність є не значною.

Отримані оцінки можуть бути використані для аналізу результатів розрахунків більш складних моделей шаруватих середовищ, що піддаються впливу рухомих навантажень в процесі експлуатації.

Список літературних джерел

1. Гузь А.Н. Механика хрупкого разрушения материалов с начальными напряжениями. - Киев: Наук. думка, 1983. - 296 с.
2. Гузь А.Н., Бабич С.Ю., Глухов Ю.П. Смешанные задачи для упругого основания с начальными напряжениями. – Германия, 2015. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 468 с.
3. Achenbach J.D., Keshawa S.P., Herrmann G. Moving load on a plate resting on an elastic half space // Trans. ASME. Ser. E. J. Appl. Mech. – 1967.- 34, № 4. – P. 183 – 189.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕДУВАННЯ ТРИШАРОВОЇ ОБОЛОНКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ «КОНУС-ЦИЛІНДР» ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ЛОКАЛЬНИХ ТА ЗАГАЛЬНИХ ФОРМ ВТРАТИ СТІЙКОСТІ

Грищак В. З.¹, Грищак Д. В.², Д'яченко Н. М.³, Санін А. Ф.⁴, Сухий К. М.⁵

¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

² Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України, Київ, Україна

³ Запорізький національний університет, Запоріжжя, Україна

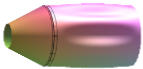
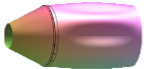
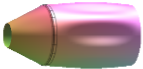
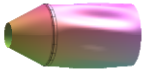
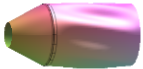

⁴ Дніпровський Національний університет ім. Олеса Гончара, Дніпро, Україна

⁵ Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна

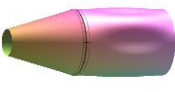
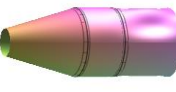
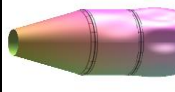
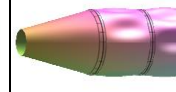
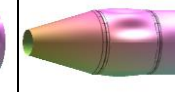
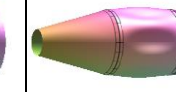

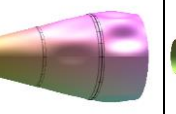
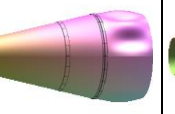
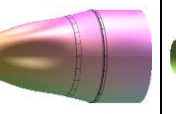
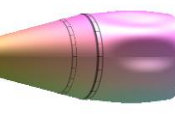

При проектуванні сучасних тонкостінних оболонкових конструкцій значна увага приділяється проблемам стійкості та міцності під дією зовнішнього нормального тиску, осьового зусилля та крутного моменту. Для покращення експлуатаційних характеристик при мінімальній матеріаломісткості використовують композитні матеріали [4, 5] або тришарові, що складаються з двох зовнішніх жорстких шарів і внутрішнього шара-наповнювача незначної жорсткості і щільності [1, 2]. Останнім часом значна увага приділяється теоретичним та експериментальним дослідженням складених конструкцій типу «конус-циліндр» [3]. Дослідження втрати стійкості супроводжується візуалізацією характеру хвилеутворення оболонок у критичному стані [3]. Суттєвим засобом збільшення стійкості оболонкової конструкції є підкріплення її торцевими і проміжними шпангоутами [3].

В роботі запропонована математична модель і метод аналітико-чисельного підходу для дослідження стійкості тришарової складеної підкріпленої оболонкової конструкції типу «конус-циліндр» при комбінованому зовнішньому навантаженні (зовнішнім тиском q^* , осьовим зусиллям T^* , крутним моментом M^*), здатному викликати локальний і загальний біфуркаційний стан. На основі візуалізації хвилеутворення форм втрати стійкості досліджується питання раціонального проектування, пов'язаного із вибором параметрів жорсткості проміжних шпангоутів та місця їх розміщення (k_{cyl} , k_{cone}) на відсіках складеної тришарової конструкції з метою можливості зниження вагових характеристик досліджуваної системи (табл. 1 та 2).

Таблиця 1 – Хвилеутворення при втраті стійкості конструкції «конус-циліндр» з параметрами циліндра $L = 2.5R$, конуса $l_0 = 0.4l_1$, $\alpha = 60^\circ$, шару $h_3/h_0 = 0.6$, $E_3/E_1 = 0.01$ та жорсткостей шпангоута $G_1 = 5000$, $G_2 = 10$

	$M^* = 0$			$M^* = 19$		
						
T^*	-3	0	1	-1.9	0	1.9
n	7	6	6	7	7	7
q^*	0.95675	0.69778	0.5962	0.68714	0.43207	0.09139

Таблиця 2 – Аналіз розміщення проміжного шпангоута

$L = 3R, l_0 = 0.4l_1, \alpha = 75^\circ, M^* = 0, T^* = 0, G_1 = 5000, G_2 = 10$						
	1 шпанг.	2 шпангоути: стикувальний і проміжний				
						
k_{cyl}	-	0.4	0.5	0.53	0.6	0.7
n	5	6	7	7	7	6
q^*	3.12951	5.21565	6.26242	6.48832	6.04131	5.15638
$l_0 = 0.4l_1, \alpha = 75^\circ, M^* = 0, T^* = 0, G_1 = 5000, G_2 = 10$						
	1 шпанг.	2 шпангоути: стикувальний і проміжний				
		$L = R$			$L = 2R$	
						
k_{cone}	-	0.5	0.7	0.8	$k_{cone} = 0.8$	$k_{cyl} = 0.39$
n	5	7	8	5	6	5
q^*	7.89206	10.04077	11.08547	11.17728	4.94667	8.07674

Запропоновані розв'язки та результати досліджень можуть бути застосовані в інженерних розрахунках, зокрема в авіаційних та ракетно-космічних системах для визначення параметрів раціонального проектування конструкцій нової техніки.

Список літературних джерел

1. Boorboor Ajdari M. A. The analytical solution of the buckling of composite truncated conical shell under combined external pressure and axial compression / Ajdari M. A. Boorboor, S. Jalili, M. Jafari, J. Zamani, M. Shariyat // J. Mech. Sci. and Technology. – 2012. – Vol. 26, No 9. – P. 2783–2791.
2. Gristchak V. Z. Efficient Approximate Analytic Solution for the Problem of Stability of a Three-Layer Conic Shell Under Combined Loading / V.Z. Gristchak, D.D. Hryshchak, N.M. Dyachenko // J. Math. Sci. –2021. Vol. 254, No 1. – P. 71–88.
3. Ifayefunmi O. An Overview of Buckling and Imperfection of Cone-Cylinder Transition under Various Loading Condition / O. Ifayefunmi, M. S. Ismail // Lat. Am. J. Solids Struct.. – 2020. – Vol. 17, No 8. – e329.
4. Slyvynskiy V. I. Thermally and dimensionally stable structures of carbon-carbon laminated composites for space applications / V. I. Slyvynskiy, A. F. Sanin, M. E. Kharchenko, A. V. Kondratyev // Proc. Int. Astronautical Congr., IAC. – 2014. – Vol. 8. – P. 5739–5751.
5. Sukhyu K. M. Influence of polyoxypyrylene triamine and content of oxirane rings on properties of epoxy-polysulfide composites / K. M. Sukhyu, E. A. Belyanovskaya, A. N. Nosova, Y. S. Kocherhin, T. I. Hryhorenko // J. Chemistry and Technologies. – 2022. – Vol. 30, No 4. – P. 577–587.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ТЯГОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ СПІЛЬНО З ЕНЕРГОСИСТЕМАМИ, ЩО ЇХ ЖИВЛЯТЬ

Доманський І. В.

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

Основою імітаційних моделей тягових і промислових електричних мереж є формування і розрахунок миттєвих схем. Виключно зручний апарат для моделювання миттєвих схем подає теорія графів [1–3]. Припустимо, у момент часу t навантаження мережі мали місце у вузлах, показаних на рис. 1, задаючими струмами. Дерево графа $G_{st} = (V_{st}, L_{st})$ виділено жирними лініями.

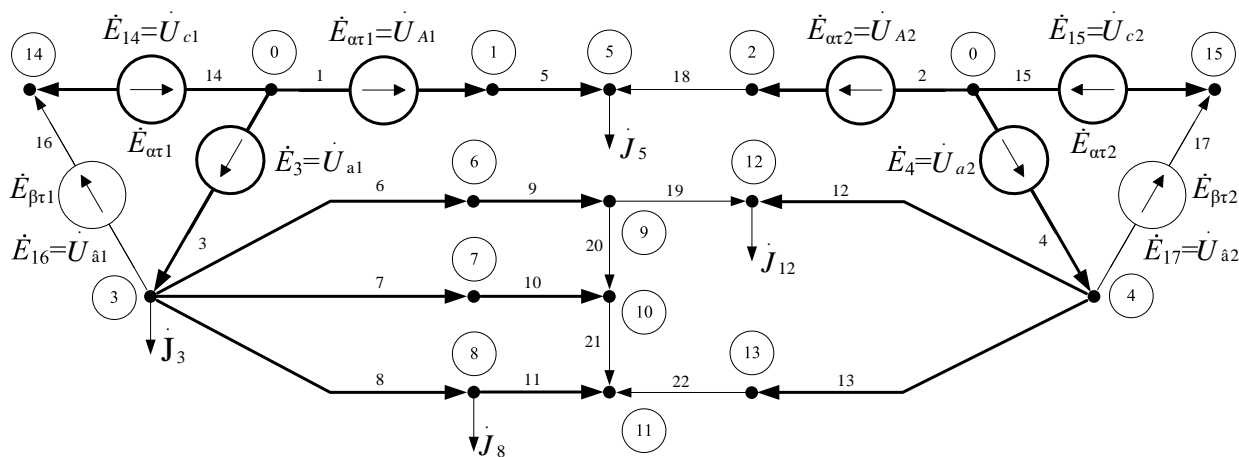


Рисунок 1 – Миттєвий граф орієнтований тягової мережі та мережі енергосистеми $G_{st} = (V_{st}, L_{st})$

Складаючи блокові матриці, можна одержати вираз для визначення струмів віток без приведення до однієї базисної напруги всієї схеми:

$$\dot{\mathbf{i}}_{\hat{\mathbf{a}}} = \begin{pmatrix} \dot{i}_{\alpha\xi} \\ \dot{i}_{\alpha\tau} \\ \dot{i}_{\beta\tau} \\ \dot{i}_{\beta\xi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{M} \\ \mathbf{N} \mathbf{Z}_{\hat{\mathbf{a}}} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \mathbf{J} \\ \mathbf{N} \dot{\mathbf{E}}_{\Sigma} \end{pmatrix}; \quad \dot{\mathbf{E}}_{\Sigma} = (\dot{\mathbf{E}} + \dot{\mathbf{E}}_{\tau}) = \begin{pmatrix} \dot{E}_{\alpha\xi} \\ \dot{E}_{\alpha\xi} + \dot{K}\dot{E}_{\beta\tau} \\ \dot{E}_{\beta\xi} + \dot{E}_{\beta\tau} \\ \dot{E}_{\beta\xi} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де $\mathbf{M}_{m \times n}$ і $\mathbf{N}_{k \times n}$ – матриці інцидентій перша і друга; m – кількість вузлів; $k = n - m$ – кількість незалежних контурів; $\mathbf{J} = (\mathbf{J}_1, \mathbf{J}_2, \dots, \mathbf{J}_m)$ – вектор задаючих струмів; $\dot{\mathbf{E}}_{\Sigma}$ – сумарний вектор ЕДС віток. Тут елементи τ у векторах $\dot{\mathbf{E}}_{\tau}$ і $\dot{\mathbf{i}}_{\mathbf{B}}$ зв'язані залежностями $\dot{E}_{\alpha\tau} = \dot{K} \dot{E}_{\beta\tau}$ і $-\dot{K}^* \dot{i}_{\alpha\tau} = \dot{i}_{\beta\tau}$, де \dot{K} – квадратна матриця коефіцієнтів трансформації розмірністю τ ; α – вітки дерева схеми; β – вітки хорд схеми; ξ – вітки дерева і хорд, не зв'язані з трансформаціями.

Розділивши матрицю \mathbf{M} на блоки, можна виділити струми у вітках дерева схеми $\dot{\mathbf{i}}_{\alpha} = (\dot{i}_{\alpha 1}, \dot{i}_{\alpha 2}, \dots, \dot{i}_{\alpha m})$; $\dot{\mathbf{i}}_{\beta} = (\dot{i}_{\beta 1}, \dot{i}_{\beta 2}, \dots, \dot{i}_{\beta m})$. У свою чергу, у векторах $\dot{\mathbf{i}}_{\alpha}$ і $\dot{\mathbf{i}}_{\beta}$ струми віток можна розділити за принципом відсутності і наявності

трансформацій. Тоді $\dot{\mathbf{I}}_{\alpha} = (\dot{I}_{\alpha\xi_1}, \dot{I}_{\alpha\xi_2}, \dots, \dot{I}_{\alpha\tau_1}, \dots, \dot{I}_{\alpha\tau_m})$, $\dot{\mathbf{I}}_{\beta} = (\dot{I}_{\beta\tau_1}, \dot{I}_{\beta\tau_2}, \dots, \dot{I}_{\beta\xi_k})$. Аналогічно сумарний вектор ЕДС віток $(\dot{\mathbf{E}} + \dot{\mathbf{E}}_{\tau})$ можна структурувати за принципом ЕДС віток з трансформаціями дерева і хорд схеми та ін.

Для скорочення витрат машинного часу доцільно перетворити матричні рівняння. З цією метою струми у вітках схеми подають на підставі методу накладення у вигляді суми $\dot{\mathbf{I}}_B = \dot{\mathbf{I}}'_B + \dot{\mathbf{I}}''_B$. Тут складова $\dot{\mathbf{I}}'_B$ пов'язана з контурними струмами співвідношенням $\dot{\mathbf{I}}'_B = \mathbf{N}_t \dot{\mathbf{I}}_K$, де \mathbf{N}_t – транспонована друга матриця інциденцій; $\dot{\mathbf{I}}_K$ – вектор контурних струмів. Складову $\dot{\mathbf{I}}''_B$, залежну від задаючих струмів поїздів, можна знайти з виразу $\dot{\mathbf{I}}''_B = \begin{pmatrix} \mathbf{M}_{\alpha}^{-1} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} \mathbf{j}$, де \mathbf{M}_{α}^{-1} – обернена матриця інциденцій для дерева схеми.

Тоді для визначення струмів у вітках схеми за відомим навантаженням поїздів і навантаженням зовнішньої системи електропостачання одержимо вираз

$$\dot{\mathbf{I}}_B = \mathbf{N}_t \left\{ (\mathbf{N} \mathbf{Z}_B \mathbf{N}_t)^{-1} \left[\mathbf{N} (\dot{\mathbf{E}} + \dot{\mathbf{E}}_{\tau}) - \mathbf{N} \mathbf{Z}_B \begin{pmatrix} \mathbf{M}_{\alpha}^{-1} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} \mathbf{j} \right] \right\} + \begin{pmatrix} \mathbf{M}_{\alpha}^{-1} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} \mathbf{j}. \quad (2)$$

Падіння напруги на ділянці мережі від будь-якого вузла до базисного знаходиться за виразом

$$\Delta \dot{\mathbf{U}} = \mathbf{M}_{\alpha}^{-1} \dot{\mathbf{U}}_{\alpha}, \quad (3)$$

де $\dot{\mathbf{U}}_{\alpha} = \mathbf{Z}_{\alpha} \dot{\mathbf{I}} - \dot{\mathbf{E}}_{\alpha}$ – вектор падіння напруги на вітках дерева схеми; $\dot{\mathbf{E}}_{\alpha}$ – ЕДС у вітках дерева схеми.

Розрахунок втрат енергії в тягових мережах зводиться до послідовного розрахунку ряду модельованих миттєвих схем

$$\Delta W = \sum_{i=1}^T \Delta S_i = \sum_{i=1}^T \dot{\mathbf{I}}_{ti} \mathbf{Z}_{Bi} \dot{\mathbf{I}}_{Bi}^*, \quad (4)$$

де ΔS_i – втрати потужності миттєвої схеми; $\dot{\mathbf{I}}_t = (\dot{I}_{t1}, \dot{I}_{t2}, \dots, \dot{I}_{tn})$ – транспонований вектор струмів у вітках схеми; \mathbf{Z}_B – матриця опорів віток; $\dot{\mathbf{I}}_B = (\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dots, \dot{I}_n)$ – спряжений вектор струмів у вітках схеми; T – кількість вирішених миттєвих схем; n – кількість віток схеми.

Список літературних джерел

1. Рене Пелисье Энергетические системы / Пелисье Рене : пер. с франц. [предисловие и коммент. В.А. Веникова]. – М. : Высш. шк., 1982. – 568 с.
2. Корниенко В.В. Электрификация железных дорог. Мировые тенденции и перспективы (Аналитический обзор) / В.В. Корниенко, А.В. Котельников, В.Т. Доманский. – Київ : Транспорт Украины, 2004. – 196 с.
3. Доманський І. В. Основи енергоефективності електричних систем з тяговими навантаженнями: монографія. НТУ „ХПІ”. Харків: вид-во ТОВ «Центр інформації транспорту України», 2016. – 224 с.

ВИБІР МОДЕЛІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Кадильникова Т. М., Савчук І. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Одним з актуальних завдань при експлуатації безпілотних летальних апаратів (БПЛА) є визначення навігації в просторі, яка передбачає аналіз ситуації та вибір маршруту. БПЛА, яким необхідно визначити своє місце розташування, для своєї орієнтації в просторі мають на своєму борту пристрій-датчик ГЛОНАСС/GPS, який дозволяє їм встановити, що вони прилетіли в задану точку, азимут до наступної точки, висоту відносно рівня світового океану та іншу інформацію. В ході польоту датчик може втратити сигнал з супутника або перезавантажувати модуль, а БПЛА у цьому випадку втратить орієнтацію в просторі. Без використання GPS орієнтація може здійснюватися декількома методами: барометричний, радіотехнічний, Сонар, ЛІДАР та інші.

Ці методи мають свої мінуси для використання їх на БПЛА: барометричний метод вимірює абсолютну висоту, що не дозволить вимірювати відстань до інших об'єктів; пристрої, що ґрунтовані на радіотехнічному методі, мають значно великі габарити, в порівнянні з іншою встановленою на БПЛА апаратурою; Сонари працюватимуть в ультразвуковому діапазоні в межах до 15-20 метрів; ЛІДАР використовують явища відображення світла і його розсіювання та придатні тільки для прозорих і напівпрозорих середовищ [1].

Одним з варіантів орієнтації БПЛА є застосування елементів контурного аналізу для побудови алгоритму пошуку й порівняння кожного контуру (чи групи контурів) з деяким об'єктом [2]. Враховуючи той факт, що невелика зміна місцевості може привести до сильної зміни контурів, застосовувати контурний аналіз можна лише в режимі реального часу.

В процесі пошуку здійснюється порівняння описів тестового і шаблонного зображень по деякій вибраній метриці, і, як правило, здійснюється кореляція. Один з можливих підходів до рішення задачі порівняння полягає в тому, щоб використати алгоритми машинного навчання для побудови моделей класів об'єктів і алгоритми виведення для пошуку об'єктів на зображенні. Для графічних об'єктів на місцевості, як показує практика, доцільно застосовувати математичну теорію розпізнавання образів [3]. Побудова математичної моделі об'єкта розпізнавання складається з двох етапів:

1) Визначення характеристичних векторів-ознак для ключових точок об'єкту (кутів, ребер, контурів об'єктів та інше).

2) Тестування моделі на отриманих ознаках для подальшого розпізнавання об'єктів.

На сьогодні існує безліч геоінформаційних систем (ГІС), які зберігають і використовують данні, які зроблені різними способами картографування земної поверхні, та описують реальні об'єкти, такі як дороги, будівлі, водойми, лісові масиви. Реальні об'єкти розділяються на дві категорії: дискретні (дома, територіальні зони) і безперервні (рельєф, рівень опадів, середньорічна

температура). Для представлення цих двох категорій об'єктів використовуються векторні і растрові дані.

У простому варіанті растрові дані складаються з матриці осередків (чи пікселів), де кожен осередок містить конкретні значення, наприклад температуру, висоту, колір та ін. До переваг растрових даних можна віднести наступне:

- проста структура;
- застосування для розширеного просторового і статистичного аналізу даних.

Недоліками растрових даних є наступні:

- занадто великий об'єм зберігання;
- відсутність ідеального масштабування, що призводить до втрати важливої інформації на краях пікселів.

При векторному зберігання даних (у вигляді точок, ліній і полігонів) спостерігається набагато менший об'єм зберігання, ніж при растровому, що дозволяє легко трансформувати дані, проводити над ними бінарні операції, різні типи просторового аналізу. Як приклад, може бути пошук найкоротшого шляху в дорожній мережі.

Вхідними даними алгоритму розпізнавання є формальний опис об'єкту – набір ознак, які виділені з графічного зображення. Вихідні дані одержуються на підставі цієї інформації, а саме, класифікатором приймається рішення про приналежність об'єкту певному класу, а також оцінюється міра достовірності.

Для БПЛА краще мати змішану модель зберігання даних, оскільки для пошуку невідомого кольорового об'єкту на ділянці знімка йому вимагається скористатися растровою картою, знятою при першому прольоті. Але для виділення особливостей карти необхідно також зберігати і векторні об'єкти (наприклад, виділені області, дороги, поля і т. п.). Для розпізнавання дані, що зберігаються в змішаній моделі, подаються як сукупність спостережень у вигляді матриці, кожний стовбець якої представляє собою n-мірний вектор ознак. При цьому сукупність ознак повинна відображати ті властивості об'єкта, які важливі для класифікації, а сама матриця мати розмірність, яка напряму залежить, як від складності розрахункових процедур, так і від витрат на вимірювання характеристик об'єкта.

Завдяки застосування змішаної моделі та математичної теорії розпізнавання образів можливе створення алгоритму позиціонування БПЛА на місцевості без застосування супутникових систем зв'язку ГЛОНАСС/GPS. Це дозволить орієнтування БПЛА маючи на борту лише карту місцевості (знімок зі супутника) та камеру.

Список літературних джерел

1. Безпілотні літальні апарати радіаційної розвідки і сільськогосподарського призначення: монографія / В.Я. Канченко, Р.В. Карнаушенко, О.О. Ключников та ін. НАН України, Ін-т проблем безпеки АЕС. - 2015. 180 с.
2. Ojo J. A. Video-based Smoke Detection Algorithms: A Chronological Survey / J. A. Ojo, J. A. Oladosu // Computer Engineering and Intelligent Systems. – 2014. – Vol. 5, № 7. – P. 38–50.
3. Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів / В. Я. Кутковецький. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2003. – 196 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Каіров О. С., Прокопчук О. І.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

При розробці САПР технологічних процесів (ТП) одним з основних завдань є розрахунок оптимальних параметрів режимів різання, які істотно впливають на якість і продуктивність механічної обробки.

Огляд робіт, присвячених даній проблемі і побудові оптимізаційних математичних моделей, наведено у відомих публікаціях [1-3, 5].

Метою даної роботи є розробка уточненої математичної моделі, що описує процес різання конструкційних матеріалів при токарній обробці, і дослідження оптимальних параметрів режимів різання.

Розглядається токарна операція при поздовжньому точінні зовнішньої поверхні на верстаті з ЧПК для одноінструментального налагодження. В якості керованих параметрів приймаються осьова подача супорта s і швидкість різання v , що виражена через частоту обертання n шпинделя верстата. Критерієм оптимальності прийнято основний технологічний час механічної обробки.

Після перетворень цільова функція приводиться до виду

$$F = n \cdot s \rightarrow \max. \quad (1)$$

Вибір технічних обмежень визначається конкретними умовами технологічного, конструктивного та організаційно-виробничого характеру. Основними обмеженнями є наступні: ріжучі можливості інструмента; потужність електродвигуна головного привода верстата; граничні частота обертання шпинделя і подача, що допускаються кінематикою верстата; міцність і жорсткість ріжучого інструмента; точність обробки; шорсткість оброблюваної поверхні; задана продуктивність верстата. Граничні подача і частота обертання шпинделя обумовлені нерівностями, що допускаються кінематичними характеристиками верстата:

$$n_{\min} \leq n \leq n_{\max}; \quad s_{\min} \leq s \leq s_{\max}. \quad (2)$$

Всі технічні обмеження з урахуванням (2) і цільова функція (1) приводяться до лінійного виду логарифмуванням, тобто переходом до логарифмічних координат, де $n \rightarrow x_1$ та $s \rightarrow x_2$. Виконавши перехід до логарифмічних координат, математичну модель задачі перетворюється до лінійного виду.

Оптимізаційна задача механічної обробки формулюється наступним чином. Знайти значення змінних $\bar{x} = (x_1, x_2)$, що мінімізують вектор цільової функції $F = f(\bar{x})$ в області Ω існування допустимих оптимальних рішень, заданої функціональними обмеженнями $R_i(\bar{x}) \leq R_i^0$ ($i = \overline{1, m}$), $\bar{x} \in \Omega$, де $R_i(\bar{x})$ – функціональна залежність i -го обмеження, що апроксимує основні закономірності процесу різання в залежності від вихідних параметрів і

визначаються кінематикою верстата, характеристиками ріжучого інструменту, технічними вимогами до обробки [1, 2]; R_i^0 – граничне значення i -ої характеристики процесу різання.

Тоді математична модель розглядаємої задачі в лінійній формі може бути представлена в вигляді

$$\begin{aligned} F &= x_1 + x_2 \rightarrow \max; \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 &\leq b_i \quad (i = \overline{1, m}); \\ x_1 &\geq 0; \quad x_2 \geq 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Параметри b_j ($j = \overline{1, m}$) являють собою натуральний логарифм правої частини залежностей функціональних обмежень. Отримана модель (3) описує основні зв'язки оптимізуємих параметрів з технологічними характеристиками токарної операції і відображає процес різання.

Розв'язувана задача зводиться до відшукування серед допустимих невід'ємних значень вектора \bar{x} на кордоні області Ω таких x_1^* і x_2^* , при яких цільова функція приймає екстремальні значення. Для розв'язання розглянутої задачі застосовується симплексний метод [4].

На основі наведеної математичної моделі розроблено програмне забезпечення підсистеми САПР ТП розрахунку оптимальних параметрів режимів різання для токарної операції. Вихідними даними для даного завдання служать характеристики деталі, ріжучого інструменту, обладнання та оброблюваного матеріалу.

Висновки. Розроблена уточнена оптимізаційна математична модель, що описує процес різання конструкційних матеріалів при точінні, і створений на її основі алгоритм розрахунку дозволяють істотно підвищити якість проектних рішень і продуктивність обробки, знизити трудомісткість технологічних операцій.

Список літературних джерел

1. Каіров О. С. САПР технологічних процесів: навчальний посібник / Каіров О. С. – Миколаїв: НУК, 2007. – 152 с.
2. Капустин Н. М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ / Капустин Н. М. – М.: Машиностроение, 1980. – 256 с.
3. Кондаков, А. И. САПР технологических процессов / Кондаков А. И. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
4. Реклейтис Г. Оптимизация в технике: В 2-х кн. / Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. – М.: Мир, 1986. – Кн.1. – 349 с.
5. Сикора Е. А. Оптимизация процессов обработки резанием с применением вычислительных машин / Сикора Е. А. – М.: Машиностроение, 1983. – 226 с.

АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

Книрик Н. Р., Михелєв О. І.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова м. Миколаїв, Україна

Для підвищення конкурентоспроможності вишу на ринку освітніх послуг особливої актуальності набуває завдання прийняття своєчасних управлінських рішень, спрямованих на покращення конкурентного становища навчальних закладів. Для ефективного аналізу конкурентоспроможності пропонується використати метод імітаційного моделювання.

Імітаційна модель взаємовпливу факторів конкурентоспроможності навчального закладу призначена для моніторингу, аналізу, оцінки діяльності організації для прийняття рішень в умовах невизначеності оточення. Експерименти із запропонованою імітаційною моделлю дозволяють зробити аналіз безлічі альтернативних сценаріїв та вибрати найкращу стратегію.

При розробці імітаційної моделі використано комбінацію принципів імітаційного [2], когнітивного моделювання [1]. Початковий стан системи, що моделюється, визначено значеннями параметрів, які визначають частку ринку, рейтинг вузу в даному сегменті ринку, рівень кваліфікації викладацького складу, кількість потенційних студентів та інші показники.

Для проведення сценарного аналізу для вхідних змінних визначаються параметри, що задають їх цільові значення. Змінюючи ці параметри як простого експерименту, можна аналізувати наслідки можливих проектних рішень.

Калібрування моделі складається з багатьох послідовних прогонів моделі з різними значеннями параметрів. За допомогою експериментів можна знайти значення параметрів, при яких результати моделювання найбільше точно відповідають заданим даним.

Під час проведення експериментів аналізу чутливості моделі взаємовпливу чинників конкурентоспроможності можна проаналізувати вплив ключових показників на вектор вихідних параметрів. Аналіз чутливості допоможе також ввести деякі зміни в модель, що розробляється - спростити, наприклад, або, навпаки, аналіз чутливості може показати, які частини моделі було б корисно розробити детальніше.

Ефективний аналіз конкурентного становища навчального закладу на основі запропонованої імітаційної моделі взаємовпливу параметрів конкурентоспроможності навчального закладу дозволяє своєчасно приймати управлінські рішення за зміни зовнішніх факторів, а також прогнозувати наслідки обраного рішення.

Список літературних джерел

1. Кизим М. О., Пилипенко А. А., Зінченко В. А. Збалансована система показників: Монографія. – Харків: ВД «Інжек», 2007. – 192 с.
2. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World / J. Sterman. – Boston : McGrawHill Companies, 2000. – 1008 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Кожура Р. О., Шапка І. В.

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

Математичне моделювання — це математичний опис того процесу, що відбувається експериментально. При взаємодії рідини та твердих часточок модель може описати певний тип реакції та математично перетворити її на рівняння швидкості. В кінетиці реакцій твердого тіла з розчинами було запропоновано багато моделей, розроблених на основі певних механістичних припущень. Частина моделей ґрунтуються на емпіричному досвіді, на основі цих моделей створюються різні вирази для констант швидкості процесів.

Зазвичай моделі класифікуються на основі графічної форми їхніх ізотермічних кривих в координатах залежності ступеня перетворення (α) від часу вилуговування (τ). На основі механістичних припущень моделі поділяються на моделі зародження (рис.1 а), геометричного скорочення (рис.1 б), дифузії (рис.1 в) або порядку реакції (рис.1 г)

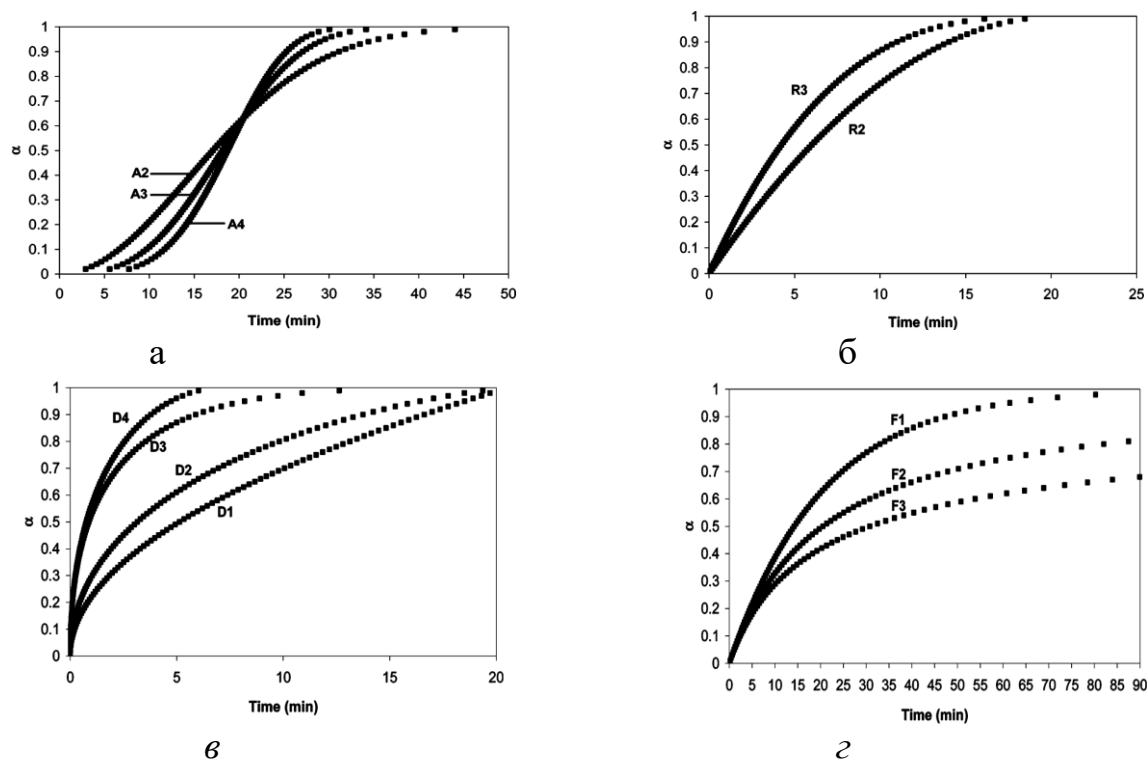


Рисунок 1 (а-г) – Графічне зображення залежності ступеня перетворення α від часу вилуговування τ для різних кінетичних моделей гетерогенної взаємодії твердих часточок та розчину

Для опису цих графічних моделей використані математичні рівняння частина із яких представлена в таблиці 1. [1-3]

Таблиця 1 – Математичні рівняння для опису залежності ступеня перетворення α від часу вилуговування τ

Механізми процесів лімітованих дифузією		
One-dimensional	$k\tau = \alpha^2$	D1
Two-dimensional	$k\tau = (1-\alpha)\ln(1-\alpha) + \alpha$	D2
Jander (three-dimensional)	$k\tau = (1-(1-\alpha)^{1/3})^2$	D3
Ginstling-Brounshtein	$k\tau = 1 - 2\alpha/3 - (1-\alpha)^{2/3}$	D4
Zhuravlev, Lesokhin and Templeman	$k\tau = (1/(1-\alpha)^{1/3} - 1)^2$	D5
Anti-Jander (three-dimensional)	$k\tau = ((1+\alpha)^{1/3} - 1)^2$	D6
Kröger and Ziegler	$k\ln\tau = (1-(1-\alpha)^{1/3})^2$	D7
Jander (cylindrical diffusion)	$k\tau = (1-(1-\alpha)^{1/2})^2$	D8
Anti-Jander (cylindrical diffusion)	$k\tau = (1-(1+\alpha)^{1/3})^2$	D9
New equation by Dickinson et al.	$k\tau = 1/(1-\alpha)^{1/3} - 1$	D10
New equation by Dickinson et al.	$k\tau = 1/(1-\alpha)^{1/3} + 1/3\ln(1-\alpha) - 1$	D11
New equation by Dickinson et al.	$k\tau = 1/5(1-\alpha)^{-5/3} - 1/4(1-\alpha)^{-4/3} + 1/20$	D12
Механізми лімітовані кінетикою взаємодії рідини та твердих часточок		
Interface (contracting area)	$k\tau = 1 - (1-\alpha)^{1/2}$	R2
Interface (contracting volume)	$k\tau = 1 - (1-\alpha)^{1/3}$	R3
Power law	$k\tau = \alpha^{1/n}$	P
Exponential	$k\tau = \ln \alpha$	E1
Exponential	$k\tau = \exp(-(1-\alpha)) - \exp(-1)$	E2
Avrami-Erofeev	$k\tau = -\ln((1-\alpha)^{1/n})$	A
Zero order	$k\tau = \alpha$	F0
First order	$k\tau = -\ln(1-\alpha)$	F1
Second order	$k\tau = 1/(1-\alpha)$	F2

Розглянемо застосування моделей на прикладі процесів вилуговування металічного заліза із відновленого ільменіту.

В експериментальному дослідженні спочатку відновлювали ільменіт (FeTiO_3) вуглецем до суміші рутилу (TiO_2) та тонковкрапленого металічного заліза, а потім вилуговувати металічне залізо з отриманням в якості продукту взаємодії синтетичного рутилу. Відновлення ільменітового концентрату проводили березовим активованим вугіллям при масовому співвідношенні ільменітовий концентрат: вугілля 5:1, при 1200°C у відновній атмосфері протягом чотирьох годин. Вилуговуванню піддавали 2 г відновленого ільменіту у 80мл сірчаної кислоти визначеної концентрації, повноту перебігу процесу контролювали по об'єму водню який виділявся. На рисунку 2 представлено залежність об'єму водню, що виділяється при вилуговуванні відновленого ільменітового концентрату розчинами сірчаної кислоти при постійній температурі 40°C у часі.

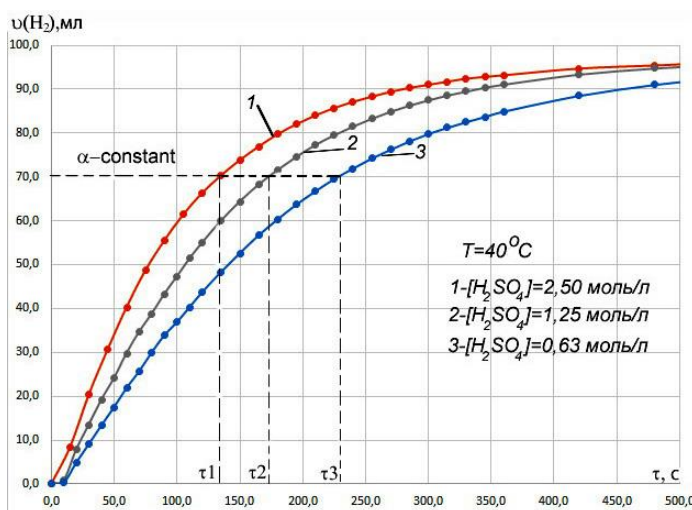


Рисунок 2 – Залежність об'єму водню від концентрації сірчаної кислоти

Перерахунок даних залежності об'єму водню від концентрації сірчаної кислоти у величині ступеню вилучення α феруму представлені на рисунку 3.

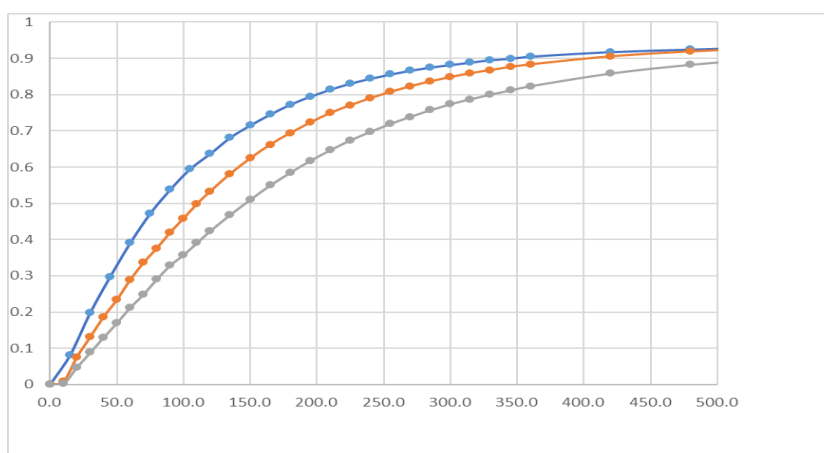


Рисунок 3 – Залежність ступеня вилучення заліза при вилуговуванні відновленого ільменітового концентрату від концентрації сірчаної кислоти

Отримані кінетичні дані по вилуговуванню відновленого ільменіту було проаналізовано на відповідність дифузійно-кінетичним моделям формальної та неформальної кінетики гетерогенних реакцій. Одержали лінію близьку до лінійної залежності (рис. 4), отримана по моделі F1, яка описує кінетику гетерогенного процесу реакцією першого порядку коли концентрація реагента-вилуговувача змінюється за рахунок його витрати на взаємодію, а рухома сила процесу пропорційна величині $(1 - \alpha)$.

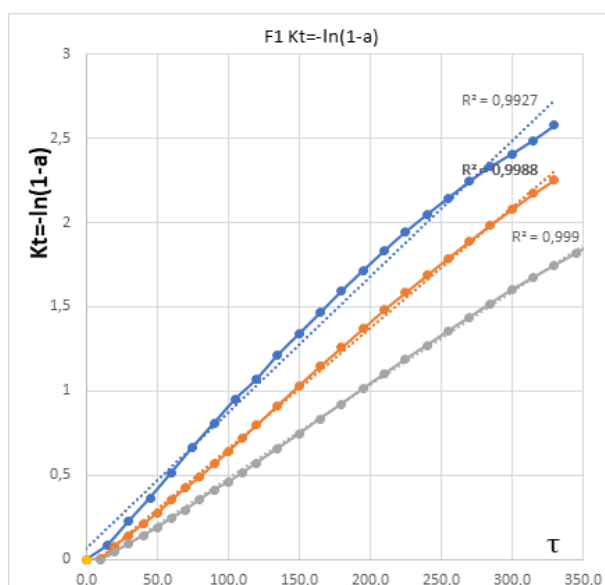


Рисунок 4 - процес вилугування за моделлю F1

Отже, розглянута математична модель добре відтворює перебіг процесу до ступеня перетворення $\alpha=90\%$ та відхиляється від лінійності лише на кінцевій ділянці залежності. Кінетичні закономірності процесу вилугування зразку достатньо чітко узгоджуються з моделлю F1, процес лімітується швидкістю хімічної взаємодії поверхні металічного заліза та розчину сірчаної кислоти.

Математичне моделювання дозволяє досліджувати особливості перебігу хімічного процесу без застосування фізичного моделювання та проведення складних і затратних експериментальних робіт.

Список літературних джерел

1. Dickinson, CF, & Heal, GR (1999). Рівняння контрольованої швидкості дифузії тверде тіло–рідина. *Thermochimica Acta*, 340, 89-103.
2. Cao, Y., Harjanto, S., Shibayama, A., Naitoh, I., Nanami, T., Kasahara, K., . & Fujita, T. (2006). Kinetic study on the leaching of Pt, Pd and Rh from automotive catalyst residue by using chloride solutions. *Materials transactions*, 47(8), 2015-2024.
3. Khawam, A., & Flanagan, DR (2006). Твердо тільки кінетичні моделі: основи та математичні основи. *Журнал фізичної хімії В*, 110 (35), 17315-17328.

ІНТЕГРАЦІЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗМІН КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

Кунденко П. Р., Марзукі М. А., Гнатушенко Вік. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Супутникові дані та математичні моделі вже давно визнані ключовими інструментами в дослідженнях клімату та гідрології. В сучасних умовах, коли зміни клімату та розподілу водних ресурсів стали наочно відчутними та загостреними, інтеграція цих двох підходів набуває особливої важливості. Комбінування супутникових даних та математичних моделей відкриває нові можливості для прогнозування, моніторингу та реагування на зміни в кліматі та водних ресурсах, сприяючи розвитку стратегій адаптації та управлінню природними системами. [1-3]

Математичні моделі дозволяють розуміти фізичні процеси, які лежать в основі змін в кліматі та водних ресурсах. Ці моделі можуть бути використані для симуляції різних сценаріїв та прогнозування можливих наслідків змін. Інтеграція супутникових даних у такі моделі допомагає поліпшити їх точність та надійність, що робить їх більш корисними для прийняття рішень у галузях:

1. Математичного моделювання атмосферних та гідрологічних процесів для прогнозування впливу зміни клімату.
2. Аналітичного моделювання для визначення розподілу опадів і водних потоків у змінних кліматичних умовах.
3. Моделювання ефектів глобального потепління на рівень моря з використанням супутникових даних та математичних підходів.
4. Виявлення змін в льодових покривах та їх впливу на водні ресурси.
5. Гідрологічного моделювання водних джерел та джерел питної води.
6. Моделювання впливу зміни клімату на водозабезпечення та управління ресурсами у водних басейнах.

Список літературних джерел:

1. Heipke C., Rottensteiner F., 2020: Deep learning for geometric and semantic tasks in photogrammetry and remote sensing. *Geo-spatial Information Science*, 23:1, 10-19. doi.org/10.1080/10095020.2020.1718003
2. Hnatushenko Vik., Hnatushenko Vo., Kashtan V., Heipke C., 2023: Detection of Forest Fire Consequences on Satellite Images using a Neural Network. In: Kersten T., Tilly N. (Eds.), 43. *Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF e.V. - München, Publikations DGPF, Vol. 31*
3. Д. В. Солдатенко, Вік. В. Гнатушенко. Покращення ефективності розпізнавання супутникових зображень шляхом визначення обсягу навчальних даних // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 3(140). – Дніпро, 2023. – С.143-154

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ТРУДОМІСТКОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА CMS SHOPIFY

Латанська Л. О., Дачев О. В.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Якісне оцінювання необхідних ресурсів на етапі запуску програмних проєктів є важливою передумовою їх успішності.

Методи та моделі оцінювання ресурсів умовно поділяються на алгоритмічні та неалгоритмічні. Виконавши огляд неалгоритмічних методів та проаналізувавши їх недоліки, прийнято рішення побудувати алгоритмічну модель для оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення на CMS Shopify [1].

Для підвищення точності алгоритмічних моделей, зазвичай, необхідно виконати їх калібрування, тобто настроїти на конкретні задачі. Цього можна досягнути за допомогою перерахунку параметрів та коефіцієнтів. Але навіть після калібрування точність оцінювання може залишитися низькою. Тому вважають, що кожна модель має свою область використання, на якій вона дає задовільний результат.

Для оцінювання трудомісткості розробки програмного забезпечення на CMS Shopify побудовано нелінійну регресійну модель, у якій в якості регресора обрано розмір проєкту, а в якості відгуку обрано трудомісткість. При розробці моделі розв'язано наступні задачі:

- зібрано емпіричні дані для 35 проєктів;
- перевірено нормальність розподілу емпіричних даних за критерієм хі-квадрат Пірсона;
- виконано нормалізацію емпіричних даних з використанням нормалізуючого перетворення десятковий логарифм;
- виконано вилучення викидів з допомогою тестової статистики та квантиля F -розподілу;
- побудовано лінійну регресійну модель, її довірчий інтервал та інтервал передбачення;
- побудовано нелінійну регресійну модель та відповідні довірчий інтервал та інтервал передбачення;
- перевірено якість побудованої моделі з обчисленням наступних показників: R^2 , $MMRE$ та $PRED(0,25)$.

В подальшому планується для підвищення якості моделі застосувати нормалізуючі перетворення Бокса-Кокса та Джонсона.

Список літературних джерел

1. Голованова М. А. Оценка трудоемкости работ на ранних стадиях создания программного обеспечения / М. А. Голованова, Е. В. Надин // Системи обробки інформації. – 2014. – Вип. 8. – С. 151-156.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МУЛЬТИКОЛІНЕАРНОСТІ ПРИ ПОБУДОВІ МОДЕЛІ МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗМІРУ ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ

Латанська Л. О., Лисенко С. Ю.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Дослідники активно працюють над підвищенням достовірності прогнозування розміру програмних проектів на ранніх етапах життєвого циклу, адже розмір є основою для оцінювання таких показників проекту як тривалість та трудомісткість. Для цього вдосконалюють вже існуючі методи та моделі та створюють нові. У результаті склалися цілі напрямки оцінювання розміру програмного забезпечення, одним з яких є регресійний аналіз.

В залежності від кількості предикторів (факторів), які використовуються для побудови регресійних моделей, розрізняються однофакторні та багатофакторні моделі. Багатофакторні моделі зазвичай мають кращу якість в порівнянні з однофакторними. При побудові багатофакторних моделей необхідно перевіряти потенційні фактори на наявність мультиколінеарності. Мультиколінеарність існує, коли існує лінійний зв'язок або кореляція між факторами.

Одним із способів визначення ступеня мультиколінеарності є обчислення коефіцієнтів інфляції дисперсії (VIFs), які вимірюють силу кореляції між факторами регресійної моделі. VIFs визначаються як діагональні елементи оберненої кореляційної матриці предикторів. Значення VIFs інтерпретують наступним чином: 1 – відсутність мультиколінеарності; до 4 – можна не враховувати; більше 4 – можливе існування мультиколінеарності та необхідність подальшого дослідження; більше 10 – існує значна мультиколінеарність, яку необхідно усунути [1].

Наявність мультиколінеарності може приводити до наступних негативних наслідків: ускладнення процедури вибору факторів; спотворення змісту коефіцієнта множинної кореляції; ускладнення обчислення при побудові самої моделі; зменшення точності оцінки параметрів регресії; спотворення оцінки дисперсії; чутливість отриманих оцінок до вибіркового спостережень.

Серед методів усунення мультиколінеарності можна виділити наступні:

- Збільшення розміру вибірки. Більше даних може дати більш точні оцінки параметрів з меншими стандартними помилками.
- Поєднання близьких факторів в один.
- Вилучення проблемного фактора (факторів).

Результати дослідження свідчать про те, що при побудові моделі множинної регресії для прогнозування розміру програмних проектів необхідно перевіряти потенційні фактори на наявність мультиколінеарності, так як проблеми з мультиколінеарністю приводять до ряду негативних наслідків.

Список літературних джерел

1. Коэффициент инфляции дисперсии (VIF). URL: <http://surl.li/mfqhw> (дата звернення: 10.10.2023).

РАННЄ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ WEB-ЗАСТОСУНКІВ, РОЗРОБЛЕНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ PHP ФРЕЙМВОРКУ SLIM

Латанська Л. О., Миронов І. В.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Раннє оцінювання розміру програмного забезпечення є поширеною задачею у галузі програмної інженерії. За допомогою отриманого розміру та застосування таких моделей як, наприклад, СОСОМО II, можна визначити трудомісткість, що допомагає при керуванні ІТ-проектами.

Сьогодні веб-застосунки складають значну частину серед розроблюваного програмного забезпечення, а найбільш популярною мовою веб-розробки є PHP, втім, частіше за все використовуються саме фреймворки мови PHP, зокрема такі мінімалістичні як CodeIgniter та Slim.

Для мови PHP та її фреймворків відомі лінійні та нелінійні багатofакторні регресійні моделі, що будуються на основі об'єктно-орієнтованих метрик. Втім у [1] показано, що існує потреба будувати нелінійні регресійні моделі під конкретний фреймворк чи мову програмування, що є підставою для проведення досліджень.

Для побудови нелінійної регресійної моделі було знайдено 38 проектів веб-застосунків, розроблених з використанням PHP фреймворку Slim. За допомогою програми PhpMetrics було отримано наступні метрики програмного забезпечення: кількість класів X_1 , середня кількість методів у класі X_2 , глибина дерева наслідування X_3 , розмір веб-застосунку у тисячах строк коду Y .

За отриманими метриками та з використанням нормалізуючого перетворення десяткового логарифму побудовано трьохфакторну нелінійну регресійну модель. Модель має вигляд $Y = 10^{\varepsilon + \hat{b}_0} X_1^{\hat{b}_1} X_2^{\hat{b}_2} X_3^{\hat{b}_3}$, де ε – нормально розподілена випадкова величина. Оцінки параметрів $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \hat{b}_2, \hat{b}_3$ дорівнюють -1,5382, 0,8738, 0,8565 та 0,1358 відповідно. Для побудованої моделі було визначено оцінки множинного коефіцієнту детермінації R^2 , середню величину відносної похибки *MMRE* та відсоток прогнозованих результатів *PRED(0,25)*, які дорівнюють 0,883, 0,249 та 0,594 відповідно. Значення оцінки *PRED(0,25)* нижче, ніж критичне, яке дорівнює 0,75, інші оцінки задовільні.

Висновки: В роботі побудовано трьохфакторну нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру веб-застосунків, що створюються з використанням фреймворку Slim, з використанням нормалізуючого перетворення десяткового логарифму. Отримана модель має незадовільне значення оцінки *PRED(0,25)*. Для покращення якості моделі слід застосувати кращі нормалізуючі перетворення, такі як Vox-Cox або Johnson.

Список літературних джерел

1. Prykhodko S. Early size estimation of web apps created using codeigniter framework by nonlinear regression models [Electronic resource] / Sergiy Prykhodko, Ivan Shutko, Andrii Prykhodko // RADIOELECTRONIC AND COMPUTER SYSTEMS. – 2022. – No. 3. – P. 84-94. – Mode of access: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.3.06>

НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РОЗРОБКИ ВЕБ FRONTEND-ЗАСТОСУНКІВ

Макарова Л. М., Каіров В. О., Поліщук І. О.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Достовірність оцінювання витрат, необхідних на розробку програмних продуктів, залишається однією з важливих проблем інженерії програмного забезпечення, для вирішення якої використовуються різні моделі та методи, а також метрики програмного забезпечення. Через неефективне управління більше двох третин програмних проектів не реалізуються вчасно [1].

Для розробки веб frontend-застосунків використовують різні мови, технології програмування та CMS, отже, важко підібрати адекватну модель для оцінювання тривалості розробки програмного продукту, тому, що необхідна інформація недоступна на початкових стадіях розробки проекту. Існує проблема недостатньої достовірності оцінювання тривалості розробки веб frontend-застосунків.

Метою роботи є підвищення достовірності оцінювання тривалості розробки веб frontend-застосунків за допомогою побудови відповідної нелінійної регресійної моделі.

Для побудови нелінійної регресійної моделі були зібрані дані у кількості 42 наборів даних з проектів, виконаних компанією-розробником відповідного програмного забезпечення. Вихідні дані не є гаусівськими, тобто подальша їх обробка була виконана згідно з методикою, викладеною в [2]: було виконано нормалізацію, в якості нормалізуючого перетворення було обрано десятковий логарифм. Для визначення викидів у двовимірних даних використовувався квадрат відстані Махаланобіса. Для оцінювання якості нелінійної регресійної моделі були використані: коефіцієнт детермінації R^2 , середня величина відносної похибки $MMRE$, рівень прогнозування $Pred(0,25)$. Розрахунок було зроблено для двох значень α : 0,005 та 0,05.

Для $\alpha=0,005$: за 7 ітерацій було відкинуто 7 викидів. Залишки побудованої лінійної регресії розподілені за нормальним законом. Для нелінійної регресії параметри якості дорівнюють: $R^2=0,9994$, $MMRE=0,0058$, $Pred(0,25)=1$.

Для $\alpha=0,05$: за 10 ітерацій було відкинуто 10 викидів. Залишки побудованої лінійної регресії розподілені за нормальним законом. Для нелінійної регресії параметри якості дорівнюють: $R^2=0,9992$, $MMRE=0,0053$, $Pred(0,25)=1$.

Список літературних джерел

1. CHAOS Report: Beyond Infinity. [Electronic resource] // Mode of access: <https://standishgroup.myshopify.com/>.
2. Prykhodko N.V. Constructing the Nonlinear Regression Models on the Basis of Multivariate Normalizing Transformations. / N.V. Prykhodko, S.B. Prykhodko // Electronic Modeling. – 2018. – V.40. №6. – P. 99-108.

НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ПРОЕКТІВ 3D ІГОР НА РУШІЇ UNITY

Макарова Л. М., Маслов О. А.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, Україна

Unity - це ігровий рушій, який використовується для розробки ігор та інтерактивних застосунків. Його основні переваги включають багатоплатформенність, візуальний редактор для спрощення розробки, підтримку різних мов програмування, активну спільноту розробників та велику кількість доступних ресурсів, а також можливість розширення функціональності за допомогою плагінів. Unity дозволяє створювати ігри для різних платформ і залишається одним із найпопулярніших інструментів для розробки ігор у світі [1].

З огляду на популярність розробки 3D ігор за допомогою рушія Unity та складність розробки сучасних 3D ігор, а також їх вимоги до ресурсів, є необхідність розробки адекватної моделі для оцінювання розміру відповідних проектів з метою підвищення достовірності планування ресурсів при розробці.

Нелінійна регресійна модель, розроблена в рамках даної роботи, має на меті врахувати усі особливості розробки проектів 3D ігор на рушії Unity, а також різноманітні фактори, що впливають на розмір цих проектів.

Для досягнення мети були сформульовані наступні завдання: збір даних; розробка нелінійної регресійної моделі, яка враховує специфічні особливості рушія Unity та інші фактори, що впливають на розмір проектів; реалізація розробленої нелінійної регресійної моделі у вигляді програмного продукту, який буде доступний для використання розробниками.

Для побудови моделі з вебсервісу GitHub було відібрано 50 проектів 3D ігор на рушії Unity. Після аналізу проектів було зібрано такі метрики: кількість рядків коду, кількість класів, середня кількість методів в класі. Для здійснення збору та аналізу метрик було використано ПЗ SourceMonitor.

Нормалізація даних була виконана за допомогою десяткового логарифму. Виявлення викидів було виконано за допомогою квадрату відстані Махаланобіса. Далі була побудована лінійна регресійна модель для нормалізованих даних. Нелінійна регресійна модель була побудована з використанням зворотного перетворення, після чого було виконано оцінювання її якості.

Список літературних джерел

1. Imagine more with Unity. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://unity.com/>.
2. Prykhodko S. Outlier Detection in NonLinear Regression Analysis Based on the Normalizing Transformations / S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, A. Pukhalevych // Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), IEEE. (Lviv-Slavske, 2020). P. 407-410.

ОПТИМАЛЬНЕ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗШИРЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

Михайлова Т. Ф.¹, Максименкова Ю. А.²

¹ Український державний університет науки і технологій,

² ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту(ДІІТ)»

Система по плануванню ефективного розширення виробництва може застосовуватись у відділі прогнозування та планування і призначена для автоматизації процесу планування розширення виробництва. Головна мета моделі-це розширення виробництва за рахунок коштів, що виділяються з внутрішніх резервів підприємства. Кількість коштів прямо пропорційно залежить від сумарного прибутку, тому щоб збільшити суму коштів, що виділяються на розширення виробництва, необхідно збільшити прибуток. Прибуток збільшиться внаслідок вкладання ресурсів у ті цехи підприємства, що є найбільш прибутковими.

Для побудови моделі потрібно виконати три етапи розрахунків. На першому етапі для побудови виробничих функцій для кожного цеху підприємства використовуються статистичні дані про роботу цехів за минулі періоди. Ці дані включають в себе: витрати матеріалів, суму амортизаційних відрахувань, фонд заробітної плати з відрахуванням на соцстрах та іншими відрахуваннями, дохід цеху. Для побудови мультиплікативних виробничих функцій використано пакет EXCEL.

На другому етапі моделювання сумарні ресурси підприємства розподілити між цехами потрібно так, щоб дохід підприємства був максимальним. Для цього використано метод динамічного програмування. Згідно з цим методом, розподіляючи ресурси, управління на кожному кроці необхідно обирати з урахуванням його майбутніх наслідків, щоб максимальним був сумарний дохід на даному та всіх послідуєчих кроках. За допомогою основної формули динамічного програмування

$$\Phi_i(q) = \max \{Y_i(x_i) + \Phi_{i-1}(q - x_i)\}, \quad (1)$$

де q – об'єм ресурсів, що підприємство має перед i -тим кроком; x - об'єм ресурсів, що використовується на i -том кроці; $Y_i(x_i)$ – дохід на i -тому кроці; $\Phi(q)$ – оптимальний дохід, тобто сумарний максимальний дохід, що ми отримуємо на i -тому кроці та всіх послідуєчих кроках.

Після розрахунку доходу розраховується прибуток підприємства та відсоток коштів, що виділяється на розширення виробництва. Щоб визначити на скільки треба розширити виробництво для того щоб отримати відповідний дохід, потрібно всі кошти, що виділені на розширення виробництва, витратити на закупку ресурсів. За допомогою методу динамічного програмування кошти розподіляються між цехами спочатку не враховуючи максимальну їх виробничу спроможність. Після отримання необхідного прибутку визначають яким цехам і на скільки треба розширити виробництво. Для цього отримують різницю між кількістю ресурсів, що цех використовує для отримання відповідного доходу, та максимальною спроможністю цеху. При додатній різниці вводиться як

екзогенний параметр, сума коштів, що необхідна для того, щоб збільшити виробничу спроможність цеху до потрібного рівня.

Розподіл ресурсів проводиться один раз за відповідний період. Таким чином можна визначити кількість періодів, що необхідна для розширення виробництва.

Вихідними даними моделі є час, який необхідний для отримання коштів на розширення виробництва (рік); план розподілення ресурсів між цехами; кошти, що витратили на розширення виробництва підприємства по роках (грн.); вихідний документ у графічному форматі.

Розробка дозволяє виконати розширення виробництва за рахунок виділення коштів, яке не впливає на стабільність та не зменшує продуктивність роботи підприємства. Може застосовуватись у відділі прогнозування та планування підприємства, дозволить швидко отримувати план роботи по розширенню виробництва, при якому час, необхідний для накопичення коштів на розширення мінімізується.

Список літературних джерел

1.Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування. – К.: КНЕУ, 2001. – 227 с.

2. Наконечний С. І., Терещенко Т.О., Романюк Т. П. Економетрія: Підручник. вид. 3-тє, доп. та перероб. К.: КНЕУ, 2004. 520 с.

3.Марко М.Я.; Цегелик Г.Г. Задача оптимального планування виготовлення продукції малими підприємствами за допомогою методу динамічного програмування. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки, 2018, 55: 60-63.

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ PHP ФРЕЙМВОРКІВ

Приходько А. С.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, Україна

Відомо [1], для оцінювання складності об'єктно-орієнтованого проектування (ООП) можуть бути використані СК метрики. Так, застосування метрик WMC (Weighted Methods Per Class), DIT (Depth of Inheritance Tree) та NOC (Number of Children) відноситься до першого кроку (ідентифікація класів) в ООП, оскільки WMC є аспектом складності класу, і як DIT, так і NOC безпосередньо пов'язані з компонуванням ієрархії класів. Тому зазначені метрики можуть бути використані для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів програмних застосунків. Але на практиці, як правило, ці метрики аналізуються окремо без врахування кореляції між ними. Тому виникає потреба здійснювати оцінювання складності ООП із врахуванням кореляції між відповідними метриками. А це може бути зроблено із застосуванням певних математичних моделей.

Зараз багато веб застосунків створюються за допомогою різних фреймворків, які прискорюють розробку програмного забезпечення, у тому числі і PHP фреймворків. А це потребує побудови відповідних математичних моделей для оцінювання складності ООП у тому числі через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

Метою роботи є побудова математичної моделі для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

Для оцінювання складності ООП через зв'язки між класами відома математична модель, яка побудована у вигляді еліпсу прогнозування в залежності від нормалізованих метрик RFC (the Response for Class) та СВО (Coupling Between Objects) [2]. Беручи за основу запропонований в [3] підхід, у якості математичної моделі для оцінювання складності ООП через ідентифікацію класів веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків, використовується еліпсоїд прогнозування в залежності від нормалізованих метрик WMC, DIT та NOC.

Для побудови зазначеної математичної моделі за допомогою інструменту PhpMetrics (<https://phpmetrics.org/>) ми отримали дані з метрик WMC, DIT та NOC для 122 веб застосунків, що були створені за допомогою наступних популярних PHP фреймворків: CakePHP, Laravel, Symfony, CodeIgniter та Yii. Ці застосунки розміщені на сайті GitHub (<https://github.com>). Далі ми перевірили тривимірні дані на нормальність за допомогою тесту Мардіа (Mardia's test), який базується на багатовимірних асиметрії та ексцесі. Тест показав, що розподіл даних не є гаусівським. Тому для визначення наявності викидів у даних ми використовували метод на основі квадрату відстані Махаланобіса для нормалізованих даних [3]. Як і в [4], нормалізацію даних ми

здійснювали за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса, оцінювання параметрів якого виконувалося за методом максимальної правдоподібності. В результаті одна точка даних виявилася тривимірним викидом – це метрики застосунку Grocery CRUD, який є бібліотекою PHP і фреймворку Codeigniter, яка створює повнофункціональну систему CRUD без необхідності налаштування JavaScript або CSS. Зазначена точка даних була відкинута і остаточно було побудовано математичну модель для відповідних метрик з 121 веб застосунку. Зазначимо, що параметри тривимірного перетворення Бокса-Кокса для нормалізації метрик WMC, DIT та NOC відповідно дорівнюють $-0,17788$, $-1,27219$ та $1,81164$. Для веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків, невисока складність ООП через ідентифікацію класів характеризується виконанням наступної умови: квадрат відстані Махаланобісу для нормалізованих за допомогою тривимірного перетворення Бокса-Кокса метрик WMC, DIT та NOC на рівні застосунку менше або дорівнює $7,82$. У разі, якщо зазначений квадрат відстані Махаланобісу більше $7,82$ та менше або дорівнює $12,84$, то це висока складність ООП через ідентифікацію класів. Якщо вказаний квадрат відстані Махаланобісу більше за $12,84$, то у цьому разі отримана математична модель не може бути застосована для відповідного оцінювання.

В подальшому планується побудова математичних моделей для оцінювання складності ООП завдяки семантиці класів та через зв'язки між класами веб застосунків, що створюються за допомогою PHP фреймворків.

Список літературних джерел

1. Chidamber S. A metrics suite for object oriented design / S. Chidamber, C. Kemerer // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1994. – №6 (20). – P. 476-493.
2. Prykhodko S. A Joint Statistical Estimation of the RFC and CBO Metrics for Open-Source Applications Developed in Java / S. Prykhodko, N. Prykhodko, T. Smykodub // 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2022. – P. 442-445. – DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000457>
3. Prykhodko S. Application of the Squared Mahalanobis Distance for Detecting Outliers in Multivariate Non-Gaussian Data / S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, A. Pukhalevych // Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, February 20-24, 2018, p. 962-965. – DOI: <https://doi.org/10.1109/TCSET.2018.8336353>
4. Prykhodko S. A Technique for Detecting Software Quality Based on the Confidence and Prediction Intervals of Nonlinear Regression for RFC Metric / S. Prykhodko, N. Prykhodko // 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 2022. – P. 499-502. – DOI: <https://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000532>

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ ВОРОНКИ ПРОДАЖІВ ДЛЯ ІТ-БІЗНЕСУ

Прохоров О. В., Палагін В. І., Тимофєєв А. А.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Продаж – процес системний і чим краще він організований, тим більших успіхів можна досягнути. Різні сфери продажу мають свої особливості: починаючи з численних типів комерційних відносин і портрету цільової аудиторії та закінчуючи специфікою циклу продажу і моделями побудови бізнесу. Дуже часто можна зустріти думку, що процес продажу в ІТ заснований лише на особистому досвіді та вдачі, і значна кількість ІТ-компаній веде свою sales-активність часто не вдаючись до подробиць, не ставлячи метрики, не аналізуючи успішні та неуспішні кроки.

Аналітичний погляд на шлях клієнта від першого контакту до закриття продажу, що веде до розуміння справжнього і майбутнього потоку доходів отримав назву «воронка продажів» [1]. Ретельно побудована воронка продажів дає можливість описати послідовність дій сейлзів, починаючи від обробки ліда до закриття угоди, визначати пріоритети користувачів, оцінити поточну та майбутню роботу ІТ-компанії з точки зору прибутковості. Більш того, розставляючи пріоритети рішень на основі воронки продажів, розробники програмного забезпечення можуть створювати продукти, які резонують із користувачами, стимулюють конверсії та сприяють довгостроковій лояльності клієнтів. Однак, з величезної кількості ІТ-компаній, а також керівників відділів продажу лише одиниці налаштовують свої воронки продажів і, найголовніше, використовують їх потім для планування свого B2C або B2B-маркетингу. Через вплив значної кількості внутрішніх і зовнішніх факторів задача прогнозування та планування продажів є складною задачею.

Найпростішою і найпопулярнішою моделлю продажів є модель AIDA, яка має чотири етапи: Awareness, Interest, Desire, Action. Багато хто критикує модель AIDA як занадто спрощену, тому існує багато її варіацій та інших моделей. Наприклад, AIDAR (додаткове «R» – Retention додається, щоб показати важливість постійного налагодження відносин); AIDCAS (Action, Interest, Desire, Confidence, Action, Satisfaction); REAN (Reach, Engage, Activate, Nurture); NAITDASE (Need, Attention, and Interest; Trust, Design, and Action; Satisfaction and Evaluation) та інші.

Також існує значна кількість інструментів для роботи із воронками продажів серед яких слід виділити: Funnelytics, Geru, Lucidchart, Funnel Flows, Miro, MarketPlan, Creately. Більшість з них є конструкторами діаграм та спрямовані лише на побудову й візуалізацію воронки продажів. Інші надають механізми прогнозування та планування маркетингової діяльності для аналізу й прийняття рішень щодо побудови ефективної воронки продажів. Хоча слід зазначити достатньо дорогі тарифні плани таких інструментів, а іноді навіть існування ексклюзивного доступу до повної версії програмного забезпечення. В будь-якому випадку, кожен інструмент надає тільки той набір механізмів та

сценаріїв аналізу, що в нього було закладено. Наш підхід відрізняється тим, що ми базуємось на універсальному інструменті імітаційного моделювання, проте отримуємо майже необмежені можливості щодо опису поведінки реальної системи у часі з необхідним рівнем детальності, гарну інтерпретованість, відкритість та можливість постійного вдосконалення.

Таким чином, метою нашого дослідження є розроблення імітаційної моделі воронки продажів для ІТ-бізнесу, що дозволить проводити моделюючі експерименти для покращення маркетингової стратегії та збільшення потенціалу продажів ІТ-компаній відповідно до мінливих потреб користувачів і ринкових тенденцій. Для побудови моделі ми обрали потужний інструмент для імітаційного моделювання AnyLogic. Розроблена нами імітаційна модель основана на агентному підході, що на відміну від інших, дозволяє зосередитися безпосередньо на окремих типових об'єктах складних систем та процесів, їх поведінці та взаємодії. Власне в нашій моделі є два типи агентів: продавці та клієнти. Процес має кілька етапів, які моделюються різними станами агенту потенційного клієнта: первинний контакт, пропозиція, розгляд, заключення договору. Клієнт може піти на кожному етапі, а компанія, у свою чергу, може відмовити клієнту. За допомогою імітаційної моделі ми можемо аналізувати різні сценарії, наприклад, зміна цін на продукти, пропозиції, конверсії та інші зміни у бізнесі та як ці змінні можуть вплинути на дохід тощо. Модель також допомагає дослідити, як рівень кваліфікації та чисельність персоналу відділу продаж і команди розгляду, впливають на ефективність усього процесу.

Залежно від категорії продукту чи послуги, компанії може знадобитися кілька моделей, оскільки, наприклад, цільова аудиторія зазвичай не вписується в одну категорію. Персони покупців відрізняються, тому найкраще персоналізувати маркетингові стратегії для різних типів потенційних покупців. За допомогою агентного підходу у нас з'являється можливість створення різних типів персонажів потенційних клієнтів. Ми можемо проаналізувати, як вони реагують на маркетингові засоби масової інформації компанії, контакти, затримки у розгляді тощо, щоб уточнити особистість покупців і ефективно описати властивості й поведінку різних типів агентів покупців та в подальшому промоделювати стратегії залучення аудиторії, підвищення обізнаності, конверсії тощо, щоб переконати їх зробити покупку, а компанії збільшити потенціал продажів відповідно до мінливих потреб користувачів і ринкових тенденцій. Можливість варіювання різних параметрів під час симуляції, експериментування з різними стратегіями продажів і аналіз результатів можуть допомогти маркетологам та розробникам програмного забезпечення зрозуміти, що працює, а що потрібно змінити, щоб збільшити конверсію та прибутковість воронки продажів в ІТ-бізнесі.

Список літературних джерел

1. Краузе, О. Воронка продажів – аналітичний інструмент маркетингу [Електронний ресурс] / О. Краузе, І. Піняк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2012. – Вип. 2 (25). – С. 586-593. DOI: 10.33108/sep2022.02.586.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДЕНСАЦІЙНОГО ЕКОНОМАЙЗЕРА ПРИ ЙОГО УСТАНОВЦІ ПЕРЕД КОТЛОМ ТВГ-4Р

Решетняк І. Л.¹, Коломієць О. В.², Горобець О. С.¹, Стоян О. І.¹

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

²Дніпровський фаховий коледж будівельно-монтажних технологій та архітектури, Дніпро, Україна

Водогрійні котли старої конструкції типу ТВГ потребують температуру води на вході в котел не нижче за 70°C. Зниження цієї температури призводить до конденсації водяних парів на поверхні котельних труб та їх корозії. Найбільш простим і доступним варіантом досягнення глибокої утилізації тепла продуктів згоряння, що відходять з котла, є застосування конденсаційного економайзера поверхневого типу.

З теплового розрахунку котла у якості вихідних задаємо робочий склад та характеристики продуктів згоряння і води на вході в економайзер, їх початкові температури та витрати.

Будемо вважати, що також відома площа поверхні труб економайзера F , м², а також його конструктивні характеристики - діаметр труб d , мм; крок труб δ , число труб в поздовжньому і поперечному напрямках n_1 і n_2 .

Завданням повірного розрахунку є визначення параметрів теплоносіїв на виході з теплообмінника з урахуванням повної або часткової конденсації водяної пари, що містяться в продуктах згоряння на вході в економайзер.

Для зручності розрахунків умовно поділяємо потік продуктів згоряння, що проходять через теплообмінник, на дві складові: 1) потік сухих продуктів згоряння і 2) потік водяної пари. Такий поділ пов'язаний з конденсацією частини водяної пари в економайзері. Схема основних потоків тепла в конденсаційному теплообміннику показана на рис. 1.

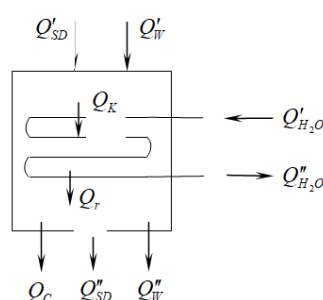


Рисунок 1 - Схема потоків тепла в конденсаційному теплообміннику

Згідно з прийнятими позначеннями Q'_{SD} і Q''_{SD} - тепло сухих продуктів згоряння на вході і виході з теплообмінника, Q'_w і Q''_w - тепло водяної пари, що входять до складу продуктів згоряння, на вході і виході з теплообмінника, Q'_{H_2O} і Q''_{H_2O} - тепло води на вході і виході з теплообмінника, Q_k - тепло, яке передається продуктами згоряння воді, що проходить через теплообмінник,

Q_r - тепло, що виділяється при конденсації водяної пари, Q_c - тепло, що виноситься конденсатом з теплообмінника.

Для визначення конструктивних характеристик конденсаційного економайзера використовували розроблену математичну модель, яка включає в себе рівняння теплового балансу (1) і теплопередачі (2) спільно з розрахунковими формулами всіх величин, що в них входять, та критеріальними рівняннями для визначення теплопередачі та тепловіддачі (3,4) з розрахунком відповідних коефіцієнтів.

$$Q'_{SD} + Q'_W + Q_r + Q'_{H_2O} = Q''_{SD} + Q''_W + Q''_{H_2O} + Q_c \quad (1)$$

$$G_{H_2O} C_{H_2O} (T''_{H_2O} - T'_{H_2O}) = KF \Delta T \quad (2)$$

$$Nu = 4,55 Re^{0,315} Pr^{0,67} K_W^{0,388} \quad (3)$$

$$Re = \frac{\alpha_k d}{\lambda}, Pr = \frac{\nu}{a}, K_W = \frac{W_C d}{\mu} \quad (4)$$

Температуру точки роси продуктів згоряння розраховували за формулою[1]:

$$T_R = 37,1 \cdot \lg \left(\frac{100 \cdot x'}{3,77 + 0,085 \alpha_V} \right) \quad (5)$$

За допомогою стандартних методик [1] визначали об'ємні витрати сухих продуктів згоряння і водяної пари на вході в теплообмінник, витрати водяної пари на виході з теплообмінника, вологовміст продуктів згоряння на вході в теплообмінник. Визначали кількість конденсату, що виділяється з потоку продуктів згоряння, в одиницю часу.

Долю корисного тепла, отриманого в теплообміннику, по відношенню до максимально можливої кількості тепла, яке могло би бути переданим за даних умов для конденсаційного теплообмінника визначали за наступною формулою:

$$\eta_{ec} = \frac{G_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot (T''_{H_2O} - T'_{H_2O})}{V_D \cdot C_D \cdot (T'_D - T'_{H_2O}) + G_C^{\max} \cdot r_W} \quad (6)$$

де G_C^{\max} - максимально можливі витрати конденсату при умові, що продукти згоряння охолонуть до температури живильної води T'_{H_2O} .

З застосуванням розрахункової моделі було досліджено вплив основних конструктивних параметрів конденсаційного економайзера поверхневого типу (числа горизонтальних рядів труб, числа труб в кожному горизонтальному ряді та ступінь оребрення труб) на ефективність його теплової роботи та доцільність сумісної роботи такого економайзера з котлом типу ТВГ-4Р.

Список літературних джерел:

1. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 139 с.
2. Фиалко, Н.М. Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа / Н.М. Фиалко, Ю.В. Шеренковский, А.И. Степанова, Р.А. Навродская, П.К. Голубинский, М.А. Новаковский. // Промышленная теплотехника. – 2008. – № 3. – С. 68-76.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДЕНСАЦІЙНОГО ЕКОНОМАЙЗЕРА НА ЙОГО ТЕПЛОВУ РОБОТУ

Решетняк І. Л.¹, Коломієць О. В.², Мішуровський О. А.¹, Стоян О. І.¹

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

²Дніпровський фаховий коледж будівельно-монтажних технологій та архітектури, Дніпро, Україна

Значна частина котельного обладнання в Україні морально і фізично застаріла, переважна більшість котлів в комунальному господарстві вже відпрацювала свій ресурс і потребує заміни або істотної модернізації. Через великі матеріальні затрати швидко вирішити таку проблему неможливо. В той же час, обстеження котлів показало, що такі котли можуть ще експлуатуватися не менше 10 років [1].

Основні втрати теплоти в котельних агрегатах - це втрати з відхідними газами. Тому перспективним напрямком модернізації існуючих водогрійних котлів є підвищення їх енергоефективності за рахунок установки конденсаційних економайзерів. Особливістю роботи таких пристроїв є охолодження продуктів згоряння нижче точки роси, що призводить до конденсації водяної пари і виділення значної кількості додаткового тепла. Це дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт корисної дії котлоагрегату і відповідно зменшити витрати палива [2].

З метою подальшого вдосконалення та покращення експлуатаційних показників конденсаційних економайзерів було розглянуто їх конструктивні особливості для котлів малої і середньої потужностей. Для визначення характеристик такої системи та впливу різних факторів на її роботу було запропоновано математичну модель, особливістю якої є те, що теплообмін в конденсаційному економайзері розраховується з урахуванням процесу повної або часткової конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згоряння на вході в економайзер. Для розрахунку теплообмінника рівняння теплового балансу (1) має бути доповнене рівнянням теплопередачі (2), спільно з розрахунковими формулами всіх величин, що в них входять.

$$Q'_{SD} + Q'_w + Q'_r + Q'_{H_2O} = Q''_{SD} + Q''_w + Q''_{H_2O} + Q_c \quad (1)$$

$$G_{H_2O} C_{H_2O} (T''_{H_2O} - T'_{H_2O}) = K F \Delta \bar{T} \quad (2)$$

Температуру точки роси продуктів згоряння знаходили за допомогою емпіричної формули [3].

$$T_R = 37,1 \cdot \lg \left(\frac{100x'}{3,77 + 0,085\alpha_v} \right) \quad (3)$$

Отримана система нелінійних рівнянь може бути вирішена методом послідовних наближень. Загальна блок-схема розрахункового алгоритму приведена на рис. 1.

З застосуванням розрахункової моделі було досліджено вплив основних конструктивних параметрів конденсаційного економайзера поверхневого типу (числа горизонтальних рядів труб, числа труб в кожному горизонтальному ряді

та ступінь оребрення труб) на ефективність його теплової роботи та доцільність сумісної роботи такого економайзера з котлом типу ТВГ-4Р.



Рисунок 1. – Блок схема алгоритму розрахунку конструктивних характеристик конденсаційного економайзера

Було визначено, що найбільший вплив на температуру підігріву води та ефективність економайзера має кількість рядів труб по висоті економайзера. Ступінь оребрення також має суттєвий вплив на показники роботи економайзера. Зростання значення ступеня оребрення труб від 1 до 4 збільшує температуру підігріву води на виході з економайзера з 52,4°C до 54,1°C.

Встановлення конденсаційного економайзера дозволить підвищити ККД від 91% до 98%, що дасть суттєву економію палива.

Список літературних джерел:

1. Сігал І. Я. Аналіз стану котельного господарства України з метою модернізації, продовження ресурсу чи заміни котлів малої і середньої потужностей // Сігал І.Я., Домбровська Е.П., Сміхула А.В. та ін. / Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 6. – С.76–79.

2. Фиалко Н.М., Шеренковский Ю.В., Степанова А.И., Навродская Р.А., Голубинский П.К., Новаковский М.А. Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа // Пром. теплотехника. – 2008. - Т.30, №3. - С.68-76.

3. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 139 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Русакова Т. І.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Вступ. Одним із актуальних питань сьогодення в Україні залишається забезпечення безпеки дорожньо-транспортного руху. Статистичні данні на кінець 2022 року мають суттєві показники: всього зареєстровано 18 628 дорожньо-транспортних пригод, в яких загинуло 2 791 особа та травмовано 23 145 осіб працездатного населення України. На кінець серпня 2023 року показники значно більші, ніж за такий же період 2022 року, а саме: всього зареєстровано 15 041 дорожньо-транспортних пригод, що на 38 % більше, ніж за минулий рік; загинуло 1 870 осіб, що на 16 % більше та травмовано 18 986 осіб, що на 39 % більше, ніж за минулий рік.

Виникнення дорожньо-транспортних пригод пов'язано з великою кількістю причин, обумовлених: технічним станом автотранспорту на дорогах, порушеннями правил дорожнього руху, як водіями, так пішоходами і велосипедистами, а також технічним станом доріг і транспортних мереж, що побудовані декілька десятиліть тому і не розраховані на сучасну інтенсивність руху, або побудовані нові розв'язки, використання яких не проаналізовано на стадії проектування з точки зору можливих небезпечних ситуацій, що і призводить до збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод, матеріальних втрат, травмування та загибелі учасників дорожньо-транспортного руху.

Застосування математичного моделювання для прогнозування рівня дорожньо-транспортних пригод є необхідним інструментарієм для розвитку транспортної стратегії міста.

Методи дослідження. В роботі проаналізовано динаміку зміни кількості дорожньо-транспортних пригод відносно кількості загиблих та травмованих по Дніпропетровській області за січень-серпень 2023 року.

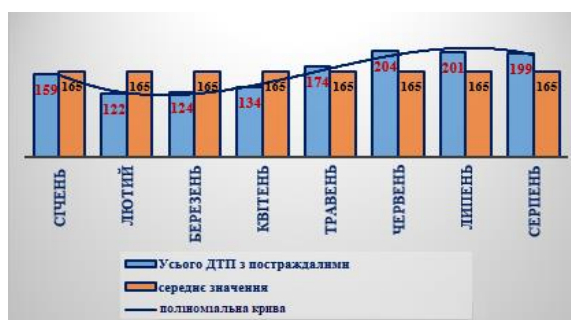


Рисунок 1 – Динаміка зміни кількості ДТП по Дніпропетровській області за січень-серпень 2023 року

Описова статистика показує, що середнє значення складає 165 дорожньо-транспортних пригод на місяць, найбільше зниження спостерігалось у лютому $\Delta \approx -26\%$ та у березні $\Delta \approx -25\%$, а найбільше зростання у червні $\Delta \approx +24\%$ та у липні $\Delta \approx +22\%$. Спостерігається загальна тенденція до зростання кількості ДТП

впродовж вказаного періоду 2023 року.

Рівняння лінії тренду (рис. 1) по динаміці зміни ДТП по Дніпропетровській області за січень-серпень 2023 року має наступний вид:

$$g_1(x) = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0, \quad (1)$$

де x – поточний місяць року, $a_3=-2.1$, $a_2=28.9$, $a_1=-108.4$, $a_0=240$, величина достовірності апроксимації складає $R^2=0.976$.

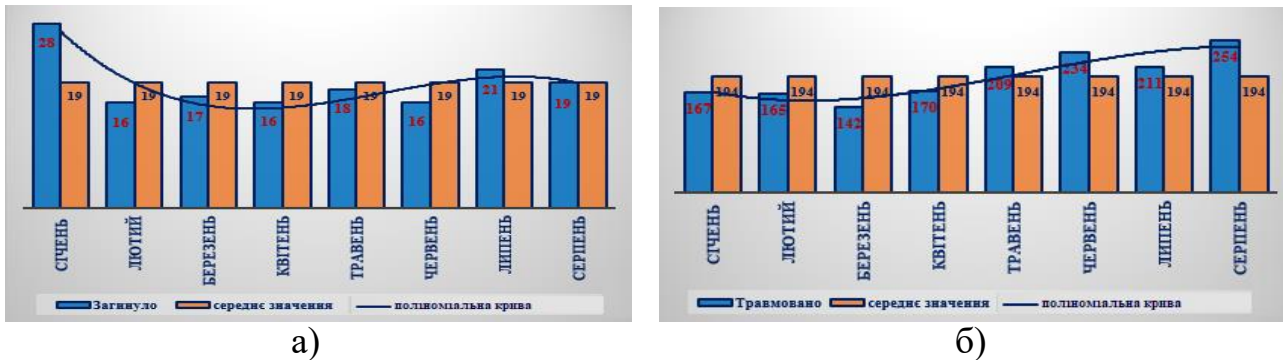


Рисунок 2 – Динаміка зміни кількості постраждалих в ДТП по Дніпропетровській області за січень-серпень 2023 року: а) загиблих; б) травмованих

Аналіз динаміки зміни відносно кількості постраждалих в ДТП (рис. 2) показує відносно загиблих (рис.2 а): середнє значення складає 19 осіб на місяць, найбільше зниження спостерігалось у лютому та у червні $\Delta \approx -16\%$, а найбільше зростання у січні $\Delta \approx +47\%$, але загальна тенденція показує на незначне відхилення від середнього значення.

Рівняння динаміки зміни кількості загиблих $g_2(x)$ та травмованих $g_3(x)$ по Дніпропетровській області за січень-серпень 2023 року (рис. 2) мають вид (2) і (3).

$$g_2(x) = b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x + b_0, \quad (2)$$

де x – поточний місяць року, $b_3=-0.22$, $b_2=3.44$, $b_1=-16.97$, $b_0=40.5$, величина достовірності апроксимації складає $R^2=0.802$.

Відносно травмованих спостерігається тенденція до зростання: середнє значення складає 194 особи на місяць, найбільше зниження спостерігалось у березні $\Delta \approx -27\%$, а найбільше зростання кількості травмованих осіб у червні $\Delta \approx +21\%$ та серпні $\Delta \approx +31\%$.

$$g_3(x) = c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x + c_0, \quad (3)$$

де x – поточний місяць року, $c_3=-0.96$, $b_2=14.8$, $b_1=-52.1$, $b_0=206,7$ величина достовірності апроксимації складає $R^2=0.853$.

Висновки. Отримані математичні залежності дозволяють спрогнозувати кількість ДТП з постраждалими, виявити тенденції їх зміни, що є важливим при внесенні змін в організацію дорожньо-транспортної інфраструктури міста, що дозволить передчасно знизити рівень небезпек на дорогах.

Список літературних джерел

1. *Статистика*. Патрульна поліція України. URL:<https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 20.09.2023).

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ЛОГІСТИКИ ЯК ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОЕТАПНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ

Сергєєв О. С., Ус С. А.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Оптимізація логістики є основою управління ланцюгами поставок у різних галузях. Ефективне управління медичною логістикою має вирішальне значення для підтримки громадського здоров'я та добробуту. В надзвичайних ситуаціях добре структурований розподіл може мати вирішальне значення, забезпечуючи своєчасне надання виробів медичного призначення. Для покращення цих операцій використовуються сучасні технології та алгоритми. Одним з ефективних підходів є використання генетичних алгоритмів для розв'язання двоетапної задачі розміщення. Прикладом їх застосування є робота [1], де розглядається двоетапна задача з акцентом на зменшення логістичних витрат, враховуючи вартість розміщення дистрибуційних центрів. У публікації [2] запропоновано новий погляд на двоетапну транспортну задачу з акцентом на фіксовані маршрутні витрати. Слід зазначити, що у дискретному випадку ефективно розв'язувати вдається лише задачі малої та середньої розмірності. Дослідження [3] акцентує увагу на багатоетапних завданнях розміщення, розглядаючи різні групи об'єктів та їх потенційні локації. Робота підкреслює важливість дослідження континуальних сценаріїв в таких завданнях та наводить модель для двоетапного розміщення. Додатково аналіз сучасних підходів до розв'язання багатоетапних задач розміщення розглянуто у [4].

Припустимо, доставка засобів медичного призначення здійснюється з регіональних центрів до субрегіональних і з них на пункти кінцевого розподілу (склади). Метою задачі є мінімізація загальних транспортних витрат на медичну логістику.

Для розв'язання цієї задачі було побудовано таку математичну модель.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J v_i c_{ij}^1 x_{ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K z_j c_{jk}^2 y_{jk} + \sum_{i=1}^I P_i v_i + \sum_{j=1}^J M_j z_j, \quad (1)$$

враховуючи такі обмеження:

$$\sum_{j=1}^J y_{jk} \leq s_j z_j, \quad \sum_{j=1}^J x_{ij} \leq r_i, \quad \forall k = \overline{1, K}, \forall i = \overline{1, I} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K y_{jk}, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I v_i \leq N, \quad \sum_{j=1}^J z_j \leq L, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J y_{jk} \geq d_k, \quad \forall k = \overline{1, N}. \quad (5)$$

де I, J – кількість регіональних та субрегіональних центрів; K – кількість медичних складів; N, L – максимальна кількість регіональних та субрегіональних центрів, що можуть бути розміщені, відповідно. Транспортні

витрати включають: c_{ij}^1 – вартість транспортування одиниці об’ємної ваги ліків та ВМП з регіонального центру i до субрегіонального центру j ($i = \overline{1, I}$, $j = \overline{1, J}$); c_{jk}^2 – вартість транспортування одиниці об’ємної ваги ліків та ВМП з субрегіонального центру j до складу k ($j = \overline{1, J}$, $k = \overline{1, K}$). Додатково задано: M_j – операційні витрати при активації субрегіонального центру j ($j = \overline{1, J}$); P_i – операційні витрати при активації регіонального центру i ($i = \overline{1, I}$); r_i – запас ліків та ВМП у регіональному центрі i ($i = \overline{1, I}$); s_j – ємність у субрегіональному центрі j ($j = \overline{1, J}$); d_k – ємність складу k ($k = \overline{1, K}$). Невідомими у задачі є: x_{ij} – кількість одиниць об’ємної ваги ліків та ВМП, перевезених з регіонального центру i до субрегіонального центру j ; y_{jk} – кількість одиниць об’ємної ваги ліків та ВМП, перевезених з субрегіонального центру j до складу k ; v_i – булева змінна, де $v_i = 1$, якщо розміщено регіональний центр i , $v_i = 0$ в іншому випадку; z_j – булева змінна, де $z_j = 1$, якщо розміщено субрегіональний центр j , $z_j = 0$ в іншому випадку.

Для розв'язання отриманої задачі було запропоновано підхід з використанням генетичного алгоритму представлений у роботі [5] з апробацією на задачі медичної логістики у Дніпропетровській області. Особливостями цього алгоритму є модифікація процедур оцінювання та використання змішаної мутації, що дозволяють ефективно розв'язувати проблему, враховуючи особливості предметної постановки – розміщення центрів на декількох етапах логістичного процесу.

Список літературних джерел

1. Gen M. A genetic algorithm for two-stage transportation problem using priority-based encoding / Mitsuo Gen, Fulya Altiparmak, Lin Lin // Or Spectrum. – 2006. – Vol. 28, no. 3. – P. 337–354. DOI: 10.1007/s00291-005-0029-9
2. Cosma O. An efficient solution approach for solving the two-stage supply chain problem with fixed costs associated to the routes / Ovidiu Cosma, Petrica Pop, Cosmin Sabo // Procedia Computer Science. – 2019. – Vol. 162. – P. 900–907. DOI: 10.1016/j.procs.2019.12.066
3. Станіна О. Моделі та методи розв'язання задач оптимального розміщення двоетапного виробництва з неперервно розподіленим ресурсом / О. Станіна, С. Ус, Л. Коряшкіна. – Дніпро : Гарант, 2021. – 200 с.
4. Serhieiev O. Analysis of modern approaches to solving discrete and continuous multi-stage allocation problems / O. Serhieiev, S. Us // Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. – 2023. – No. 2. – P. 50–58. DOI: 10.32782/it/2023-2-7
5. Serhieiev O. Modified genetic algorithm approach for solving the two-stage location problem / O. Serhieiev, S. Us // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2023. – No. 3. – P. 159–169. DOI: 10.15588/1607-3274-2023-3-20

ВПЛИВ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА РЕЗЕРВУАРИА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН

Серікова О. М.¹, Стрельнікова О. О.², Крютченко Д. В.²

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

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

При аваріях резервуарів та нафтоховищ існує можливість розливу нафтопродуктів та небезпечних речовин і забруднення прилеглих територій та водоймищ. Потрапляння отруйних і легкозаймистих рідин з резервуарів в навколишнє середовище і подальше їх розповсюдження на території населених пунктів може спричинити масове отруєння людей і тварин, призвести до забруднення навколишнього середовища. Розливи небезпечної рідини можуть призвести до вибухів і пожеж з поширенням на довколишні резервуари та прилеглі території. Оскільки в резервуарах зберігається великий обсяг горючих речовин, пожежа може мати серйозні наслідки. Економічні збитки від витоків нафтопродуктів і пожеж включають не лише прямі витрати, але й витрати на природоохоронні заходи, на поповнення запасів нафтопродуктів [1]. Для підвищення рівня екологічної безпеки територій, прилеглих до резервуарів для зберігання екологічно небезпечних рідин (ЕНР), запропоновано контролювати вплив природних і техногенних факторів на резервуари для ЕНР з урахуванням моделей сейсмічних навантажень і коливань рідини в резервуарах. Для задовільної роботи такого алгоритму запропоновано вважати потенційно забрудненими ділянками водойми, де прогнольні параметри не відповідають розрахунковим протягом усього терміну експлуатації. Вважаємо важливим і обов'язковим урахування даних і прогнозів сейсмічних впливів при розміщенні резервуарів, умов застосування водосховищ, техногенних і природних умов з метою мінімізації впливів на навколишнє середовище при аварійних ситуаціях. При цьому вивчається задача вимушених коливань рідини в оболонках обертаня. Задачу зведено до розв'язання системи сингулярних інтегральних рівнянь, її розв'язок отримано числовим методом [2]. Отримані залежності рівня підйому рідини в резервуарах під дією імпульсних та сейсмічних навантажень. Ці дані дають змогу змоделювати демпфери для гасіння небажаних коливань.

Список літературних джерел

1. Sierikova O, Strelnikova E, Gnitko V, Degtyarev K. Boundary Calculation Models for Elastic Properties Clarification of Three-dimensional Nanocomposites Based on the Combination of Finite and Boundary Element Methods. IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2021, p. 351–356. doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570086
2. Karaiev A., Strelnikova E. Singular integrals in axisymmetric problems of elastostatics / International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing. 11(1), 2050003. 2020, DOI:10.1142/S1793962320500038

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЧАСТОК МАТЕРІАЛУ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ

Соколовська І. Є., Слободянюк А. М., Мись В. С.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Вступ. В сучасному виробництві теплоізоляційних матеріалів знаходять широке використання різноманітні тепломасообмінні апарати, в яких здійснюються завершу вальні етапи технології – сушінні або випал дрібнодисперсних часток. До таких пристроїв відноситься і вихровий апарат, схема та принцип роботи якого приведені в роботі [1].

Основний матеріал. Процес сушіння матеріалу у вихровому апараті відбувається під час витання його дисперсних часток при їх взаємодії з потоками теплоносія. Зрозуміло, що чим довший цей процес за часом, тим він більш ефективний.

В роботах [2] та [3] відмічено існування залежності між траєкторією руху частки та місцем її введення у вихровий апарат. В цій роботі визначена залежність між швидкістю потоку, місцем введення частки в апарат та конкретною траєкторією частки. Розрахунок динаміки газових потоків при різних значеннях швидкості потоку, а саме 5, 10 та 15 м/с, проводився у відповідності до моделі газодинаміки у вихровому апараті [2]. Результати проведених тестових розрахунків за вказаною моделлю наведено на рис.1.

З рисунку 1 а), б) видно, що по мірі віддалення місця введення частки за віссю від місця підключення тангенційного патрубку до центру апарату, час перебування частки в апараті різко скорочується. При чому при одному й тому ж місці введення частки, за меншою швидкістю потоку теплоносія частки швидше покидають апарат, тобто піддаються меншій термічній дії.

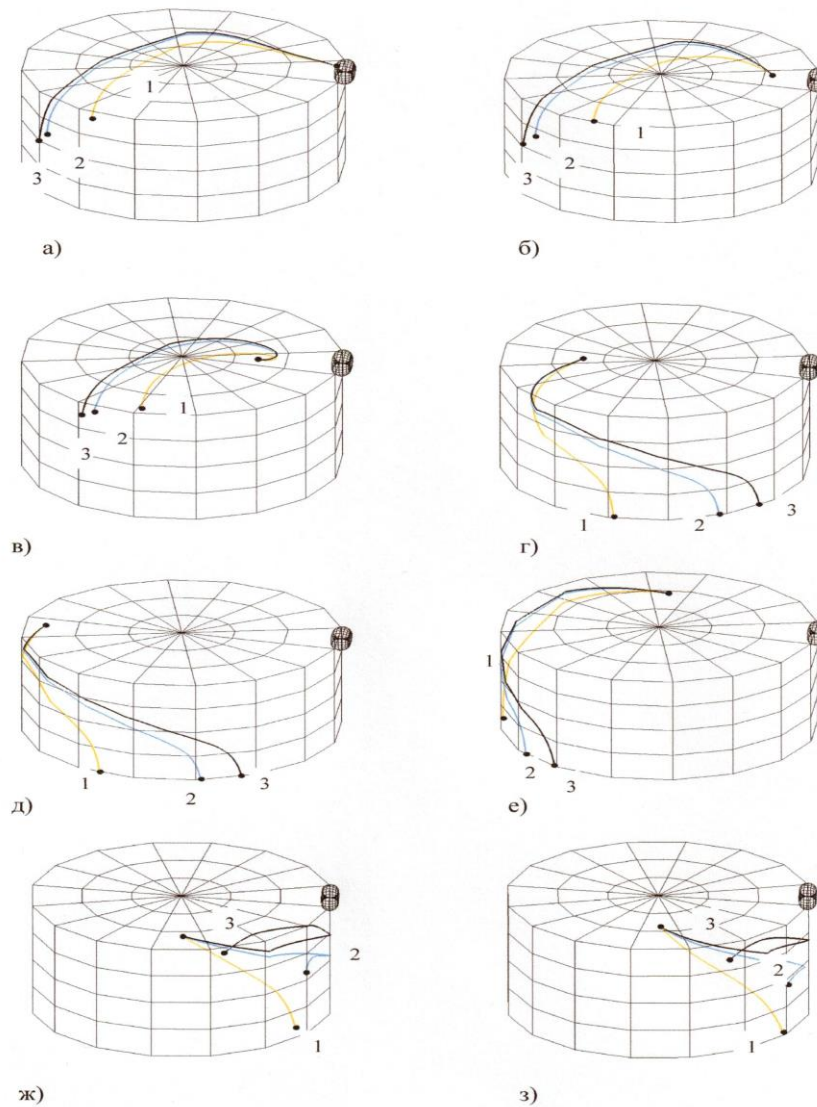
З рисунку 1 в) – з) видно, що по мірі віддалення місця влучення частки в об'єм вихрової камери по осі від центру в протилежному від тангенційного патрубку напрямку траєкторії частинок коротшають, отже, зменшується час перебування частки в апараті. Це пояснюється тим, що у стінки, протилежної місцю приєднання патрубку, частки меншою мірою захоплюються потоком теплоносія.

На перпендикулярній осі (рис. 1 ж), з) картина практично аналогічна: чим далі від центру частка потрапляє в апарат, тим триваліше її перебування в об'ємі робочої камери, при цьому спостерігається симетрія траєкторій у міру віддалення від центру апарату.

Висновки. Аналіз результатів розрахунків дозволяє зробити якісний висновок про те, що в цілому частинки, що потрапляють у вихровий апарат ближче до бічної стінки, довше витають у його обсязі, а, отже, і довше піддаються сушінню, що краще з технологічної точки зору.

Загалом отримана розрахункова інформація може бути основою для проектування та оптимізації конструкції апарату з точки зору скорочення енерговитрат. Форма траєкторії, її протяжність визначають габаритні розміри пристрою та витратні характеристики теплоносія. Залежно від необхідної

інтенсивності термообробки, місце введення частинок і швидкість теплоносія можуть змінюватися.



1 – швидкість потоку 5 м/с, 2 – 10 м/с, 3 – 15 м/с
Рисунок 1 – Розрахункові траєкторії руху частки

Список літературних джерел

1. Пат. UA 26821 U. МПК F 26 В 17/10. Пристрій для отримання гранульованого наповнювача теплоізоляційного матеріалу. Павленко А.М., Соколовська І.Є., Кошлак Г.В., Клімов Р.А. у 2007 05035; Заявл. 07.05.2007; Опубл. 10.10.2007, Бюл. №16, 2007р.

2. Соколовская И.Е. Математическая модель движения частиц в вихревом аппарате // Соколовская И.Е. – Збірник наукових праць ДДТУ. – Дніпродзержинськ, 2013. – Випуск №2(20), – с.120-124.

3. Соколовская И.Е. Математическая модель газодинамики в вихревом аппарате // Соколовская И.Е. – Збірник наукових праць ДДТУ. – Дніпродзержинськ, 2012. – Випуск №1(18), – с.123-128.

МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОДИНАМІКИ ПОТОКІВ ТЕПЛОНОСІЯ У ВИХРОВОМУ АПАРАТІ

Соколовська І. Є., Слободянюк А. М.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Вступ. На сучасному рівні розвитку вихрових апаратів зростає актуальність досліджень, спрямованих на поглиблене вивчення процесів, вдосконалення конструкцій та технології виготовлення окремих вузлів. Відсутність суворої теорії відчувається найбільш гостро під час проектування систем і установок, у яких вихровий апарат одна із головних агрегатів. У зв'язку з цим першочерговим завданням залишається розробка теорії, що дозволяє отримати досить надійний математичний опис процесів, що відбуваються в камері вихрової апарату, описаного в [1].

Ефективність процесів тепломасообміну під час сушіння пористих матеріалів у вихрових апаратах багато в чому визначається співвідношенням геометричних розмірів цього пристрою, оскільки від них залежать гідродинамічні показники роботи апарату.

Основний матеріал. З метою раціоналізації технологічних параметрів апарату, а також визначення його ефективності важливо знати параметри газових потоків (компоненти швидкостей, тиску) у всьому обсязі апарату. Зважаючи на специфіку конструкції апарату та підведення газу, газові потоки є суттєво тривимірними та значною мірою турбулізованими. Експериментальне дослідження таких потоків є надзвичайно ускладненим і потребує великих матеріальних витрат. З іншого боку, аналітичне вирішення цього завдання навряд чи можливе без істотних спрощень, здатних спотворити весь процес навіть на якісному рівні, тому в цій роботі ми вдалися до чисельного моделювання з використанням досить ефективного в даному випадку методу розщеплення за фізичними факторами [2].

На підставі математичної моделі газодинаміки потоку у вихровому апараті, викладеній у роботі [3], за допомогою методу представлення гідродинамічних параметрів проектуванням на них векторів швидкостей, були отримані графічні зображення руху газового потоку в різних перерізах апарату [1] (рис.1, рис.2). У цій роботі цей метод, реалізований у циліндричних координатах у тривимірній постановці, застосований для аналізу поставленого завдання вивчення газодинаміки у вихровому апараті.

Про характер гідродинамічної картини в осьовому перерізі апарату дозволяє судити рис.2., з якого випливає, що в зоні верхнього отвору вихрового апарату внаслідок існування глобального вихору створюється зона зниженого тиску, що призводить до втягування через отвір навколишнього повітря. У нижній частині апарату, у живильника, повітря залишає апарат.

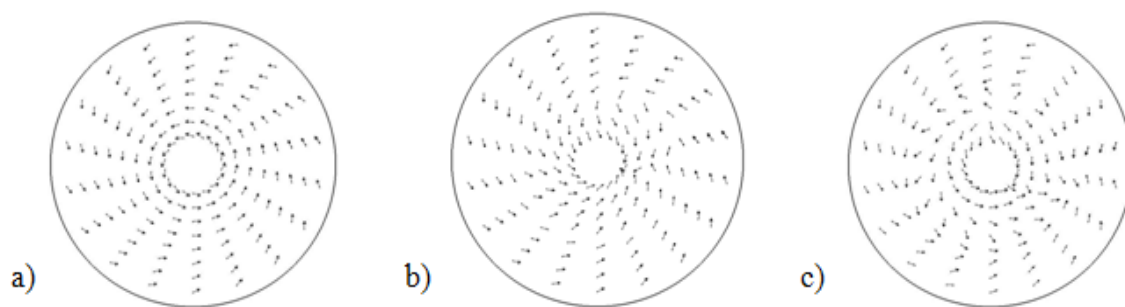


Рисунок 1 – Розрахункові поля напрямку швидкостей газу на трьох різних перетинах апарату

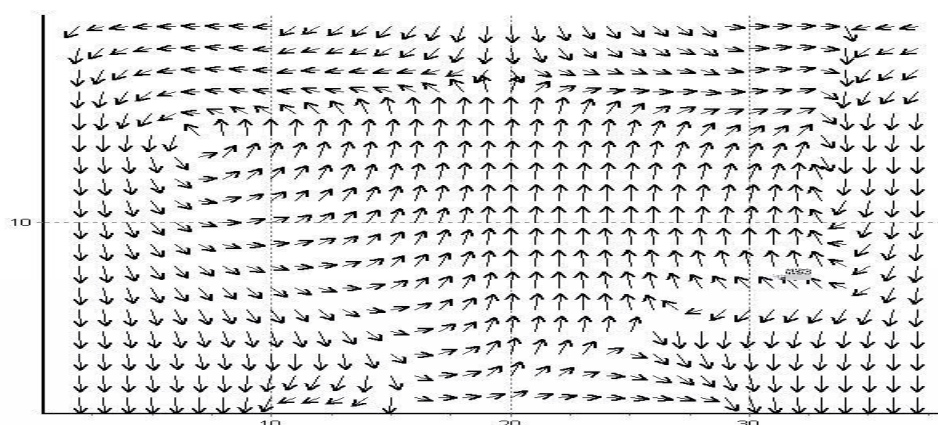


Рисунок 2 - Поля напрямку проєкцій швидкостей газу в осьовому перерізі апарату

Висновки. За допомогою запропонованої в роботі [3] моделі виявлено оптимальні співвідношення геометричних розмірів вихрового апарату, а також гідродинамічні параметри, що дозволяють розробити ефективні конструктивні рішення даного обладнання. Отримані дані можуть використовуватись у методиках розрахунку тепломасообмінних вихрових пристроїв.

Список літературних джерел

1. Пат. 26821 Україна. МПК F 26 В 17/10. Пристрій для отримання гранульованого наповнювача теплоізоляційного матеріалу / Павленко А.М., Соколовська І.Є., Кошлак Г.В., Клімов Р.А.; заявник та патентовласник Дніпродзерж. держ. техн. ун-т - № 2007 05035; заявл. 07.05.2007; опубл. 10.10.2007, Бюл. №16.

2. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. – М.: Наука, 1984. – 520 с.

3. Соколовская И.Е. Математическая модель газодинамики в вихревом аппарате // Соколовская И.Е. – Збірник наукових праць ДДТУ. – Дніпродзержинськ, 2012. – Випуск №1(18), – с.123-128.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНОГО СТАНУ КОМПОЗИТНИХ ОБОЛОНОК НУЛЬОВОЇ ГАУССОВОЇ КРИВИНИ З ПРЯМОКУТНИМ ОТВОРОМ

Сторожук Є. А., Максимюк В. А., Чернишенко І. С.

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Київ, Україна

Вступ. Тонкі композитні пластинки та оболонки як елементи сучасних конструкцій знаходять широке застосування в авіа- та ракетобудуванні, хімічному та нафтовому машинобудуванні, промисловому та цивільному будівництві. За конструктивними або технологічними міркуваннями ці елементи мають отвори або вирізи самої різноманітної форми. При значних рівнях навантаження властивості їх матеріалів описуються нелінійними діаграмами деформування. Розв'язання нелінійних крайових задач для композитних оболонок з отворами спряжене із значними математичними труднощами. Тому автори для розв'язання задач даного класу розробили чисельну методику, яка базується на сіткових методах (MCP, BPM, MCE).

Основний матеріал. Розглянемо тонку оболонку нульової гауссової кривини, яка виготовлена з ортотропного композитного матеріалу, ослаблена прямокутним отвором і знаходиться під дією статичного навантаження.

Геометричні співвідношення запишемо у векторній формі на основі теорії непологих оболонок, в якій мають місце гіпотези Кірхгофа–Лява [1]. Вважаючи, що навантаження просте, фізичні співвідношення подамо згідно деформаційної теорії пластичності для анізотропних середовищ [2].

Систему розв'язувальних рівнянь отримаємо з умов стаціонарності змішаного функціоналу з використанням методу додаткових напружень і векторного варіаційно-різницевого методу [1]. Зазначимо, що геометрична частина гіпотез Кірхгофа–Лява у змішаному функціоналі реалізована за допомогою множників Лагранжа [1].

З використанням розробленої методики досліджено концентрацію напружень в області прямокутного отвору на поверхні нелінійно-пружних оболонкових елементів ракет циліндричної і конічної форми.

Висновок. Запропонована методика має такі переваги: 1) у змішаному функціоналі відсутні похідні вище першого порядку, що значно спрощує процес дискретизації задачі; 2) різницеві співвідношення для деформацій точно описують поступальну частину переміщення елемента оболонки як жорсткого цілого; 3) відсутнє негативне явище так званого мембранного замикання.

Список літературних джерел

1. Maksimyuk V.A., Storozhuk E.A., Chernyshenko I.S. Variational Finite-Difference Methods in Linear and Nonlinear Problems of the Deformation of Metallic and Composite Shells (review) // Int. Appl. Mech. – 2012. – 48, N 6. – P. 613 – 687.

2. Механика композитов: В 12-ти т. Т.7. Концентрация напряжений / А.Н.Гузъ, А.С.Космодамианский, В.П.Шевченко и др. – К.: «А.С.К.», 2000. – 376 с.

ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ

Тараненко А. С., Трус І. М., Твердохліб М. М., Гомеля М. Д.

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

Нині раціональне використання водних ресурсів в умовах дефіциту води, а також значне погіршення її якості є складною науково-технічною проблемою. Тому важливим питанням є очищення природних вод за рахунок удосконалення технологій водопідготовки та розроблення нових ефективних ресурсозберігаючих методів.

Залізо (Fe^{2+}) є типовим неорганічним забруднювачем води. Залізо зустрічається як у поверхневих, так і в підземних водах. Серед різноманітних водних джерел ґрунтові води внаслідок вимивання Fe^{2+} порід і мінералів мають більшу їх кількість. Хоча залізо необхідне для життя людини, але у високих концентраціях викликає проблеми. Також залізо впливає на колір, смак і запах води, надаючи воді металевого присмаку та червоного кольору [1].

Для очищення води використовують фізико-хімічні та біологічні методи для видалення іонів заліза з води [2].

Адсорбція – найперспективніший метод завдяки простоті, широкій адаптивності та високій ефективності. Природні цеоліти використовуються як недорогі та ефективні адсорбенти для очищення води від різноманітних забруднювачів [3]. Проте адсорбційна здатність природних цеолітів до деяких елементів може бути обмеженою. Для підвищення сорбційної ємності цеолітів застосовують механічну, термічну або хімічну обробку, щоб покращити фізико-хімічні властивості та адсорбційну здатність для видалення забруднювачів.

Для оцінки ефективності даного процесу було проведено знезалізнення води при фільтруванні її через шар гранульованого цеоліту (рис.1). При концентрації заліза у воді на рівні 10-15 мг/дм^3 аерація відбувається за рахунок контакту з повітрям розчину протягом 10-60 хв. перед фільтруванням.

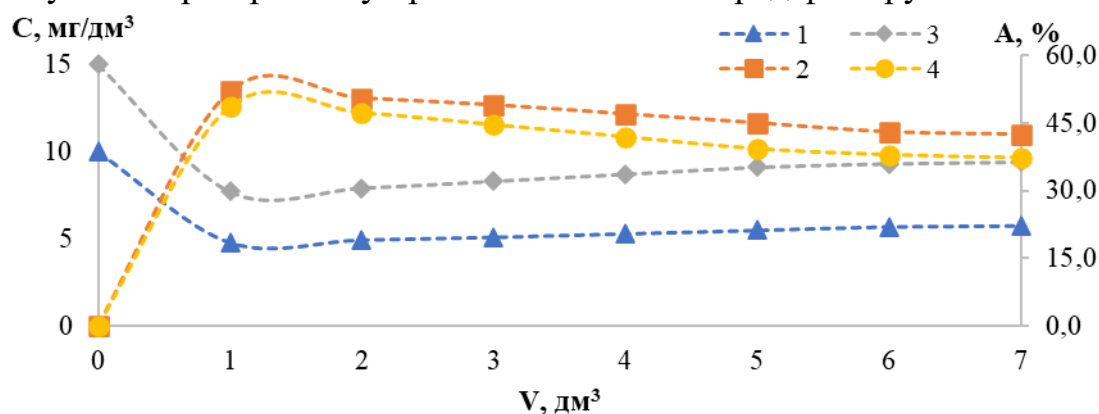


Рисунок 1 – Зміна концентрацій заліза (1; 2) у воді та ступеню видалення заліза із води (3; 4) від пропущеного об'єму розчину через гранульований цеоліт ($V_i = 20 \text{ см}^3$) (1; 4), при вихідній концентрації 10 (1; 3) ($\text{pH} = 7,67$) та 15 мг/дм^3 (2; 4) ($\text{pH} = 7,73$)

Ефективність очистки води від заліза в даному випадку була не висока. Ступінь вилучення заліза поступово зменшився з 52 % до 42,5 % та 48,7 до 37,3 для вихідних концентрацій 10 та 15 мг/дм³ відповідно. В разі застосування цеоліту модифікованого перманганатом калію ступінь вилучення на початковому етапі був вищим 96,7 % і поступово знижувався до 81-83 %.

Для уточнення швидкості окислення сполук заліза та відповідно швидкості формування осаду було розраховано швидкість утворення фільтрувального шару та масу адсорбційної плівки (табл.1).

Таблиця 1 – Розрахунок швидкості формування фільтрувального шару (початкова концентрація заліза $C_{Fe} = 10,0$ мг/дм³)

V_i , р-ну, дм ³	C_{Fe} фільтрат, мг/дм ³	$m_{адсорб.плівки}$	$V_{форм.шару}$ МГ/ХВ·М ²
1	4,8	9,93	1,53
2	4,95	9,64	1,48
3	5,1	9,35	1,44
4	5,3	8,97	1,38
5	5,5	8,59	1,32
6	5,7	8,21	1,26
7	5,75	8,11	1,25
		$\Sigma = 62,839$	

Отже, на основі проведених досліджень в роботі встановлено можливість застосування модифікованого цеоліту в якості фільтрувального завантаження для знезалізнення води. Показано, що дане завантаження можна використовувати багаторазово, оскільки після промивки воно не втрачає свої окислювальні властивості. Окислення заліза на поверхні модифікованого цеоліту відбувається інтенсивніше завдяки контакту з утвореною каталітичною плівкою оксиду марганцю, про що свідчить розрахована швидкість утворення адсорбційної плівки на поверхні завантаження.

Список літературних джерел

1. [Trus I.](#), [Halysh V.](#), [Radovenchyk I.](#), Fleisher H. 2020. Conditioning of iron-containing solutions / I. [Trus](#), V. [Halysh](#), I. [Radovenchyk](#), H. Fleisher // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2020. – № 55(2). – P. 486–491. https://dl.uctm.edu/journal/node/j2020-2/30_18-202_p_486-491.pdf
2. Radovenchyk I. Evaluation of Optimal Conditions for the Application of Capillary Materials for the Purpose of Water Deironing / I. Radovenchyk, I. Trus, V. Halysh, T. Krysenko, E. Chuprinov, A. Ivanchenko // Ecol. Eng. Environ. Technol. – 2021. – № 22(2). – P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/133256>
3. Trus I. M. Using filter loading for iron removal from water / I. M. Trus, M. M. Tverdokhlib, M. D. Gomelya, A. S. Taranenko // Journal of Chemistry and Technologies. – 2023. – 31(2). – P. 334-343. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i2.277434>

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ УТИЛІЗАТОРІВ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ КОТЕЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

Царьова В. В., Клімов Р. О.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Ефективність використання енергії характеризується станом впровадження у виробництво новітніх енергоощадних технологій і розробкою нових видів обладнання. Як правило, споживання палива обладнанням залежить від його ефективності. Розглядаючи частку енергоспоживання потужних промислових підприємств у загальному світовому балансі споживання, можна помітити, що на сучасному етапі технологічного розвитку первинна енергія використовується недостатньо ефективно і значна її частина перетворюється на скидний потік [1]. Ці вторинні ресурси мають великий енергетичний потенціал, проте їх використання та застосування повернутої енергії у виробничому циклі зазвичай наштовхується на певні обмеження. Під час експлуатації теплотехнічних агрегатів і устаткування утворюється велика кількість вторинних енергоресурсів, як теплових, так і горючих, залежно від типу та ефективності обладнання. Основні втрати припадають на відходи горіння. Їх кінцева температура обмежується можливістю конденсації водяної пари при досягненні точки роси димових газів. У таких енергетичних установках температура димових газів зазвичай перевищує 110 °С і залежить в основному від виду використовуваного палива [1-3]. У загальному випадку величезні втрати теплових вторинних енергоресурсів можна зменшити шляхом встановлення хвостових поверхонь нагріву, таких як економайзери та повітрянагрівачі [3]. Вони являють собою рекуперативні або регенеративні теплообмінники, причому відомо, що найбільшу ефективність має контактний тип. Найпоширенішими контактними економайзерами є ЕК-БМ, у яких для створення тепломасообмінних поверхонь використовуються різні типи насадок [2]. У кожному випадку ефективність використання насадок може бути оцінена різними показниками, але у зв'язку з різноманітністю типів насадок краще порівнювати енергоефективність за показниками, представленими в [2].

Робота котельних агрегатів характеризується зміною основних параметрів у часі, які значною мірою залежать від ступеня завантаження котла. У даному випадку робота теплофікаційної установки характеризується зміною енергетичних показників утилізації тепла відхідних газів у широкому діапазоні. Ступінь завантаження економайзера впливає на ефективність його роботи. Визначення параметрів спільної роботи теплоутилізатора і котельного агрегату під час зміни теплової потужності (паропродуктивності) дає змогу визначити найбільш раціональний режим роботи системи з погляду економії палива.

Метою дослідження є визначення характерних показників спільної роботи котлоагрегатів за різних ступенів навантаження, за необхідної кількості встановлених теплоутилізаторів, для отримання найбільш ефективного режиму роботи системи.

Моделювання проводили для контактного економайзера ЕК-БМ-2 з насадками «Інжехім», встановленого після парового котла ТП-150. Розрахунки

представлені на рис. 1 показали, що температура газу на виході з контактного теплоутилізатора не однакова для всіх режимів роботи котла через різну кількість під'єднаних економайзерів.

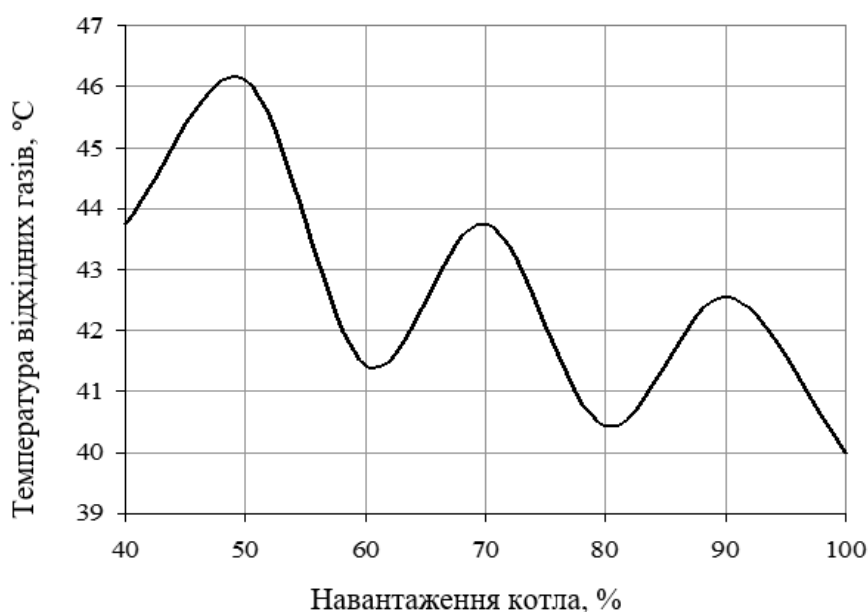


Рисунок 1 – Залежність температури відхідних газів на виході з економайзера від потужності котла

Чим вищий рівень навантаження котла, тим нижче досяжна температура охолодження димових газів. Наприклад, за 50 %-го навантаження вона становить майже 46 °C, а для повного навантаження – 40 °C. Це безпосередньо впливає на загальний тепловий ККД і витрату первинного палива установки, що відомо з основних принципів роботи котлоагрегату. З урахуванням витрат на паливо це дає значну економію протягом року. Зниження температури димових газів також впливає на рівень теплового забруднення довкілля, а зниження витрат котельного палива – на рівень викидів забруднювальних речовин у ґрунт, повітря та воду.

Використовуючи наведену методику, можна визначити кількість утилізаторів теплоти відхідних газів і комбінацію різних розподілів витрат продуктів згоряння між ними, щоб досягти оптимальної температури газів для кожного конкретного режиму роботи установки.

Список літературних джерел

1. Клімов Р.О. Теплоенергетичні системи промислових підприємств. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. 200 с.
2. Клімов Р.О., Кирилюк В.О. Ефективність роботи насадок контактних утилізаторів теплоти. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2021. №1(38). С.92–98.
3. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. Ульяновск: УлГТУ, 2000. 139 с.

СЕКЦІЯ 2**МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ**

- **оптимальне проектування конструкцій**
- **оптимізація технологічних процесів**
- **перспективні методи оптимізації**

SESSIONS 2**MODELS AND METHODS OF OPTIMIZATION**

- **optimal design of structures**
- **optimization of technological processes**
- **advanced optimization techniques**

REPETITION-FREE ALGORITHMIC STRUCTURES**Pavlik G. V.¹, Dotsenko N. V.²**¹ National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Kharkiv, Ukraine² O.M. Beketov National University, Kharkiv, Ukraine

The variety of algorithms for information processing, management, control and diagnostics leads to the need to unify the software, and there is a need to determine the properties characteristic of these algorithmic structures.

The analysis of the algorithms showed that the main classes of formulas used to describe systems are: non-repetitive formulas; functions with group invariance; functions that allow separative decomposition; homogeneous functions [1]. Thus, for control devices of technical means, control and diagnostic systems, as well as information processing devices, the non-repetition of formulas is a characteristic property, especially since both homogeneous and separable functions have little repetition of variables in the corresponding formulas.

Repetition-free algorithmic structures are the class of structures that are most widely used in practice [2]. However, the lack of a unified approach to the study of this class of algorithmic structures makes their analysis and synthesis difficult. In this case, it becomes necessary to distinguish between types of non-repetition depending on the form of presentation of the algorithms [3].

An algebraic method for transforming repetition-free algorithmic structures with commutative conditions has been developed, which allows for formalized transformations in the analysis and synthesis of control, computational and diagnostic algorithms. It is shown that as a result of identical transformations, algorithms with different characteristics are formed. Transformations of algorithms with a tree structure are described. The use of these transformations makes it possible to reduce the depth of the algorithm by an average of 10...35% for various algorithms. A classification of non-repetitive structures is carried out; examples of a catalog of typical representatives for various types of non-repetitive structures are given.

The invariants underlying the classification of objects, types of transformations of algorithmic structures and methods for determining typical representatives are studied. Catalogs of typical non-repetitive algorithmic structures have been compiled.

References

1. Grobler T. et al. Search Algorithms for the Combinatorial Generation of Bordered Box Repetition-Free Words //JUCS: Journal of Universal Computer Science. – 2023. – V. 29. – №. 2. – P. 13-19.
2. Horn M. et al. On the use of decision diagrams for finding repetition-free longest common subsequences //Optimization and Applications: 11th International Conference, OPTIMA 2020, Moscow, Russia, September 28–October 2, 2020, Proceedings 11. – Springer International Publishing, 2020. – P. 134-149.
3. Mehlhorn K., Sanders P., Sanders P. Algorithms and data structures: The basic toolbox. – Berlin : Springer, 2008. – V. 55. – P. 56 - 65.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кабат О. С., Кочетков К. О., Мироненко В. О.

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

Сучасні машини і механізми працюють у досить жорстких умовах при високому рівні навантажень, швидкостей ковзання та температур, що негативно впливає на їх надійність та довговічність у роботі. Найбільший вплив на ці характеристики оказують вузли тертя, на які приходиться до 70% усіх відмов у роботі обладнання. Тому розробка вузлів тертя машин і механізмів із високим рівнем надійності та довговічності є актуальною задачею.

У більшості випадків це відбувається за рахунок заміни матеріалів вузлів тертя на більш сучасні. Наприклад, у роботах [1,2] в якості таких матеріалів використовували полімери та полімерні композити на їх основі. При дослідженні їх на тертя та зношування виникають певні складнощі, які пов'язані із необхідністю у проведенні великої кількості досліджень для встановлення їх основних трибологічних характеристик. Тому у роботі ми використовували методи комп'ютерного моделювання процесів тертя матеріалів на основі полімерів за допомогою математичного апарату програми MathCAD.

Моделювання проводили використовуючи отримані експериментальні данні в інтервалах навантажень та швидкостей ковзання при яких не проводили дослідження. Також вдалося із певною вірогідністю зробити припущення щодо рівня трибологічних властивостей розроблених матеріалів на основі полімерів при навантаженнях та швидкостях ковзання, які виходять за інтервали досліджень. Це дозволило значно скоротити час трибологічних досліджень та отримати достовірні результати тертя та зношування розроблених полімерних матеріалів за досить короткий період часу.

Список літературних джерел

1. Закалов О.В., Закалов І.О. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

2. Kabat O., Girin O., Heti K. Polymer composites based on aromatic polyamide and fillers of spherical and layered structure for friction units of high-performance equipment // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications. – 2023. Vol. 237. – Iss. 11. – P. 2669-2676 <https://doi.org/10.1177/14644207231176796>

3. Kabat O., Sytar V., Derkach O., Sukhyu K. Polymeric composite materials of tribotechnical purpose with a high level of physical, mechanical and thermal properties [Text] / O. Kabat, V. Sytar, O. Derkach, K. Sukhyu // Chemistry & Chemical Technology. - 2021. – VOL. 15 (4). – P. 543-550

<https://doi.org/10.23939/chcht15.04.543>

ОПТИМАЛЬНІ РЕЖИМИ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СУШАРКАХ

Клімов Р. О., Анісімов Д. О.

Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, Україна

Процеси сушіння вимагають досить великої витрати енергоресурсів. Основним показником ефективності сушильних установок, а також всіх видів теплотехнічних і теплотехнічних приладів є коефіцієнт корисної дії [1]. Одним з основних методів зниження витрати палива при приготуванні осушувачів, таких як повітря, водяна пара і продукти згоряння, є використання рециркуляції використовуваних агентів. Зі збільшенням ступеня рециркуляції підвищується ККД. Зі збільшенням ступеня рециркуляції втрати на виході зменшуються, але вологість первинного потоку збільшується.

Одним з прогресивних методів зниження енергоспоживання при сушінні є використання теплового насоса [1, 2]. Теплові насоси можна ефективно використовувати як засіб видалення вологи з відхідних газів сушарки, а також для збільшення частки рециркуляції. З метою вивчення того, як встановлення теплових насосів впливає на процеси тепло - і вологообробки матеріалів і витрати енергоресурсів на цей процес, в дослідженні використані сушарки для мінеральних добрив.

Регулювання вихідної потужності теплового насоса в певному діапазоні витрат дає якісно новий чисельний результат для оптимального завантаження обладнання з рециркуляцією. Розрахунок проводиться з використанням рівняння теплового балансу сушарки. Ефективність системи підпорядковується звичайним законам роботи теплового насоса, але коефіцієнт перетворення теплового насоса залежить від різниці між температурою випаровування та температурою конденсації. Звичайні системи рекуперації тепла також можуть використовуватися в сушарках. Визначення оптимального співвідношення теплових насосів і звичайних систем рекуперації теплоти є актуальною задачею.

Як показують розрахунки, найбільша ефективність рециркуляції вологого повітря, що виходить з сушарки, може бути досягнута з коефіцієнтом рециркуляції рівним 0,41. Для інших значень рециркуляції економія від використання теплового насоса також є, але в меншій мірі. Тобто використання теплового насоса завжди ефективно. Ефективність сушарки можна підвищити на 3,1 % за рахунок використання теплового насоса для сушіння відхідного вологого газу і повернення його в цикл, але в той же час компресор потребує додаткової енергії на свій привід.

Розроблена технологія дозволяє визначити оптимальну частку рециркуляції відпрацьованих газів в сушарці для досягнення максимальної економії первинного палива в порівнянні зі звичайною рециркуляцією.

Список літературних джерел

1. Клімов Р.О. Теплоенергетичні системи промислових підприємств. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. 200 с.
2. Рей Д. Тепловые насосы. М.: Энергоиздат, 1982. 224 с.

ПОРІВНЯЛЬНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ МЕТОДІВ ГЛОБАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Косолап А. І.

Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, Україна

Сьогодні оптимізація використовується майже у будь-якій сфері людської діяльності. Це економіка, фінанси, системи управління, технологічні процеси, проектування, інформатика, штучний інтелект, військова справа та багато інших сфер використання. Побудовано досить багато оптимізаційних моделей, які можна розділити на 3 класи: лінійні, унімодальні та мультимодальні. Лінійні та унімодальні нелінійні моделі складають серед існуючих моделей тільки незначну частину, а більшість моделей є мультимодальними, які містять безліч локальних екстремумів. Для лінійних та унімодальних моделей розроблені ефективні методи та їх програмне забезпечення. Значні зусилля протягом уже більше 30 років були прикладені для розробки методів розв'язування мультимодальних задач. В таких задачах нас інтересує тільки точка глобального екстремуму, так як багато моделей містить 2^n локальних екстремумів і локальні методи часто залишаються в початковій точці.

Методи для розв'язку мультимодальних задач ділять на детерміновані та стохастичні. Детерміновані використовують технологію розгалужень та границь або опуклу релаксацію. Програмне забезпечення, що використовує опуклу релаксацію показує кращі результати. Стохастичні методи інколи дозволяють знаходити гарні розв'язки, але при збільшенні розмірності задачі їх результати далекі від оптимальних. Тому більшість статей по глобальній оптимізації містять обчислювальні експерименти для двовимірних задач. Зрозуміло, що такі задачі не представляють практичного інтересу.

Виникає питання, як перевірити ефективність нових методів для розв'язування мультимодальних задач. Протягом 30 років було створено декілька бібліотек тестових і прикладних моделей. Найбільш відомі: PrincetonLib, GlobalLib, MinlpLib. Бібліотека PrincetonLib містить більше 1000 моделей умовної та безумовної оптимізації. Ці бібліотеки містять також кращі знайдені розв'язки задач різними методами. Для задач з бібліотек GlobalLib та MinlpLib приводяться також точки в яких знайдені кращі розв'язки. Для бібліотеки PrincetonLib автору такі точки невідомі. Крім перелічених бібліотек існує також список тестових функцій (більше 200 задач безумовної оптимізації), як правило, з відомими точками глобального екстремуму.

При розв'язуванні задач умовної оптимізації виникає проблема точності виконання обмежень. Інколи незначна зміна похибки обмеження призводить до значної зміни цільової функції. Тому краще перевіряти ефективність методів на задачах безумовної оптимізації. Але задачі умовної оптимізації практично важливі, тому експерименти необхідно проводити і для задач умовної оптимізації, вказуючи максимальну похибку виконання обмежень задачі.

Тестові задачі можна поділити на ті, які мають відомі оптимальні розв'язки і задачі з невідомими оптимальними розв'язками. Більшість існуючих тестових функцій мають відомі розв'язки. Тільки тестові функції Egg holder і

Rana мають невідомі оптимальні розв'язки. На наш погляд тестові функції з відомими розв'язками не можуть бути основою для перевірки ефективності нових методів. Такі перевірки викликають сумніви, адже повторити експеримент автора досить складно, так як багато методів містить безліч регульованих параметрів. Тому пропонується будувати тестові функції з невідомими розв'язками. Тоді кращий метод буде знаходити кращі розв'язки. Автор в наступній табл. 1 пропонує такі функції. Це відомі функції, які пропонуються для розмірності два з відомими оптимальними розв'язками. Але, якщо розглядати такі функції для розмірностей 100 і вище, то оптимальні розв'язки будуть невідомі. В табл. 1 приведені результати отримані автором методом точної квадратичної регуляризації EQR (метод розроблений автором) і кращі результати отримані іншими авторами. Якщо для розмірностей 100 задача іншими авторами не розв'язувалась, то приводиться результат розв'язку, отриманий методом еволюційного пошуку із бібліотеки Python.

Таблиця 1 – Результати обчислювальних експериментів

№	Задача	n	m	Метод EQR кращий min	Кращий відомий min
1	Michalewic	100	0	-93,869774	-92,2251(-99,89)
2	Mishra 6	100	0	-289,8371384	-279,5928(py)
3	Schwefel's	100	0	-41898,28873	-41894,2869
4	Ackley 4	100	0	-290,6018752	-290,6
5	Egg holder	100	0	-89948,532	-89938
6	Rana	100	0	-50865,131	-47332
7	Sine Envelope	100	0	-147,658	49,50843(py)
8	Ackley	100	0	182,2404577	236,82
9	Bird	100	0	-5230,32938	-4097,8487 (py)
10	Trefethen	100	0	-241,5861462	-135,6185154
11	Adjman	100	0	-30,37418	-23,30464(py)
12	Scahffer 4	100	0	28,95141	48,951266(py)
13	M. Zakarov	100	0	-363,1193611	-363,0705987
14	M. Keane	100	0	0,0440215	0,08554(py)
15	NewFunction03	100	0	-13,037	-6.631648(py)
16	Siam	100	0	-114,97738	-51,496279
17	Liang's	100	0	-85466,348	-33162,8595(py)

Табл. 1 показує, що метод EQR показує кращі результати і автор в очікуванні, коли ці результати будуть отримані іншими новими методами.

Автор розв'язав методом EQR майже всі задачі з приведених вище бібліотек, за виключенням задач малої розмірності ($n < 10$) і задач досить великої розмірності ($n > 2500$), а також унімодальних задач. Для бібліотеки PrincetonLib методом EQR отримано більше 30% кращих розв'язків (для других розв'язаних задач розв'язки збіглися) і це при тому, що ці задачі майже 30 років розв'язуються іншими методами.

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ МОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Косолап А. І.¹, Трощило О. В.², Петряєв В. Д.¹

¹Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, Україна,

²ДВНЗ, «Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна.

В наш час технології мобільних мереж стрімко розвиваються, швидко збільшується також кількість абонентів. Все це потребує значних коштів. Тому при проектуванні мобільних мереж використовується оптимізація [1]. Важливою задачею мобільних мереж є щільність покриття місцевості базовими станціями, які забезпечують мобільний зв'язок. В цій задачі початковими даними є координати існуючих базових станцій, а також кількість нових базових станцій, координати яких повинно визначити. Як правило, задається відстань між існуючими базовими станціями та новими, а також відстані між новими базовими станціями. При такій постановці задачі отримують систему квадратичних рівнянь, або квадратичну оптимізаційну задачу. Розв'язування такої задачі є досить складним, так як вона є мультимодальною. Крім того, в такій постановці не враховується досить важлива економічна складова проекту. Необхідно також враховувати, що базові станції можуть бути встановлені тільки у визначених місцях. Тому при побудові математичної моделі ми будемо враховувати ці важливі фактори.

Кожна базова станція покриває визначений круг доступного мобільного зв'язку навколо себе. Математична модель задачі буде мати вигляд

$$\min \left\{ \|u\|^2 + \|v\|^2 \left| \begin{array}{l} \|a^i - x^j\|^2 = d_{ij}^2 + u_{ij}, \quad \forall(i, j), i=1, \dots, m, j=1, \dots, k \\ \|x^i - x^j\|^2 = \bar{d}_{ij}^2 + v_{ij}, \quad i < j, i=1, \dots, k, j=2, \dots, k \end{array} \right. \right\}, \quad (1)$$

де d_{ij} – відстані між відомими та новими базовими станціями, \bar{d}_{ij} – відстань між кожною парою нових базових станцій. Координати нових базових станцій $x^i = (x_1^i, x_2^i)$ визначаються по формулі

$$x^j = z_1^j x_0^1 + \dots + z_m^j x_0^m, \quad \sum_{i=1}^m z_i^j = 1, \quad j = 1, \dots, k, \quad (2)$$

де змінні z приймають тільки булеві значення, а x_0^i – відомі координати можливої установки нових базових станцій ($m > k$). Модель (1)-(2) дозволяє визначити мінімальне значення кількості базових станцій, які задовольняють приведеним вимогам, і таким чином визначити мінімальний кошторис проекту.

Список літературних джерел

1. Wireless Network Design. Optimization Models and Solution Procedures. Editors: Kennington J., Olinick E., Rajan D. – Springer: New York, Dordrecht, Heidelberg, London. – 2011. – 394 p.

АНАЛІЗ ТАБЛИЧНО-АЛГОРИТМІЧНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІЙ У ДВІЙКОВО-КОДОВАНИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ

Лукашенко В. М., Педченко Л. Р., Ковальчук С. А., Лукашенко Г. А.

Черкаській державний технологічний університет

Таблично-алгоритмічні методи (ТАМ) для обробки двійково-кової інформації забезпечують можливість легко вирішити протиріччя між обсягом таблиць та часом обчислення через оптимізацію шляхом варіювання їх параметрами. ТАМ являється розвитком класичного табличного, в якому використовуються попередні обчислювані результати. Особливістю класичного табличного методу (КТМ) є висока швидкодія. Однак, при обчислюванні високоточної інформації необхідно формувати великий обсяг пам'яті, якій залежить від кількості розрядів операндів, наприклад при розрядності операндів $n=32$ об'єм пам'яті $V = 32 \cdot (2^{32} - 1) \approx 10^{11}$ біт. Успіхи мікро-, нанотехнологій дозволяють апаратно сформувати великий обсяг пам'яті, але їх вартість дуже збільшується через отримання малої кількості придатних кристалів з пластини та необхідності використовувати прецензійне обладнання для обчислювання. Питання теорії та практики створення таблично-алгоритмічних обчислювачів досліджувалися в роботах В. А. Бріка, Т. К. Винцюка, В. І. Корнійчука, І. В. Кузьміна, В. І. Осинського, К. Г. Самофалова, В. П. Тарасенка та інші, але питання видів ТАМ у повної мірі не вирішені.

Суть ТАМ полягає у формуванні процедури обчислення, результат якої відтворюється з використанням упорядкованої множини значень констант, що відповідають значенням вихідних даних, та елементарних операцій згідно з алгоритмом перетворення. З багатьох існуючих видів ТАМ отримали широке розповсюдження в спеціалізованих комп'ютерно-інтегрованих системах (КІС) космічної та оборонної техніки при побудові компонентів, в яких використовувалися такі методи: 1- табличний адитивно-мультиплексорний; 2-таблично-адитивний; 3-таблично-адитивний з кодом аргументу, що трансформується по цілим ступеням двійкової системи числення; 4-таблично-логічний; 5-табличний логіко-оборотний; 6-напівадитивний таблично-логічний; 7-формалізований багатофункціональний таблично-логічний; 8-розрядний кортежно-табличний логіко-оборотний.

Загальною характерною ознакою цих методів є пошук за таблицею констант відповідно до вхідної незалежної змінної та виконання елементарних операцій. Таблиці, що попередньо обчислюються, формуються різноманітними методами. Найбільшого поширення набув метод лінійної апроксимації, яка використовує перші два членів із формул Ньютона та Тейлора, що забезпечує зменшення схемних витрат при апаратурній реалізації таблиць. Проте наявність у формулах операцій множення та додавання, тривалість яких залежить від розрядності операндів: $t_m \rightarrow n^2, t_d \rightarrow n$ відповідно, що обмежує сферу їх застосування. Одним з можливих варіантів є метод запропонований на базі параболічної апроксимації, який формує результат обчислення без операції множення, але має складну морфоструктуру [1].

Оцінювання ефективності зменшення обсягу постійно запам'ятовуючого пристрою (ПЗП) запропоновано через коефіцієнт (К), який визначається як відношення обсягу пам'яті ПЗП при реалізації КТМ до обсягу пам'яті ПЗП відповідного ТАМ. На рис.1 наведена динаміка ефекту скорочення обсягу таблиць ПЗП через коефіцієнт К для таблично-адитивного з кодом аргументу, що трансформується по цілим ступеням двійкової системи числення в залежності від похибки δ відтворення відповідних функцій.

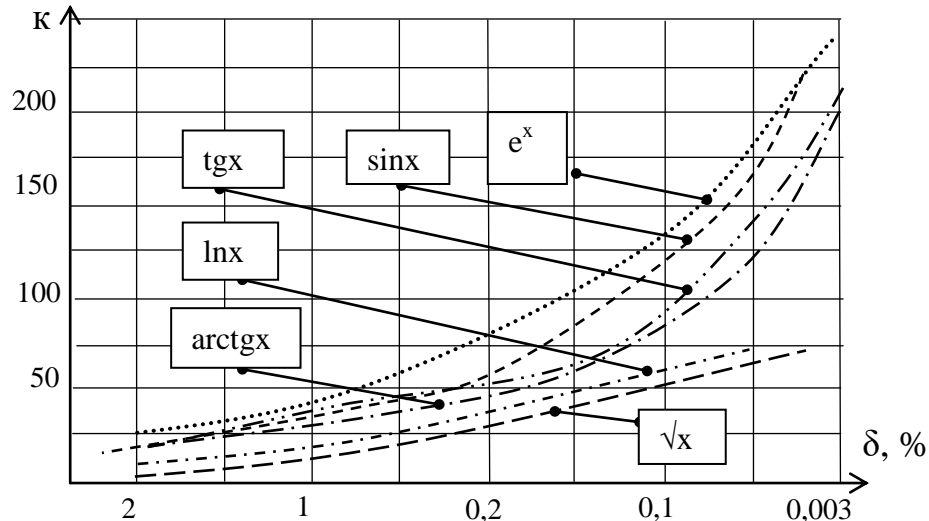


Рисунок 1 – Моделі сплайн-функцій коефіцієнтів ефективності ущільнення числового блоку пам'яті від похибки відтворення базових функцій: e^x ; $\sin x$; $\lg x$; $\ln x$; $\arctg x$; \sqrt{x} .

Інтерес представляють методи, що базуються на логічних операціях [2, 3]. Такий метод [2] включає: принцип формування корегуючих таблиць відповідності на базі формальної логіки; принцип визначення значень коригуючих констант, використовуючи операцію XOR; принцип ліквідації інформаційної надмірності завдяки кортежній декомпозиції та синтез компонентів моделі обчислювального перетворювача інформації.

Отже, характерною особливістю ТАМ є значне зменшення обсягу таблиць та відсутність накопичувальної похибки, а сукупність перелічених принципів забезпечує багатофункціональність, високу швидкодію і надійність, зменшення енергоспоживання при збереженні прецизійності результатів [3].

Список літературних джерел

1. С.А. Bergren. «Do parabolic interpolation with less memory». Contr. and Engn., 1995, vol.22.№ 5, p.44-45.
2. А.Г. Lukachenko et al., «Bitwise Method for the Binary-coded Operands Conversion Based on Mathematical Logic», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, no. 5/4 (95), pp. 6-14, 2018. doi: 10.15587/1729-4061.2018.142975, фахове видання, що входить до міжнародної науко-метричної бази даних Scopus, ISSN 1729-3774.
3. Д. А. Гардер та ін. «Формувач функцій в двійково-кодированих системах числення», МПК (2021.01) G 06F 5/01. Пат. на винахід UA 123028 С2 Україна, №а 2019 04980, заявл. Трав. 10, 2019, опубл. Лют. 03, 2021, Бюл. № 5.

СПОСІБ ПРОЄКТУВАННЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ВХІДНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ

Мазан Я. В., Боярінова Ю. Є.

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

Швидкісна перевірка великих масивів вхідних даних користувачів – це важлива проблема сучасної обчислювальної науки. Вона постає при модерації фото чи відео користувачів у соцмережах, пошуку серед них шахраїв, перевірці банківських трансакцій тощо.

Основними викликами під час розробки таких систем є повна автоматизація, висока швидкодія, стійкість до високого навантаження та змінюваність – можливість додати чи забрати конкретний критерій перевірки.

Зараз цю задачу кожен застосунок вирішує окремим способом, що призводить до їх несумісності, а загальні правила для якості та безпеки відсутні. У роботі пропонується стандартизоване проєктування таких систем та продемонстровано його приклад для системи модерації фотографій у соцмережі.

Для розробки таких систем пропонується використовувати мікросервісну архітектуру. Мікросервіс — це злагоджений незалежний модуль, який взаємодіє з іншими модулями за допомогою передачі повідомлень [1]. Кожен мікросервіс може бути розроблений та протестований незалежно від інших, через що масштабування системи стає більш простим.

У стандартизованій системі для перевірки вхідні дані спочатку подаються на окремий мікросервіс попередньої обробки, де відбувається їх перетворення у формат, зрозумілий для інших мікросервісів. Після цього виконуються паралельні запити на мікросервіси автоматичної перевірки. З відповідей мікросервісів автоматизованої перевірки формується запит на мікросервіс прийняття рішення, де остаточно вирішується — схвалити чи відхилити дані користувача. Далі він відправляє повідомлення на мікросервіс фонових задач, що виконує додаткові дії. На вивід повертається кінцеве рішення — схвалення чи відхилення. Структура системи зображена на рис. 1.

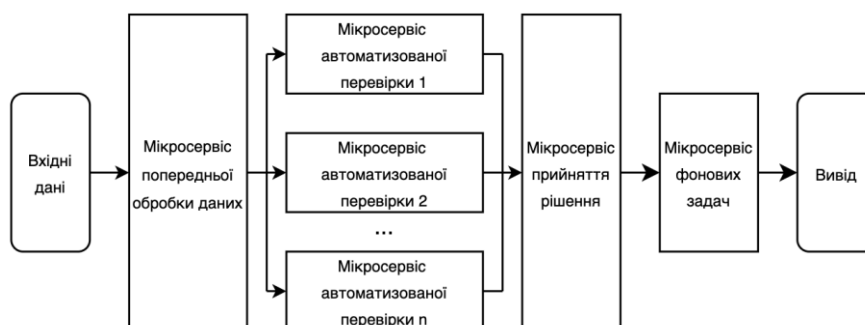


Рисунок 1 — Стандартна структура систем для перевірки даних користувачів

Цей спосіб проєктування був використаний при розробці системи для автоматичної модерації фотографій. В ній мікросервіс попередньої обробки даних перетворював зображення у зрозумілий для інших мікросервісів масив байтів, а модулі автоматизованої перевірки мали такий вигляд:

1. Мікросервіс для визначення наявності обличчя. Для цього була натренована нейромережа, що на вхід приймає сире зображення, а на вихід повертає значення від 0 до 1.

2. Мікросервіс для виявлення непристойних фотографій. Було використано існуючу нейромережу `open_nsfw` [2], що на вхід приймає сире зображення, а на вихід повертає значення від 0 до 1.

3. Мікросервіс, що знаходить схожі фотографії, рішення за якими було прийнято раніше, та повертає попередній результат. Для визначення схожості фотографії з іншими використано перцептивне хешування — одностороннє відображення зображення у рядкове хеш-значення з точки зору його вмісту [3]. Попередні рішення зберігаються в базі даних.

Мікросервіс прийняття рішень автоматично відхиляє фотографію, якщо хоча би одна з нейромереж повернула результат вище порогового значення 0,9 або мікросервіс, що зберігає попередні рішення, віддасть, що раніше схожа фотографія була відхилена. Мікросервіс для фонових задач приймає на вхід рішення по поточній фотографії та зберігає його в базі даних.

Для високої відмовостійкості застосовується підхід `Cloud Native`, коли система працює на віддаленому сервері, а доступ до його обчислювальних ресурсів конфігурується автоматично. За допомогою `Kubernetes` автоматично створюються репліки на кожен мікросервіс. Через це навіть при підвищеному навантаженні система може перерозподілити запити з одної репліки на інший та балансувати навантаження [4].

Таким чином, спроектована система виявилась зрозумілою, масштабовною та легкою для відтворення, що робить запропонований підхід практичним та застосовним у галузі високонавантажених систем для перевірки даних користувачів.

Список літературних джерел

1. Dragoni, N., Giallorenzo, S., Lafuente, A. L., Mazzara, M., Montesi, F., Mustafin, R., & Safina, L. *Microservices: yesterday, today, and tomorrow*. // *Present and ulterior software engineering*, 2017, с. 195-216.

2. GitHub - `yahoo/open_nsfw`: Not Suitable for Work (NSFW) classification using deep neural network Caffe models. [Електронний ресурс]. URL: https://github.com/yahoo/open_nsfw (дата звернення: 15.10.2023)

3. NIU, Xia-mu; JIAO, Yu-hua. An overview of perceptual hashing. // *ACTA ELECTONICA SINICA*, 2008, т. 36, № 7, с. 1405.

4. Jonathan Bartlett. *Cloud Native Applications with Docker and Kubernetes: Design and Build Cloud Architecture and Applications with Microservices, EMQ, and Multi-Site Configurations*, 2022, с. 83

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КЕШ-ПАМ'ЯТІ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

Резніченко О. В.

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

У теперішній час одним із важливих питань, що ставляться перед проектувальниками комп'ютерних обчислювальних систем, це підвищення їх продуктивності. А одним з факторів, що підвищують швидкість роботи процесора як основного елемента таких систем, є кеш-пам'ять, а саме: її обсяг, швидкість доступу до неї та розподіл інформації за комірками.

Комп'ютер у своїй роботі використовує пам'ять декількох типів: по-перше, це основна пам'ять, яка має значний об'єм та повільну роботу, і, по-друге, це кеш пам'ять, що має малий об'єм, та є швидкою. Таким чином, кеш являє собою надшвидку енергозалежну пам'ять, що дозволяє процесору зберігати у ній дані, що найчастіше за усе використовуються. Є декілька способів розташування даних у кеш-пам'яті (з прямим відображенням, асоціативна, набірно-асоціативна), кожен з яких має свої переваги та недоліки [1]. Також кеш-пам'ять має декілька рівнів, які відрізняються за швидкістю роботи [2].

У даному дослідженні були визначені параметри, за якими може відбуватися оптимізація роботи кеша [3], та проведені обчислення оптимальних параметрів його роботи. Такими параметрами, що було включено до цільової функції, було: час доступу до окремої комірки кеш-пам'яті, об'єм пам'яті комірки, частота використання пам'яті, наявність або відсутність інформації у комірці. Для розв'язання задачі було обрано засоби програмного комплексу MS Excel, а саме надбудови «Пошук рішень» та «OpenSolver»[4].

Відповідно до використаних припущень, досліджувана задача відноситься до нелінійних, тому були використані методи узагальненого приведенного градієнту, симплекс-метод та еволюційний пошук рішення (для «Пошука рішень»), Bonmin, Couenne, NOMAD (для Open Solver nonlinear).

В результаті проведених досліджень винайдена цільова функція за даними методами та порівняні її значення, знайдені різними способами. Визначено метод, що забезпечує мінімізацію цільової функції.

Список літературних джерел

1. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2018. 383 с.
2. Кэш-память процессора. Уровни и принципы функционирования, 2023. [Online]. Available: <http://we-it.net/index.php/zhelezo/protssory/146-kesh-pamyat-protssora-urovni-i-printsipy-funktsionirovaniya> [Accessed: September 24, 2023].
3. Кісельова О.М., Шевельова А.Є. Чисельні методи оптимізації: навч. посіб. – Дніпропетровськ: Видавництво ДНУ, 2008. 208 с.
4. Косолап А.І. Оптимальне проектування комп'ютерних систем: навч. посіб. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2017. 184 с.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ C++ ТА PYTHON ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Чернов Б. Р., Селівьорстова Т. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Відомо, що кінцеві користувачі програмного забезпечення хочуть щоб програми якими вони користуються працювали швидко і це абсолютно нормальне бажання. З іншого боку, для компаній які займаються розробкою програмного забезпечення, важлива не лише швидкодія роботи ПЗ, а й час за який ця програма буде написана і складність її написання. Це пов'язано з тим що на більш складну задачу треба наймати дорожчих спеціалістів і чим довше вони працюють тим більше їм платити. Тому для того щоб програма працювала швидко, а її розробка не займала забагато часу важливо обрати правильну мову програмування, а іноді їх правильне комбінування. Прикладом такого симбіозу можуть бути C++ та Python.

C++ це потужна, низькорівнева мова програмування. Це компільована мова, яка використовує статичну модель для типів даних. Така конструкція покращує швидкість роботи програм. Підтримка узгоджених типів даних запобігає виникненню помилок та оптимізує код для машинної мови. C++ доволі складна мова, тому початківці не часто обирають її для вивчення в першу чергу, і навіть у досвідчених програмістів можуть виникати з нею складності, але це компенсується швидкістю виконання та майже необмеженими можливостями цієї мови програмування. C++ може використовуватися як для створення простих консольних додатків так і для написання віконних додатків, сервісів та драйверів.

Python на відміну від C++ це дуже легка “user-friendly” мова. В Python набагато простіший синтаксис і новачки дуже часто обирають цю мову для першого занурення в світ програмування. Він має дуже велику стандартну бібліотеку з незчисленною кількістю функцій та об'єктів. Написання програм на Python набагато простіше і швидше, але і тут не обійшлося без мінусів. Python набагато повільніший за C++ і має не такі широкі можливості.

Для того щоб порівняти швидкість виконання програм на Python та C++ візьмемо наступний алгоритм (рисунок 1).

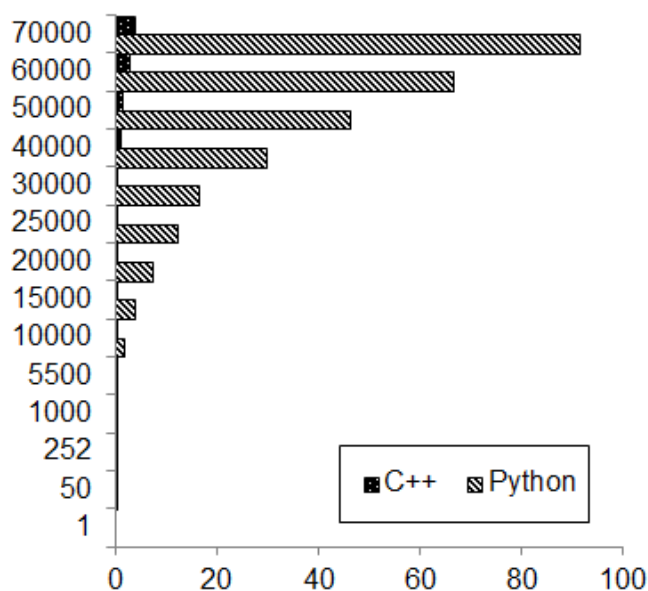
```
Algorithm Ex3(A):
  Input: An array "A" storing n >= 1 integers.
  Output: The sum of the prefix sums in A.
  s = 0
  for i = 0 to n - 1 do:
    s = s + A[i]
    for j = 1 to i do:
      s = s + A[j]
  return s
```

Рисунок 1 – Псевдокод алгоритму обчислення суми елементів кожен з яких є сумою попередніх елементів масиву

Проведемо дослідження залежності часу виконання даного обчислення від кількості елементів у масиві. Результати представлені в таблиці.

Таблиця – Час виконання алгоритму для Python і C++

Кількість елементів масиву A	Час, сек.	
	Python	C++
1	0,0000040	0,000016
50	0,0001050	0,000026
252	0,0042517	0,000200
1000	0,0379660	0,000674
5500	0,5786001	0,018670
10000	1,8586971	0,058924
15000	4,0185420	0,125720
20000	7,6328460	0,225646
25000	12,5346200	0,343409
30000	16,7921600	0,640891
40000	29,9022430	1,126662
50000	46,4922000	1,728691
60000	66,9211000	2,948969
70000	91,4879300	4,079305



Дані представлені в таблиці демонструють, що у Python для 7000 елементів масиву час виконання коду складає майже 100 секунд, а у C++ трішки більше за 4 секунди. Проте Python істотно не поступається C++ у швидкості виконання більш простих обчислювальних алгоритмів, але дозволяє писати код набагато легше і швидше.

Висновок. Враховуючи вище сказане, дуже важливо підібрати правильний баланс при написанні програм. Нескладні, швидкі за часом виконання частини коду можуть бути написані на Python, а важкі і комплексні обчислювання можуть проводитися за допомогою бібліотеки C++, яку буде використовувати код Python.

Список літературних джерел

1. Bales R. C++ vs. Python: Full Comparison [Електронний ресурс] / Rebecca Bales – Режим доступу до ресурсу: <https://history-computer.com/c-vs-python-2/>

2. Behery A. Python VS C++ Time Complexity Analysis [Електронний ресурс] / Anthony Behery – Режим доступу до ресурсу: <https://www.freecodecamp.org/news/python-vs-c-plus-plus-time-complexity-analysis/>

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ НАДІЙНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ

Шевцов Д. О., Чернецький Є. В.

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

Електронна схема – це система з'єднаних між собою окремих електронних компонентів, таких як резистори, конденсатори, діоди, транзистори та індуктивності. Різні комбінації компонентів дозволяють виконувати безліч як простих, і складних операцій, як-от посилення сигналу, обробки та передачі і т.д. Електронні схеми будуються на основі дискретних компонентів, а також мікросхем, які можуть об'єднувати багато компонентів на одному напівпровідниковому кристалі. З'єднання між елементами виконуються за допомогою проводів, проте в даний час частіше застосовуються друковані плати, коли на ізолюючій основі різними методами (наприклад, фотолітографією) створюються доріжки, що проводять, і контактні майданчики, до яких припаюються компоненти.

Для розробки та тестування електронних схем використовуються макетні плати, що дозволяють за необхідності швидко вносити зміни до електронної схеми.

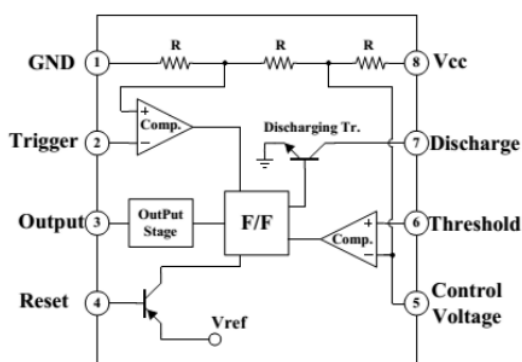


Рисунок 1 – Внутрішня будова мікросхеми NE555

Мікросхема 555 дозволяє або разово видавати імпульси певної довжини або видавати імпульси постійно через задані проміжки часу. Режим роботи та параметри вихідного сигналу залежать від підключеної до виходів мікросхеми «обв'язування», що будується з конденсатора та резисторів.

Список літературних джерел

1. Автоматизоване проектування серед PCAD-2000: Метод. указ. / Упоряд. Н.А. Кольтюків. - Тамбов: Вид-во Тамб. держ. техн. ун-ту, 2005. - 32 с.
2. Мактас М.Я. Вісім уроків з P-CAD 2001/М.Я. Мактас. - М.: СОЛОНПрес, 2003. - 224 с.

СЕКЦІЯ 3**МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

- **нейрокомп'ютери та нейронні мережі;**
- **нечітке та еволюційне моделювання;**
- **м'які обчислення в інформатиці, моделюванні та управлінні;**
- **розподілені інформаційні системи;**
- **експертні системи обробки даних;**

SESSIONS 3**MODELS AND METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

- **neurocomputers and neural networks;**
- **fuzzy computing in computer science, modeling and management;**
- **distributed information systems;**
- **expert data processing systems;**
- **decision support system.**

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ НА ВИРОБНИЧІЙ ЛІНІЇ

Берхмільер К. С., Хорошилов С. В.

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

При виготовленні керамічної плитки, на жаль, виникають дефекти, з урахуванням масового виробництва ці дефекти бажано виявляти завдяки спеціалізованій системі. Впровадження такої системи дозволить знизити відсоток виробничого браку, підвищити ефективність виробництва і, як наслідок, прогрес підприємства. В роботі ставляться і вирішуються наступні завдання: вивчення сучасних технологій комп'ютерного зору; дослідження згорткових нейронних мереж; підготовка вихідних даних для навчання нейронної мережі; вивчення штучних нейронних мереж і тестування системи.

Комп'ютерна система повинна мати простий і зрозумілий веб-інтерфейс і надавати користувачеві можливість завантаження зображень. В якості вхідних даних комп'ютерна система повинна прийняти зображення, на якому зображена дефектна або недефектна копія плитки. Плитка не вважається бракованою, якщо її колір трохи відрізняється від еталонного зразка.

Плитка на зображенні розпізнається і вважається бракованою, якщо її колір значно відрізняється від стандартного або на ній виявлено скол. Після закінчення введення користувачем система повинна вивести завантажене зображення та інформацію про наявність або відсутність дефектів. Крім виявлення дефектів, система повинна виконати ще одне завдання: визначення типу плитки. Існує п'ять видів плитки, що відрізняються один від одного кольором і малюнком. Плитки на зображенні можуть бути одного із зазначених типів, і система повинна точно виявляти дефекти незалежно від типу.

Для зміни кольору і імітації чіпів, був сформований набір, що містить дефектні і недефектні зображення. Система виявлення дефектів об'єднує багатокласові і бінарні класифікатори і здатна виявляти дефекти в екземплярах будь-якого з заданих типів плитки. Визначення дефектів вхідного образу відбувається в два етапи. Насамперед необхідно визначити тип плитки на вхідному зображенні. Для цього зображення подається в якості вхідних даних в заздалегідь навчений багатокласовий класифікатор, який видає мітку одного з п'яти відомих класів. У тому випадку, якщо в якості вхідних даних отримано зображення невідомого класу, модель видає приблизно однакові результати для кожного вхідного нейрона. Для тестування моделі типу плитки був сформований набір даних з 2190 об'єктів. Набір містив зображення керамічної плитки (як бракованої, так і недефектної) різних типів. Результати тестування моделі на цьому наборі показали, що частка правильних відповідей склала 1,0, що означає практично безпомилкову точність у визначенні типу плитки [1,2].

На другому етапі визначається наявність дефектів плитки. Для цього завантажуються заздалегідь навчений двійковий класифікатор для типу плитки, отриманого на попередньому кроці. Бінарний класифікатор отримує зображення як вхідні дані і повертає 1, якщо дефект присутній, і 0, якщо

дефекту немає. Для тестування кожної з п'яти попередньо навчених моделей бінарної класифікації був сформований набір даних розміром 483, що складається з дефектних і недефектних зображень відповідного типу. За результатами тестування кожна модель виявлення дефектів показує високу якість, яка виражається в пропорції правильних відповідей вище 0,95.

Висновки: 1. Необроблені дані мають ключовий вплив на процес проектування і навчання нейронної мережі. Однак в разі дефіциту поточних даних допускається їх самотійна генерація. При роботі з зображеннями застосовні такі методи генерації зображень, як дзеркальне відображення зображення або обертання зображення. 2. При проектуванні моделі важливо підібрати відповідну архітектуру під конкретну задачу. Вибір архітектури здійснюється шляхом тестування моделей з різними архітектурами.

Список літературних джерел

1. Flask (A Python Microframework). [Електронний ресурс] URL: flask.pocoo.org (дата звернення: 25.09.2023).
2. Keras Documentation. [Електронний ресурс] URL: keras.io (дата звернення: 25.09.2023).

НЕЧІТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ШАХТНОГО ВОДОВІДЛИВУ

Бешта Л. В., Соколова Н. О.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

В умовах воєнного стану зниження навантаження на енергетичні системи в пікові часи являє собою важливу науково-практичну задачу. При роботі шахтних водовідливних установок помилки можуть привести до затоплення шахти, тому прийняття рішень потребує математично обґрунтованих методів і відповідного інформаційно-аналітичного забезпечення в напрямку енергоефективного використання відповідно до графіка навантаження енергосистеми. Застосування нечіткої логіки є ефективним підходом до рішення задач ефективного управління в умовах невизначеності [1].

Ефективність водовідливу значною мірою визначає собівартість кінцевого продукту. В даний час енергосистема зобов'язує підприємства знижувати навантаження в години максимуму. Одним з рішень для зниження загального електроспоживання шахти є виділення споживачів-регуляторів – комплексів і ланок технологічного процесу, регулювання графіка роботи яких дозволяє вирівнювати графік навантаження енергосистеми підприємства. При цьому на перший план виходять проблеми щодо передпікового керування насосними агрегатами водовідливу шахти з точки зору оптимального режиму навантаження енергосистеми в залежності від тарифних зон. Потенціал енергозбереження під час експлуатації комплексу водовідливу криється в раціональному управлінні насосними агрегатами, що передбачає контроль технічного стану насосів, а також застосування алгоритмів класифікації за мінімумом негативного взаємного впливу і передпікового ввімкнення [2]. Оскільки ціни на енергоносії безперервно зростають і стає очевидним, що потрібне використання передових систем для виконання класифікації та групування насосних агрегатів за мінімумом негативного взаємного впливу.

Нечітка логіка оперує не цифровими, а лінгвістичними поняттями. Ключовими поняттями нечіткої логіки є:

– фазифікація – перетворення множини значень дійсного аргументу (x) на деяку, тобто переведення дійсних чітких значень (x) у нечіткий формат з використанням функції приналежності $\mu_A(x)$ чіткої змінної x нечіткій множині A ;

– формування структури залежності „вхід-вихід” у вигляді нечіткої бази знань – є аналогом етапу структурної ідентифікації, який є основою моделі передпікового керування насосними агрегатами водовідливу із змінними параметрами, які необхідно настроїти. Такими параметрами є параметри функцій приналежності нечітких термів, які оцінюють входи і виходи системи класифікації за мінімумом негативного взаємного впливу і передпікового ввімкнення HA .

– дефазифікація – процес зворотний фазифікації, отримання чітких управляючих вихідних сигналів.

Процес побудови інтегрального показника оцінки енергетичної ефективності процесу водовідливу складається з наступних етапів:

1) отримання вектора вхідних лінгвістичних змінних, які характеризують енергоефективне використання водовідливних установок: поточний рівень водопритоку; тарифні коефіцієнти для розрахунку вартості електроенергії за зонами доби, межі зон доби; колодязі, що використовуються; кількість і номери задіяних (готових до роботи) насосних агрегатів; значення питомих енерговитрат для кожного насоса за їхньої індивідуальної роботи; таблиці пріоритетності ввімкнення насосів для випадку спільної роботи двох (та трьох) насосних агрегатів.

Вихідна змінна - стан економічної безпеки регіону, який позначаємо через змінну I_b .

2) Визначення лінгвістичних змінних. Визначається шкала оцінки показників і їх подальша класифікація: (К – кризовий рівень; Н – низький рівень; С - середній рівень; ВС – вище середнього рівень; В - високий рівень).

3) Побудова функції приналежності відповідних показників. На даному етапі будуються функції належності вхідних параметрів до певного рівня шкали оцінки {К, Н, С, ВС, В} і формуються функції належності нечітких термів {КБ, НБ, СБ, ВСБ, ВБ} до результуючої змінної К.

4) Формування набору правил для визначення приналежності до результатів певним правилам. На даному етапі формується нечітка сукупність знань, утворена нечіткими лінгвістичними правилами на основі експертної інформації. В результаті ми отримаємо нечіткий логічний вивід по визначенню рівня енергетичної ефективності процесу водовідливу.

Використання методів нечіткої логіки є інструментом, який дозволить оцінити енергоефективності комплексу водовідливу:

- без прив'язки до специфіки підприємства;
- урахувати всі фактори, що впливають на енергозбереження при експлуатації комплексу водовідливу;
- базується на загальнодоступних даних;
- дозволяє аналізувати об'єкт дослідження як в статиці, так і в динаміці;
- дає можливість оцінювати як загальний стан енергоефективного використання шахтного водовідливу, так і за окремими складовими навіть за умови невизначеності вхідних параметрів.

Список літературних джерел

1. Савватєєв А. Методика прийняття рішень на основі нечіткої логіки для визначення оптимального місця підключення розосереджених джерел генерації./ Actual scientific research in the modern world. 2018; 1 (7(39)) С.122-129.
2. А. Beshta, D. Beshta, A. Balakhontsev & S. Khudoliy. Energy saving approaches for mine drainage systems /Technical and geoinformatical systems in mining, © CRC Press/Balkema, 2011 Taylor & Francis Group, London. PP. 29-32.

ОПТИМІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ФАБРИКИ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА МОДЕЛЕЙ

Бутенко С. М.¹, Жульковський О. О.¹, Жульковська І. І.²

¹ Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, Україна

² Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна

Четверта промислова революція (Industry 4.0), яка закладена в концепцію інтелектуальної фабрики, має на меті перехід на автоматизоване цифрове виробництво, що керується інтелектуальними системами в режимі реального часу та постійній взаємодії з зовнішнім середовищем. Основним завданням цієї концепції є виділення високоцифрованих виробничих процесів, де потік інформації між пристроями контролюється з мінімальним втручанням людини [1, 2]. Інтелектуальна фабрика базується на використанні штучного інтелекту, включно з нейронними мережами та моделями, які дедалі більше інтегруються в різні галузі та сфери діяльності, інтернету речей (IoT), великих обсягів даних та інших технологій для оптимізації виробничих процесів і створення нових продуктів та послуг. Вона здатна адаптуватися до змін попиту, ринку та навколишнього середовища, забезпечуючи високу якість і ефективність виробництва [1, 2].

Однією з галузей застосування інтелектуальної фабрики є сільське господарство, де вона може допомогти в управлінні зерновими культурами. За допомогою нейронних моделей і мереж аналізуються дані про погоду, ґрунт, врожайність, ціни та інші фактори, що впливають на попит і пропозицію зерна. Нейронні мережі навчаються на основі історичних даних, що дає їм змогу покращувати свою точність з плином часу [3]. Це є важливим чинником для адаптації до мінливих умов ринку, нових тенденцій і факторів, що впливають на попит зерна. Нейронні моделі здатні виявляти складні кореляції та закономірності в цих даних, що робить прогноз точнішим і надійнішим. Таким чином, інтелектуальна фабрика здатна прогнозувати попит на певний вид зерна на наступний період часу та планувати відповідні заходи щодо його вирощування, зберігання та продажу [3, 4].

Прогнозування попиту дозволяє агровиробникам оптимізувати виробничі процеси, адаптувати власні посівні площі, обравши культури, що користуються найбільшим попитом, та оптимізувати строки збору врожаю. Використовуючи дані прогнозів, агропідприємства можуть ефективно управляти своїми запасами зерна, уникнувши надлишку або нестачі продукції, що важливо для підтримки стабільності цін, ціноутворення і надійного забезпечення ринку [4].

Необхідність у надійних даних є ключовою складністю прогнозування очікуваного попиту, оскільки для точних прогнозів нейронні моделі потребують високоякісних даних про виробництво, споживання продукції тощо. Робота з даними низької якості призводить до зниження ефективності системи, а отже нейронні моделі потребують постійного навчання та адаптації. З появою нових тенденцій і змін у ринкових умовах необхідно регулярно оновлювати існуючі системи.

В широкому сенсі, Industry 4.0 характеризує поточну тенденцію розвитку автоматизації та обміну даними, яка включає в себе кіберфізичні системи, хмарні обчислення тощо. Вона представляє новий рівень організації виробництва та управління протягом усього життєвого циклу продукції.

Найбільш сучасним та ефективним інструментом для роботи з аналізом даних та машинним навчанням, штучним інтелектом, нейронними мережами та моделями, є мова програмування Python, яка містить кваліфіковані бібліотеки TensorFlow, Keras, PyTorch, scikit-learn та інші, за допомогою яких створюються, навчаються нейронні мережі та моделі. Відкрита платформа для машинного навчання TensorFlow дозволяє ефективно створювати та тренувати різноманітні моделі, в той час як Keras, який тісно інтегрований з TensorFlow, надає більш високорівневий інтерфейс для створення нейронних мереж без глибокого розуміння деталей. PyTorch є фреймворком для глибокого навчання, який використовується в галузі обробки природної мови (NLP), комп'ютерного зору (CV) тощо. В результаті фреймворк є підходящим для проведення досліджень, прототипування та реалізації складних архітектур нейронних мереж.

Перелічені інструменти є ключовими у впровадженні технології Industry 4.0, дозволяючи створювати необхідні рішення для оптимізації виробничих процесів на основі аналізу великих обсягів даних. Використання описаних інструментів дозволить прогнозувати попит сільськогосподарської продукції на основі аналізу великих обсягів даних за допомогою нейронних мереж та моделей.

Список літературних джерел

1. Tahera K., Naeem R., Shehzad A. Societal Impact of IoT-Lead Smart Factory in the Context of Industry 4.0 / Tahera Kalsoom, Naeem Ramzan, Shehzad Ahmed // 2020 International Conference on UK-China Emerging Technologies (UCET), Glasgow, United Kingdom, 20–21 August 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ucet51115.2020.9205484>

2. Suryaprakasarao V., Srinivas V., Reddy N., Girish H., Rajkiran D., Devipriya A. Factory Inventory Automation using Industry 4.0 Technologies / Suryaprakasarao Vaddadi // 2022 IEEE IAS Global Conference on Emerging Technologies (GlobConET), Arad, Romania, 20–22 May 2022.

DOI: <https://doi.org/10.1109/globconet53749.2022.9872416>

3. Cui S., Chen M., Zhang Yo., He L. Study on Decoupling Control System of Temperature and Humidity in Intelligent Plant Factory / Shigang Cui // 2020 IEEE 9th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), Chongqing, China, 11–13 December 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1109/itaic49862.2020.9339036>

4. Zhao T., Liu L., Liu S., Xie Yi., Qiu X., Chen Yi. Research on Production Simulation and scheduling of printing Shop for Intelligent Factory / Tao Zhao // 2022 IEEE 10th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), Chongqing, China, 17–19 June 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/itaic54216.2022.9836632>

РОЗРОБКА API WEB-СЕРВІСУ НАДАННЯ ТА ОБРОБКИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Гаркуша І. М.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Вступ. В сучасному світі геопросторова інформація має значний вплив на процеси суспільства. Дані, які лежать в основі цієї інформації, містяться в різноманітних розподілених базах геопросторових даних. Зі збільшенням інформаційних потоків, актуальною задачею є побудова Web-сервісів, що мають певний Application Programming Interface (API) для отримання, обробки, аналізу та візуалізації геопросторових даних. В сучасних системах штучного інтелекту, подібні API йдуть як складова цих систем, а також використовуються як складова систем баз знань. Останнім часом набула поширення зручна архітектура, на базі якої будується переважна більшість сучасних API Web-сервісів: Representational State Transfer архітектура (REST архітектура) [1].

Найвідомішими фреймворками та бібліотеками для створення власних API, з врахуванням рейтингових мов розробки, вважають: Spring Boot (Java), FastAPI (Python), Django REST Framework (Python), Flask (Python), NestJS (Node.js, TypeScript), Express.js (Node.js, JavaScript, TypeScript), Gin (Go) та ін.

Основний матеріал. В роботі визначені етапи побудови API Web-сервісу для надання можливості звернення до даних та запуску процесів певної обробки. В якості даних на першому етапі створення використані різночасові мультиспектральні космоснімки, отримані з супутників Landsat.

REST API базується на концепції використання чотирьох базових функцій управління даними: створення (Create, SQL: INSERT, HTTP: POST), читання (Read, SQL: SELECT, HTTP: GET), оновлення (Update, SQL: UPDATE, HTTP: PUT/PATCH), видалення (Delete, SQL: DELETE, HTTP: DELETE) – CRUD. Головна ідея використання REST API проста: клієнт (користувач API) робить необхідні HTTP-запити до передвизначеної множини кінцевих точок з'єднання (endpoints), що визначаються за CRUD та отримує відповідні за описом API відповіді, наприклад, в форматі даних JSON. Після розбору відповіді на стороні клієнта, він приймає подальші рішення про виконання наступних операцій. В якості фреймворку для створення API Web-сервісу, в роботі використаний FastAPI [2, 3].

В ході роботи була побудована БД scenes в середовищі СУБД PostgreSQL, ER-діаграма якої представлена на рисунку 1. Заповнення БД відбувалося за допомогою скриптів автоматизованої обробки в GNU/Linux-сумісній операційній системі. Вхідні дані були отримані з великого набору передвизначених мультиспектральних зображень супутників дистанційного зондування Землі з космосу Landsat 8 та 9. Станом на 14.10.2023, архів містив 2 791 748 записів за вказаними супутниками.

Окрім даних по архіву зйомок, розроблена БД містила інформацію про характеристики мультиспектральних сканерів зйомки, а також посилання на довідниковий ресурс по кожному зі сканерів.

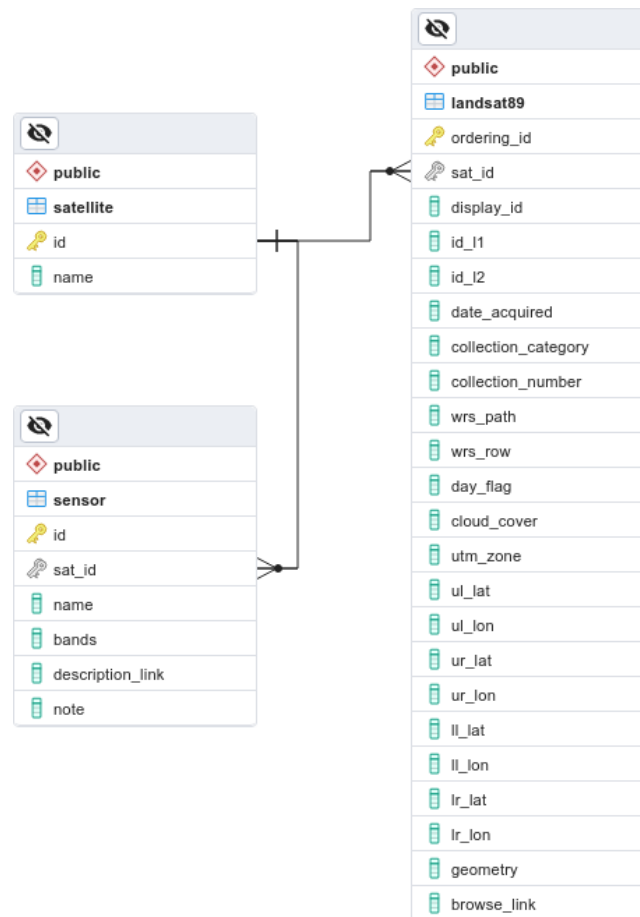


Рисунок 1 – ER-діаграма БД scenes

Атрибути таблиці landsat89 були сформовані на базі запропонованих атрибутів, що використані USGS та NASA при формуванні архіву зйомок супутників серії Landsat.

Висновки. Створена API легко може бути вбудована в мікросервісну архітектуру. В подальшому планується інтегрування запропонованого API Web-сервісу в геоінформаційну технологію з гнучкими інструментами дослідження екологічного стану навколишнього середовища території України.

Список літературних джерел

1. Fielding, Roy Thomas (2000). "Chapter 5: Representational State Transfer (REST)". Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures (Ph.D.). University of California, Irvine.

2. Abdulazeez Abdulazeez Adeshina. Building Python Web APIs with FastAPI: A fast-paced guide to building high-performance, robust web APIs with very little boilerplate code. – Packt Publishing, 2022. – 216 p. ISBN-10: 1801076634, ISBN-13: 978-1801076630.

3. François Voron. Building Data Science Applications with FastAPI: Develop, manage, and deploy efficient machine learning applications with Python. – Packt Publishing, 2021. – 426 p. ISBN-10: 1801079218, ISBN-13: 978-1801079211.

ОПТИМІЗАЦІЯ СЕМАНТИЧНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБІНАЦІЇ ТЕКСТУРНИХ ТА СПЕКТРАЛЬНИХ ОЗНАК

Гончаров О. Г., Гнатушенко Вік. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Сучасні завдання обробки геоданих вимагають високої точності розпізнавання об'єктів на зображеннях. Особливо актуальним стає це у контексті аналізу змін у природних та техногенних ландшафтах. Застосування конволюційних нейронних мереж (CNN) відкриває нові можливості для ефективної семантичної сегментації.

Однак, незважаючи на потужність CNN, виникає проблема вибору оптимального набору ознак для навчання мережі. Традиційно, для аналізу геоданих використовуються спектральні ознаки, отримані з різних каналів супутникових знімків. Але з розвитком технологій, стало можливим також використовувати текстурні ознаки, що дозволяє виділяти об'єкти на зображеннях з більшою точністю.

У роботі ми досліджуємо можливості комбінації текстурних та спектральних ознак для покращення якості семантичної сегментації з використанням CNN. Метою є виявлення такої комбінації ознак, яка б дозволила максимально точно розпізнавати об'єкти на зображеннях, незалежно від їхньої складності та особливостей.

Перші результати показали, що комбінування спектральних та текстурних ознак може значно покращити результати сегментації. Однак, не всі комбінації ознак є однаково ефективними, і додаткові дослідження в цьому напрямку є необхідними.

Висновок: Хоча отримані результати є обнадійливими, робота над оптимізацією семантичної сегментації за допомогою комбінації текстурних та спектральних ознак ще не завершена. Потрібно провести додаткові дослідження, щоб визначити найбільш ефективні комбінації ознак та методи їх використання у навчанні CNN

Список літературних джерел

1. Mang Tik Chiu, Xingqian Xu, Yunchao Wei, Zilong Huang, Alexander Schwing, Robert Brunner, Hrant Khachatryan, Hovnatan Karapetyan, Ivan Dozier, Greg Rose, et al.(2020) Agriculture-vision: A large aerial image database for agricultural pattern analysis. arXiv preprint arXiv:2001.01306

2. C.Paris, L.Bruzzzone and D.Fernández-Prieto (2020). "Anovelapproachtothe unsupervised update of land-cover maps by classification of time series of multispectral images," IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 57, no. 7, pp. 4259–4277, DOI: 10.1109/TGRS.2018.2890404.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ В ІГРОВИЙ ПРОЦЕС

Горбатюк М. В., Стельмашенко А. В.

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

Система підтримки рішень складається з правил аналізу інформації від користувача з конкретної проблеми, вона аналізує ситуацію і, залежно від спрямованості (завдання), дає рекомендації з розв’язання проблеми, в ролі експерта виступала NASA GeneLab, база даних від NASA [1].

Для початку було визначено роль системи підтримки рішень у моделі програмного продукту, та розроблено діаграму варіантів використання (рис. 1).

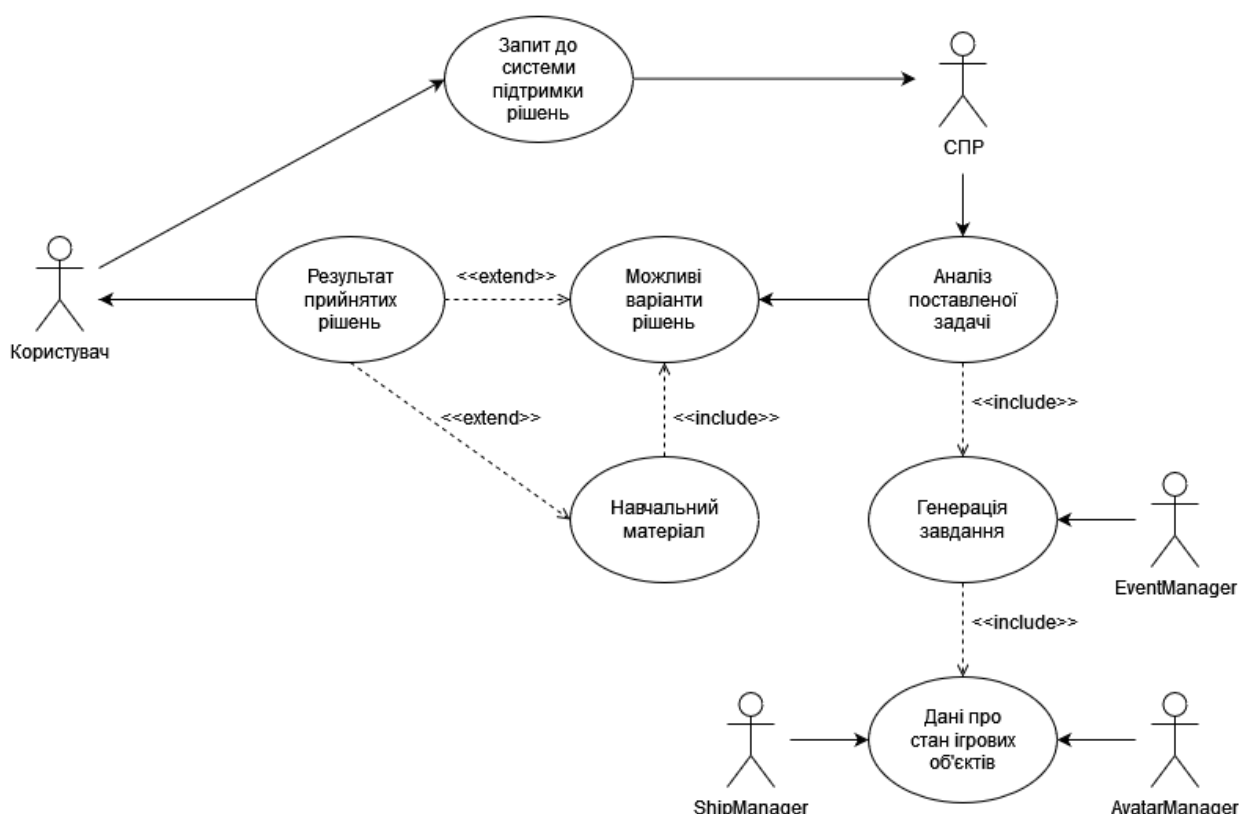


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання.

З даної діаграми можна побачити, що у гравця завжди є можливість зробити запит до системи підтримки рішень, яка запропонує оптимальний варіант для вирішення поставленої задачі.

За наведеною моделлю, треба розробити алгоритм для вирішення задач, та визначити базові правила роботи системи підтримки рішень.

Фрагмент коду, який відповідає за базові правила.

```

void SetMeter()
{
    int rnd = Random.Range(0, _meterValues.Count);

    _meterCurrValue = _meterValues[rnd];
}
    
```



```
switch (_meterCurrValue)
{
case 0:
{
_arrowSprite.rotation = new Quaternion(0, 0, 0.707106829f, 0.707106829f);
}
break;

case 25:
{
_arrowSprite.rotation = new Quaternion(0, 0, 0.382683426f, 0.923879564f);
}
break;
```

За результатами розробленої системи підтримки рішень було проведено тестування (рис. 2) на невеликій вибірці студентів, які виставили оцінки.

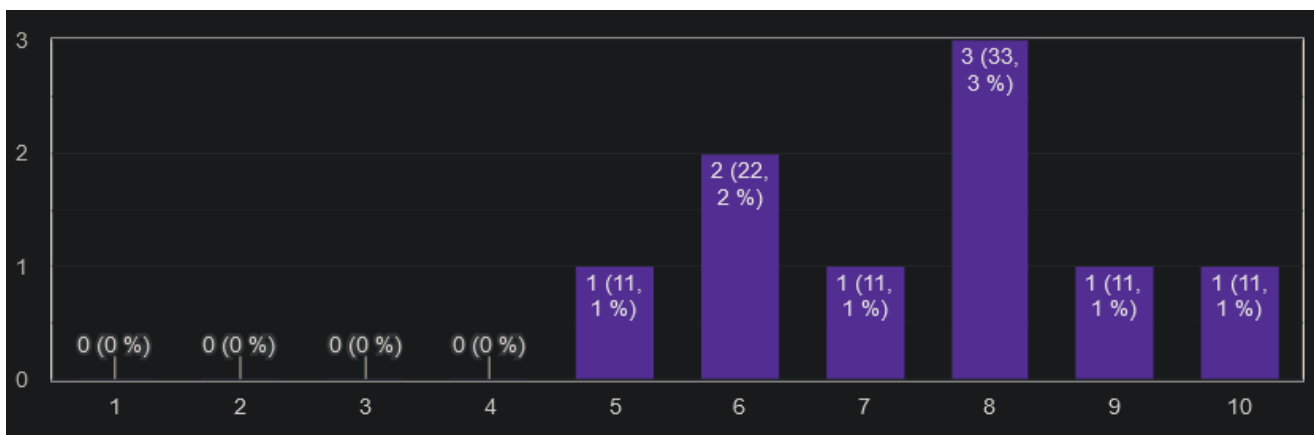


Рисунок 2 – Результати оцінювання

Список літературних джерел

1. NASA GeneLab [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://genelab.nasa.gov/> (Дата звернення: 05.09.2023)

КОГНІТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ АБСТРАКТНОГО МИСЛЕННЯ АВТОНОМНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПСЕВДОСУПУТНИКІВ

Дорошенко Р. К., Прокопчук Ю. О.

Інститут технічної механіки НАНУ і ДКАУ, Дніпро, Україна

Вступ та постановка завдань. Одними з основних проблем сучасної війни є проблеми спостереження та розвідки, що дозволяє повно оцінювати зміни ситуації на полі бою та комунікації, що в свою чергу дозволяє швидко реагувати на ці зміни. Перспективним напрямком вирішення даних проблем є використання псевдосупутників (HAPS - High-Altitude Pseudo-Satellites) - безпілотних літальних апаратів тривалої дії, що оперують в стратосфері на висоті близькій до 20км, та які здатні надавати послуги спостереження або комунікації аналогічно штучним супутникам [1]. Псевдосупутники займають проміжну ланку між звичайними супутниками (альтернатива низькоорбітальним супутникам) та наземними станціями або дронами. В багатьох країнах вже створені та успішно випробувані експериментальні зразки псевдосупутників. В Україні також почали розробляти подібні технології.

Актуальність та важливість розробки когнітивних інструментів для абстрактного мислення автономних інтелектуальних псевдосупутників (АПС) зумовлена, в першу чергу, необхідністю автономного планування цілеспрямованої (групової) поведінки в умовах відсутності постійного людського втручання, обмежених ресурсів (енергетичних, обчислювальних), значної протидії та радикальної невизначеності (Навчання та планування поліфазної поведінки АПС за умов ресурсних обмежень, протидії та невизначеності; Процедури самонавчання АПС у нестабільних апріорно неописаних проблемних середовищах; Planning Complex Flight Missions for Groups of Intelligent HAPS/UAV). Когнітивний підхід передбачає застосування багато масштабного планування разом з динамічною логікою ("підрулювання" рішень: стратегії деталізації "від грубого до точного") [2]. Інші причини полягають в необхідності автономної обробки значної кількості інформації, та швидкого розуміння суті ситуації / сцени (Gist Perception/Comprehension). В умовах обмежених ресурсів це потребує застосування потужних методів категоризації та динамічної логіки парадигми граничних узагальнень (ПГУ: будь яка ситуація, сигнал чи образ мають представлення у вигляді безлічі начерків та евристик) [2]. Тривале автономне використання АПС потребує ефективних методів само-діагностування / контролю різних пристроїв та сенсорів (аудит всіх інформаційно-управляючих потоків).

Мета роботи полягає в системно-концептуальному проектуванні когнітивних інструментів для абстрактного мислення автономних інтелектуальних псевдо-супутників на засадах парадигми граничних узагальнень з урахуванням особливостей застосування.

Основний матеріал. У статті розглядаються актуальні проблеми штучного інтелекту, які пов'язані з розробкою когнітивних інструментів абстрактного мислення АПС, що забезпечують можливість організації доцільної поведінки в апріорі неописаних проблемних середовищах при

значних обмеженнях (ресурсних, обчислювальних, комунікаційних). Розроблено алгоритм самонавчання з динамічною логікою поведінки, що дозволяє інтелектуальним системам автоматично генерувати умовні програми доцільної поведінки, які відображають закономірності трансформації різних ситуацій апіорі неописаного, нестабільного проблемного середовища. Характерними особливостями запропонованого алгоритму самонавчання є багато масштабність ("від грубого до точного"), конкурентність та імітація тестових пробних дій у поточних умовах експлуатації, що дає інтелектуальній системі можливість вивчати закономірності проблемного середовища без зміни поточних умов експлуатації у процесі самонавчання. Для формального опису поточних ситуацій проблемного середовища, а також умовних сигналів, що фіксуються у сформованих умовних програмах доцільної поведінки, пропонується використовувати парадигму граничних узагальнень [2]. Це дозволяє АПС накопичувати досвід доцільної поведінки незалежно від конкретної предметної області та переносити їх у нові умови апіорно неописаного проблемного середовища (ПГУ-концепції: «мережа мереж начерків», «задачі розрізнення» «задачно-індукторний простор», «Суб'єктивний простір-час-дії», «патерни руху», «тіло-афектом-конектом-когнітом-інтерактом», «суб'єктивна динамічна логіка») [2].

Суть ситуації визначається миттєвими рішеннями «континууму задач розрізнення» [2, 3] (кожна задача вирішується за допомогою стохастичного процесору на базі евристик «тонкого зрізу»). Проблема обмежених обчислювальних ресурсів може бути вирішена за допомогою гетерогенного «мислячого рою» [3], який може включати традиційні супутники, операторів, а також «Глобальний Розум», наприклад IBM Watson або GPT-X (застосування псевдосупутнику як носія платформи штучного інтелекту для керування роєм дронів, основане на принципі *intelligence/thinking swarm*, який передбачає координовану взаємодію автономних одиниць з метою виконання спільної задачі). Само-діагностування / контроль коректності роботи різних пристроїв та сенсорів виконується завдяки «штучному конектотому» (виконує тотальний аудит всіх інформаційних потоків та "м'яке" вимірювання) [2].

Практична значимість цього дослідження полягає у створенні основ для подальшої розробки та впровадження інтелектуальних псевдосупутників, здатних до автономного прийняття рішень та адаптації до нових умов.

Список літературних джерел

1. Gonzalo, J., Lopez, D., Domínguez Fernández, D., García, A., Escapa, A. (2018). On the capabilities and limitations of high altitude pseudo-satellites. *Progress in Aerospace Sciences*. 10.1016/j.paerosci.2018.03.006.
2. Prokopchuk Y. (2022). *Intuition: The Experience of Formal Research*. Dnipro, Ukraine: PSACEA Press (in RU)
3. Prokopchuk Y., Nosov P. (2023). Trusted autonomous systems: organization of the "thinking swarm". *Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling"* (06-08.07.23, Ivano-Frankivsk). Ivano-Frankivsk, UA: Precarpathian National University, pp. 104–107.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОТЯГОВИХ МЕРЕЖ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Закурдай С. О.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
м. Харків, Україна

Розглядаючи динаміку зміни абсолютного приросту пасажироперевезень міського електротранспорту (МЕТ) України та інших країн світу за рахунок підвищення наповненості електрорухомого складу (ЕРС) і збільшення інтенсивності руху з урахуванням питомого електроспоживання, можна зробити висновок, що в період збалансованого використання кожного з двох способів освоєння приросту перевезень пасажирів, наприклад, 55 % за рахунок збільшення розмірів і 45 % – за рахунок підвищення наповненості ЕРС, питома електроспоживання стабільне. Якщо приріст обсягу перевезень на 70 % виконується за рахунок збільшення розмірів руху і тільки 30 % – за рахунок підвищення наповненості ЕРС, питома електроспоживання має тенденцію до спаду і, з точки зору зниження електроспоживання, пасажиропотік в цей період раціональний.

Застосування енергооптимальних режимів управління рухом ЕРС на основі систем автоведення, які враховують наповненість ЕРС, план і профіль колії, умови організації пасажиропотоків, тягові характеристики ЕРС, за досвідом зарубіжних країн, дозволяє економити електроенергію в середньому на 2,0–2,5 %, а на окремих напрямках – до 10,0 %.

Перспективними у цьому напрямку є дослідження, що дозволяють вибрати раціональні пасажиропотоки і розміри руху з урахуванням критерію мінімальних втрат енергії в електротяговій мережі і режимів роботи енергосистем у нових інформаційно-керуючих системах процесу перевезень. Це дозволяє синтезувати інформацію, що надходить у реальному масштабі часу до диспетчера (аналіз проходження ЕРС по ділянці, аналіз графіка виконаного і прогнозного руху ЕРС на ділянці) і енергодиспетчера (витрати і втрати електроенергії в елементах системи електропостачання, рівні напруг на тягових підстанціях). Автоматизовані робочі місця таких систем, об'єднані в локальну інформаційну мережу МЕТ, повинні мати в складі програмного забезпечення експертно-імітаційні моделі для формування раціонального графіка руху ЕРС з урахуванням критерію мінімальних енергетичних витрат.

Формування баз знань експертних систем (ЕС) управління режимами роботи електротягових мереж МЕТ включає в себе розв'язання трьох задач: набуття, подання та використання знань. У результаті створюється база знань (БЗ) конкретної ЕС. Набуття знань є найбільш складним і дорогим процесом, який поглинає 50–90 % загального часу і ресурсів, що витрачаються на побудову БЗ конкретної ЕС [1, 2].

Особливий інтерес викликають ЕС, що володіють здатністю автоматичного набуття каузальних і евристичних знань [1, 2]. У літературі такі ЕС називають самонавчальними, або такими, що використовують механізм нечіткого логічного висновку. Перспективним напрямком автоматичного

набуття знань є синтез евристичних знань на основі використання каузальних і ретроспективних знань.

Загальна схема роботи ЕС, що поєднує застосування всіх типів знань, виглядає таким чином. При виявленні режиму роботи електротягових мереж МЕТ з підвищеними втратами енергії робиться спроба його усунення за допомогою евристик. У разі успіху робота ЕС припиняється, у разі невдачі приводиться в дію каузальний механізм виводу, який, як вважається, у будь-якому випадку повинен усунути несправність. Випадок роботи каузального механізму виводу оформляється у вигляді евристики, яка заноситься в базу евристичних знань. Очевидно, що при повторному виникненні цього ж режиму роботи СТЕ він буде оброблений за допомогою цієї евристики, що швидше і ефективніше.

Таким чином, здійснюється синтез евристик за допомогою каузальних знань. При цьому такий синтез може бути здійснений навіть на етапі проектування системи шляхом використання математичної або імітаційної моделі поведінки електротягових мереж при виникненні різних ситуацій.

Синтез евристичних знань на основі використання ретроспективних знань здійснюється на основі одиниці ретроспективних знань в ЕС – прикладу. Наприклад, при експлуатації електротягових мереж кожен успішний випадок мінімізації електроспоживання оператором оформляється у вигляді прикладу і вводиться в базу ретроспективних знань. Ця база є вихідними даними для роботи механізму синтезу евристик, який і здійснює їх перетворення у форму продукцій, зчеплених в дерево або збережених у базі ЕС просто у вигляді сукупності. Такий процес перетворення носить назву індуктивного виводу.

Необхідність застосування індуктивного виводу обумовлюється складністю безпосереднього використання ретроспективних знань, які подаються у формі прикладів для отримання ЕС остаточного висновку при виборі режиму роботи електротягових мереж.

Запропоновані алгоритми створення баз даних ЕС можна реалізувати після модернізації систем управління пристроями електротягових мереж на базі нових інтегрованих систем. Системи телемеханічного управління пристроями електропостачання на сьогодні не дозволяють передавати необхідну інформацію про параметри режимів електротягових мереж на автоматизовані робочі місця енергодиспетчера. У програмне забезпечення автоматизованого робочого місця енергодиспетчера на теперішній час не включені ЕС.

Список літературних джерел

1. Скалозуб, В. В. Интеллектуальные информационные технологии и системы железнодорожного транспорта : монография «Системные технологии моделирования сложных процессов» / В. В. Скалозуб, С. Ю. Цейтлин, М. С. Чередниченко. – Днепр : НМетАУ – ИВК «Системные технологии». 2016. – С. 560–589.

2. Доманський І. В. Основи енергоефективності електричних систем з тяговими навантаженнями: монографія. НТУ „ХПІ”. Харків: вид-во ТОВ «Центр інформації транспорту України», 2016. – 224 с.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУ ЗА ДАНИМИ АЕРОКОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ

Казимиренко О. В., Гнатушенко В. В.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Вступ. Актуальність даного дослідження визначається рядом факторів. Сучасний світ переживає стрімкий розвиток технологій у сфері обробки та аналізу великих обсягів даних, зокрема геопросторових, а також розвиток космічних програм, що надають користувачеві зображення Земної поверхні високого просторового розрізнення. Серед завдань обробки таких даних є розпізнавання об'єктів транспорту, що набуває особливого значення у сфері транспортних систем та інфраструктури.

Основний матеріал. Зростання населення великих міст, розвиток транспортної інфраструктури ставлять перед владними структурами завдання підвищення безпеки на дорогах та управлінням транспортним потоком. Крім того, важливим завданням для військових є розпізнавання військової техніки на аерокосмічних зображеннях. Але транспортні засоби можуть варіюватися за формою, розміром, кольором та іншими характеристиками, що робить їх розпізнавання важким завданням. Зображення, отримані з аерокосмічних джерел, можуть бути під впливом різних умов освітлення, що робить розпізнавання транспорту більш вимогливим до алгоритмів обробки. Однією з ключових можливостей вирішення цих завдань є використання нейромережових алгоритмів для автоматизованого розпізнавання об'єктів транспорту на аерокосмічних зображеннях. Застосування нейромережових методів для цієї мети відкриває широкі перспективи у покращенні транспортної безпеки, ефективності розвідки, управління та створенні інтелектуальних систем для відповідного моніторингу. Для вирішення вищезазначеної проблеми нами використано Mask Region-Based Convolutional Neural Networks (Mask R-CNN). В якості вхідних даних використано зображення БПЛА з високою роздільною здатністю. Експериментальні результати продемонстрували високу точність розпізнавання транспортних засобів (не гірше 92%).

Висновки. Перспективи подальших досліджень пов'язані з використанням нових навчальних датасетів з шаблонами різних форм, текстур та контурів, зокрема для розпізнавання транспортних засобів військової техніки складної геометрії (танків, літаків і т.д.). Розробка та налаштування CNN для цієї конкретної задачі дозволить значно підвищити ефективність розвідки та забезпечити важливий інструмент для військового стратегічного аналізу.

Список літературних джерел

1. Momin, M.A., Junos, M.H., Mohd Khairuddin, A.S. et al. Lightweight CNN model: automated vehicle detection in aerial images. SIViP 17, 1209–1217 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11760-022-02328-7>
2. Alajmi, M.; Alamro, H.; et al. Exploiting Remote Sensing Imagery for Vehicle Detection and Classification Using an Artificial Intelligence Technique. Remote Sens. 2023, 15, 4600. <https://doi.org/10.3390/rs15184600>

ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Луцик І. І.¹, Луцик І. Б.²

¹ Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

² Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Гнатюка, Тернопіль, Україна

Сучасні системи керування технологічними процесами та, відповідно, програмні модулі їх функціонування повинні забезпечувати можливість адаптивного налаштування режимів роботи обладнання відповідно до визначених характеристик та умов. Адаптивна система керування процесу вентильовання зерна передбачає дотримання енергооптимальних режимів роботи виконавчих механізмів на основі діагностики стану зернової маси та контролю абіотичних параметрів процесу. Для реалізації адаптивних алгоритмів регулювання режимів роботи електротехнологічного обладнання доцільним є використання технології нечіткого керування [1]. Основною проблемою програмної реалізації алгоритмів на базі fuzzy-логіки є необхідність обробки великого обсягу інформації в реальному часі та необхідність оновлення баз знань для систем прийняття рішень.

Для вирішення проблеми адаптації програмних систем до змін середовища доцільно використовувати онтологічний підхід [2, 3]. Використання онтології дає змогу накопичувати знання про методи та варіанти адаптації системи до зміни вимог. Таким чином зникає необхідність проводити перекомпіляцію всієї системи керування, адже достатньо буде модифікувати тільки ті модулі, що реалізують зміни бізнес-логіки роботи системи [3].

Онтологію предметної області (рис. 1) можна представити як певну сукупність множин в наступному вигляді:

$$O = \langle C, R, F \rangle \quad (1)$$

де: C – множина сутностей предметної області; R – множина відношень між сутностями предметної області, F – множина правил інтерпретації.

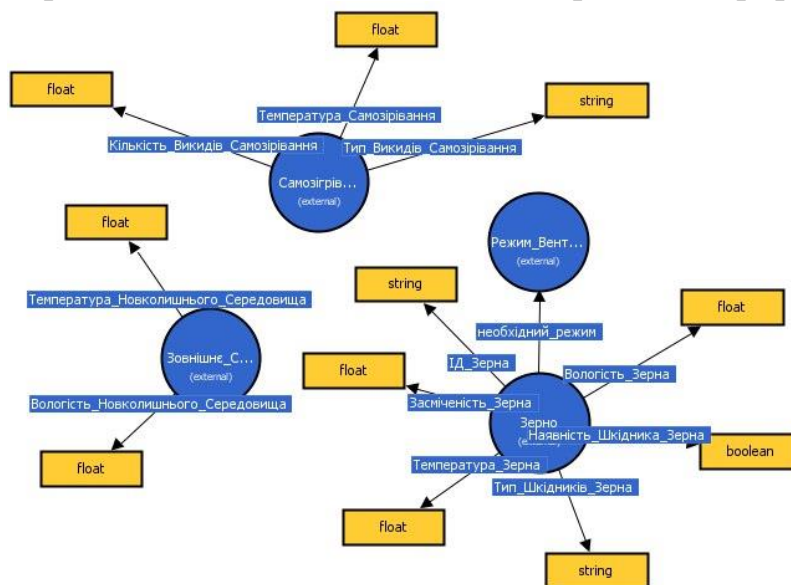


Рисунок 1 – Онтологічна модель для системи керування режимами вентильовання зерна

Створені концепти онтологічної моделі дозволяють визначити основні об'єкти, що задіяні у процесі контролю налаштувань адаптивних режимів вентилявання зернових культур. У відповідності до створених концептів визначено зв'язки, що дозволятимуть не тільки ідентифікувати залежності між елементами предметної області, але й створювати правила інтерпретації вхідних параметрів. Таке поєднання сприятиме зменшенню навантаження на нечіткі контролери під час визначення нового режиму роботи адаптивної системи.

Процес визначення коректного режиму роботи адаптивної системи відбуватиметься з використанням правил інтерпретації (рис. 2.). Відповідно до загальної структури, правило здійснюватиме пошук та перевірку інформації збереженої в онтологічній базі знань. При цьому слід зазначити що перевірка відбуватиметься для кожного елемента, що в свою чергу гарантуватиме послідовне та тотожне рішення після кожного запиту

```
Зерно(?grain) ^ Зовнішнє_Середовище(?env) ^ Температура_Зерна(?grain, ?grain_temp) ^  
swrlb:greaterThan(?grain_temp, 10) -> необхідний_режим(?grain, Test_Ventilation)
```

Рисунок 2 – Правило визначення параметрів вентилявання, в залежності від інтерпретованих вхідних значень

Таким чином, використання онтологічної моделі для реалізації адаптивної системи керування на базі нечіткої логіки дозволяє налаштовувати систему відповідно до оновлених вимог. У розглянутому випадку створена онтологічна модель дозволяє здійснювати вибір раціонального режиму вентилявання сировини в залежності від абіотичних факторів а також виду та стану зерна. Крім того, спроектована онтологічна модель дозволить сформувати динамічну базу знань, що буде містити інформацію про необхідні параметри та режими вентилявання в залежності від абіотичних параметрів. Це дозволить зменшити навантаження на нечіткі контролери в процесі моніторингу стану сировини та визначення режимів роботи обладнання.

Список літературних джерел

1. Methods and models of intellectual processing of texts for building ontologies of software for medical terms identification in content classification / Vasyl Lytvyn [et al.] // International workshop on informatics & data-driven medicine. – 2019

2. Mathematical Modeling of Energy-Efficient Active Ventilation Modes of Granary / I Lutsyk [et al.] // 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT-2019). – 2019 – p. 105-108.

3. Федасюк Д. В. Адаптивна програмна система на основі онтологічного підходу для людей з когнітивними порушеннями / Д. В. Федасюк, І. І. Луцик // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі». – 2021. – № 9. – С. 61–74.

СИСТЕМА МОНІТОРІНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ДЕВАЙСАМИ КОРИСТУВАЧІВ

Любима О. П., Науменко Н. Ю.

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

В сучасному світі інформаційних технологій, віддалені системи управління та моніторингу (RMM) стають основою для забезпечення стабільності та ефективності ІТ-інфраструктури. Кожен аспект бізнесу вимагає надійних та вдосконалених рішень у цій сфері, особливо з огляду на безпеку та стабільність програмного забезпечення [1].

Віддалена система моніторингу та управління (RMM) - це технологія, яка дозволяє ІТ-спеціалістам моніторити та управляти ІТ-інфраструктурою (наприклад, серверами, робочими станціями, мережами тощо) на відстані. Це забезпечує централізований спосіб для ІТ-команди виявляти, діагностувати та вирішувати проблеми з ІТ-інфраструктурою клієнтів без фізичної присутності на місці.

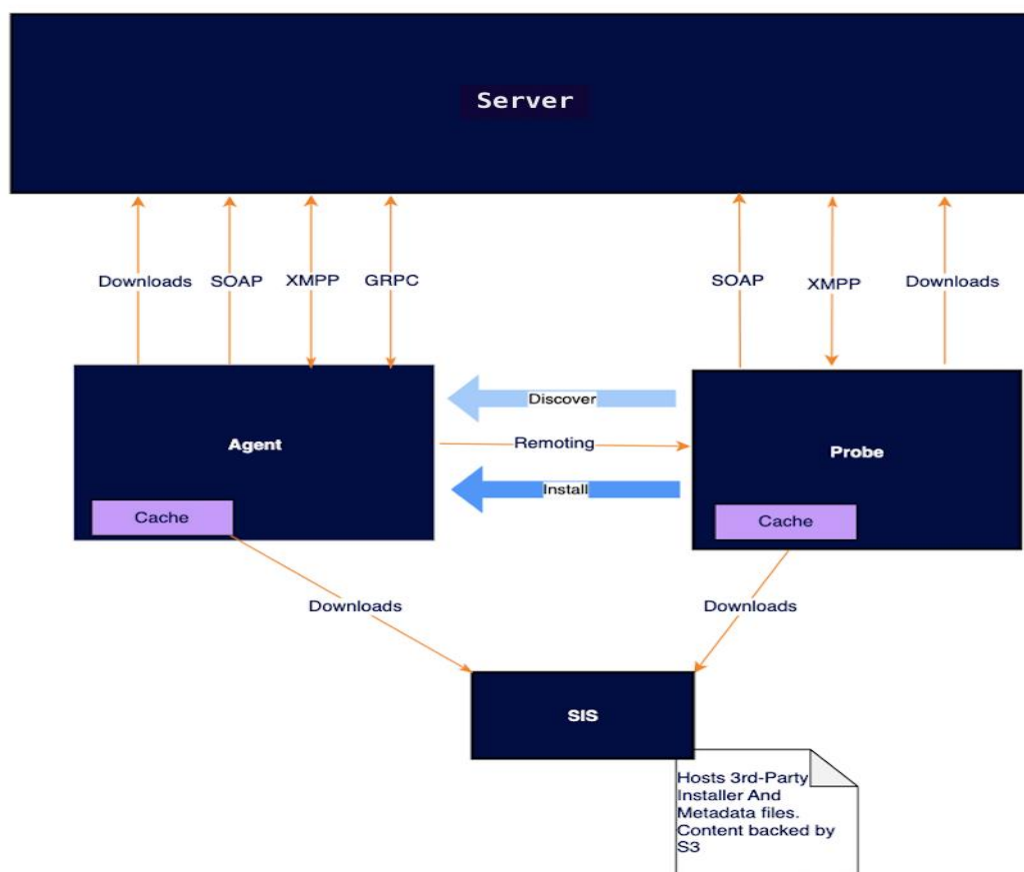


Рисунок 1 – Архітектура системи віддаленого моніторингу та управління (RMM)

Віддалені системи моніторингу та управління зазвичай використовують централізовану архітектуру, що дозволяє управляти всіма клієнтами та їхніми пристроями. Система розроблена таким чином, що дозволяє легко інтегрувати

додаткові модулі або плагіни для розширення функціоналу з допомогою API. Для управління пристроями RMM використовують програмні зонди та агенти.

Зонд (probe) - це програмний компонент, який використовується для виявлення пристроїв в середовищі користувача, встановлення агентського програмного засобу на пристроях та збереження компонентів програмного забезпечення для агентів з метою зменшення обсягу передачі даних при їх встановленні. Зазвичай встановлюється на доступний сервер Windows.

Агент (agent) - це додатковий програмний компонент, який може бути встановлений на хост-пристрій Microsoft, macOS або Linux для збору специфічних даних в режимі реального часу. Також це програмне забезпечення надає можливість віддаленого керування цими пристроями.

Однією з головних функцій віддаленої системи моніторингу та управління є управління патчами (Patch Management). Це процес застосування оновлень до програмного забезпечення, драйверів, захисту від вразливостей. Ефективне управління патчами також допомагає забезпечити найкращу робочу продуктивність.

Можливості RMM часто обмежені традиційними методами, такими як ручна настройка та моніторинг. Недоліками є також відсутність здатності передбачити майбутні проблеми на основі історичних даних. Традиційні методи не завжди можуть адаптуватися до нових видів проблем або змінних умов.

Використання машинного навчання може допомогти подолати ці обмеження, зробивши системи моніторингу та управління більш адаптивними, передбачуваними та ефективними. Прогнозування проблем в управлінні патчами та автоматизація аналізу рішень для їх виправлення за допомогою машинного навчання значно підвищить продуктивність систем управління та моніторингу, забезпечуючи високий рівень безпеки та стабільності програмних продуктів. Цей підхід відкриває нові можливості для оптимізації рутинної роботи управління та реагування на виклики в реальному часі, що є ключовим для успішної діяльності будь-якої ІТ-компанії.

Список літературних джерел

1. <https://www.ibm.com/topics/patch-management>

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Макарченко В. С., Коротка Л. І.

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

В останні роки стало поширеною практикою використання нейронних мереж для вирішення задач в різноманітних галузях науки та техніки. В даній роботі проведено дослідження застосування нейронних мереж для моделювання процесів, які протікають в хімічних реакціях при отриманні наночасток срібла. У галузі моделювання плазмохімічних процесів отримання наносистем із застосуванням нейронних мереж (НМ) можна відмітити дослідження [1-3].

У процесі роботи нейронної мережі відстежувались дії п'яти вхідних параметрів (концентрація прикурсора AgNO_3 в г/л, співвідношення прикурсора та стабілізатора в г/л, тривалість обробки плазмового розряду в секундах, довжина хвилі в нм та сила струму в мА) на процес отримання трьох вихідних параметрів (розмір часток в нм, полідисперсність, яка характеризує неоднорідність середовища та дзета-потенціал, який визначає ступінь та характер взаємодії між частками дисперсного середовища).

Розглянута модель була реалізована за допомогою стандартної бібліотеки для побудови нейронних мереж PyBrain-3 та мови програмування Python. Дана бібліотека має вбудовані можливості для моделювання нейронних мереж прямого розповсюдження, рекурентних нейронних мереж та інших видів НМ. В нашому випадку було використано нейронну мережу прямого розповсюдження.

В процесі роботи досліджувався вплив на вихідні параметри збільшення та зменшення кількості нейронів в прихованій шарі, а також зміна кількості самих прихованих елементів.

На графіку (рис.1) представлені криві, які відображають необхідну кількість епох для отримання стабільного значення похибки при зміні кількості нейронів в прихованій шарі (графік містить кількість елементів вхідного, прихованого та вихідного шарів). На важко помітити, що збільшення кількості нейронів у прихованій шарі після деякого значення не суттєво впливає на кінцевий результат (зокрема, й на зменшення кількості епох).

На рисунках 2 та 3 представлено процес зміни вихідних параметрів при зміні кількості прихованих шарів (в даному випадку додано додатковий прихований шар з одним нейроном це рисунок 2 та двома прихованими шарами – рисунки 3 та 4). Аналіз графіків надає можливість стверджувати, що наявність другого прихованого шару дає кращі результати, аніж використання одного прихованого шару. Однак треба зауважити, що збільшення прихованих шарів суттєво не впливає на кінцевий результат, а в деяких випадках може ускладнювати архітектуру мережі та збільшувати час на обробку результатів. В останньому випадку мова йде, звісно, про глибокі архітектури нейронних мереж.

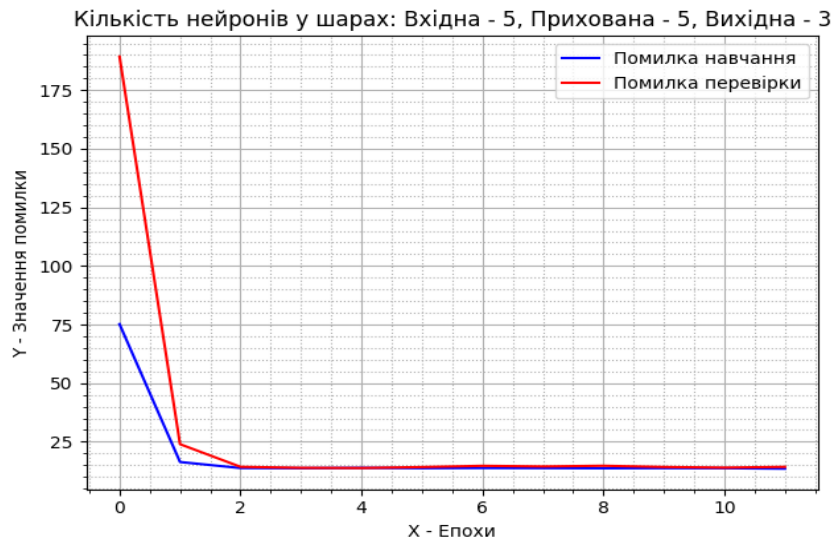


Рисунок 1 – Зміна похибки навчання для архітектури НМ 5-5-3

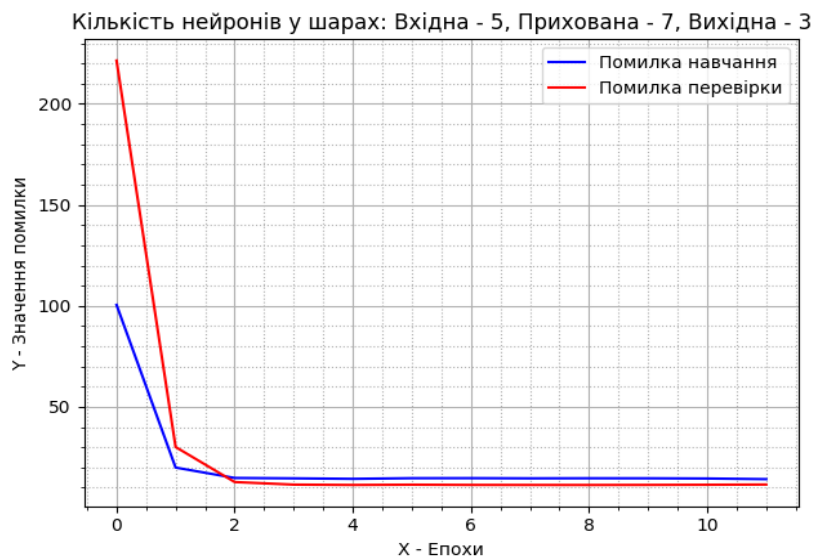


Рисунок 2 – Зміна похибки навчання для архітектури НМ 5-7-3

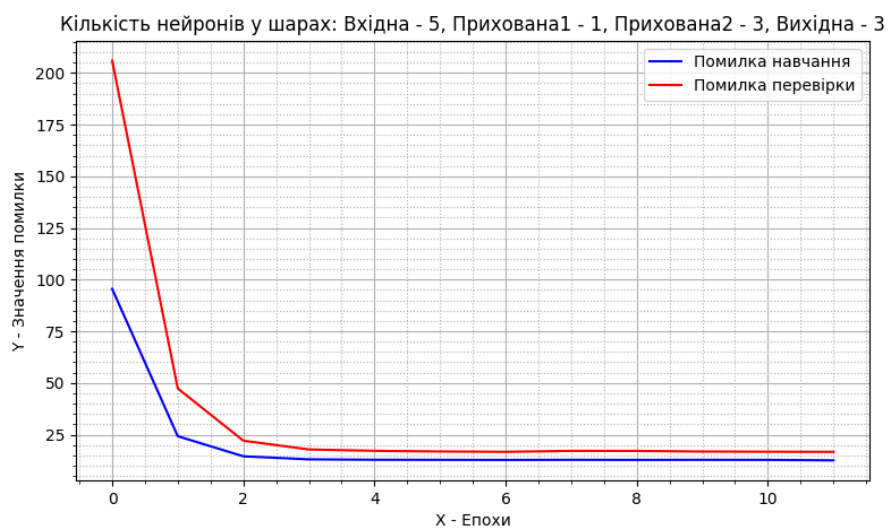


Рисунок 3 – Зміна похибки навчання для архітектури НМ 5-1-3-3



Рисунок 4 – Зміна похибки навчання для архітектури НМ 5-3-3-3

При проведенні досліджень використовувались різні функції активації як у прихованих шарах так і у вихідному шарі. Для порівняння були взяті наступні функції: лінійна (Linear); сигмоїдна (Sigmoid); тангенціальна (Tanh); (Softmax).

Найбільш оптимальні графіки (які приведені) були отримані при використанні у прихованих шарах функції активації – Softmax, а у вихідній шарі – Linear (лінійна).

Аналіз результатів чисельних експериментів надає можливість зробити деякі висновки: 1) кращим варіантом, із розглянутих, є використання у прихованому шарі функції активації – Softmax, а у вихідному – Linear; 2) використання додаткового прихованого шару не позначається суттєво на зменшенні кількості епох (графіки на рисунках 3 та 4); 3) для зменшення значення похибки бажано збільшити об'єм навчальної вибірки, що є наступним завданням для майбутніх експериментів.

У проведених дослідженнях використано нейронні мережі для моделювання плазмохімічних процесів та отримання наносистем з високою точністю та швидкістю. Результати досліджень показали, що застосування нейронних мереж у моделюванні плазмохімічних процесів може значно покращити ефективність та точність отримання наносистем.

Список літературних джерел

1. Byungwhan Kim, Kyungyoung Park, Dukwoo Lee. (2005). Use of neural network to model the deposition rate of PECVD-silicon nitride films. *Plasma Sources Science and Technology* 14(1):83. (10.1088/0963-0252/14/1/011)

2. Коротка Л.І. Аналіз нейромережевих моделей в задачах оптимізації технології енергоконденсованих систем / Л.І. Коротка // Математичне моделювання. – 2018. – № 1 (38). – С. 69-76. (doi:10.31319/2519-8106.1(38)2018.129020)

3. Makarchenko V., Korotka L., Skiba M. Neural network modeling of plasma-chemical processes of obtaining nanosystems. *International scientific and technical conference Information Technologies in Metallurgy and Machine building (ITMM 2023)*. 99-101 p. (DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.024)

КЛАСИФІКАТОРИ ДАНИХ НА ОСНОВІ ДЕРЕВА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Панасовський В. В., Науменко Н. Ю.

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

Проблема прийняття рішень при аналізі багатовимірних даних є достатньо актуальною у багатьох предметних областях, зокрема, і в машинному навчанні. Потреба у збільшенні обсягу та якості таких даних постійно зростає, як наслідок, виникають проблеми для обробки таких даних.

Для автоматичного аналізу великих масивів даних використовують методи, які базуються на дереві рішень та, які є ефективними інструментами інтелектуального аналізу даних і аналітики прогнозування [1-3]. Застосування таких підходів допомагає при вирішенні завдань класифікації та регресії.

Розвиток машинного навчання дав нові можливості для обробки таких даних. Використання підходів заснованих на використанні дерева рішень дозволяє проводити аналіз великих даних та, для полегшення сприйняття, візуалізувати цей процес. Метою роботи є розробка та впровадження інформаційної системи, яка реалізує алгоритми класифікації даних на основі дерева рішень.

Для розробки інформаційної системи було використано мову програмування Python, бібліотеку машинного навчання Scikit-learn, бібліотеку для візуалізації даних Matplotlib, для розробки графічного інтерфейсу користувача tkinter, бібліотеки Numpy та Pandas для роботи з масивами даних [4]. Scikit-learn є бібліотекою з багатьма застосуваннями, наприклад, для класичних алгоритмів машинного навчання, таких як виявлення спаму, розпізнавання зображень, прогнозування та сегментація клієнтів. Легко інтегрується з іншими бібліотеками програмування машинного навчання, такими як NumPy та Pandas.

Для створення класифікатора на основі дерева прийняття рішень необхідно використовувати модуль `tree` з бібліотеки Scikit-learn. Бібліотека Scikit-learn містить вбудовані датасети, але при необхідності можна вантажити й інші зовнішні навчальні дані. Самим відомим та найбільш використовуваним безперечно є датасет «Iris». Класична множина даних для демонстрації класифікації, яка містить інформацію про три сорти квітів ірису. Кожен запис містить довжину та ширину пелюстки та чашолистка. Метою є класифікація кожної квітки за її видом.

Модель представляє собою графічну структуру, що складається з вузлів (node) та листя (leaf), яка допомагає приймати рішення на основі вхідних даних. Дерево рішень (decision tree) – це правило класифікації у вигляді дерева (рис. 1). Наведено приклад роботи з датасетом, який міститься у бібліотеці машинного навчання Scikit-learn.

Як відомо, для побудови дерева рішень розроблено різні алгоритми, серед яких виділяють: ID3, C4.5, CART тощо. В цілому відмінності між ними є у виборі критерію ознаки, вигляді умови перевірки у вузлах та інше, але в цілому ідея побудови дерева зберігається.

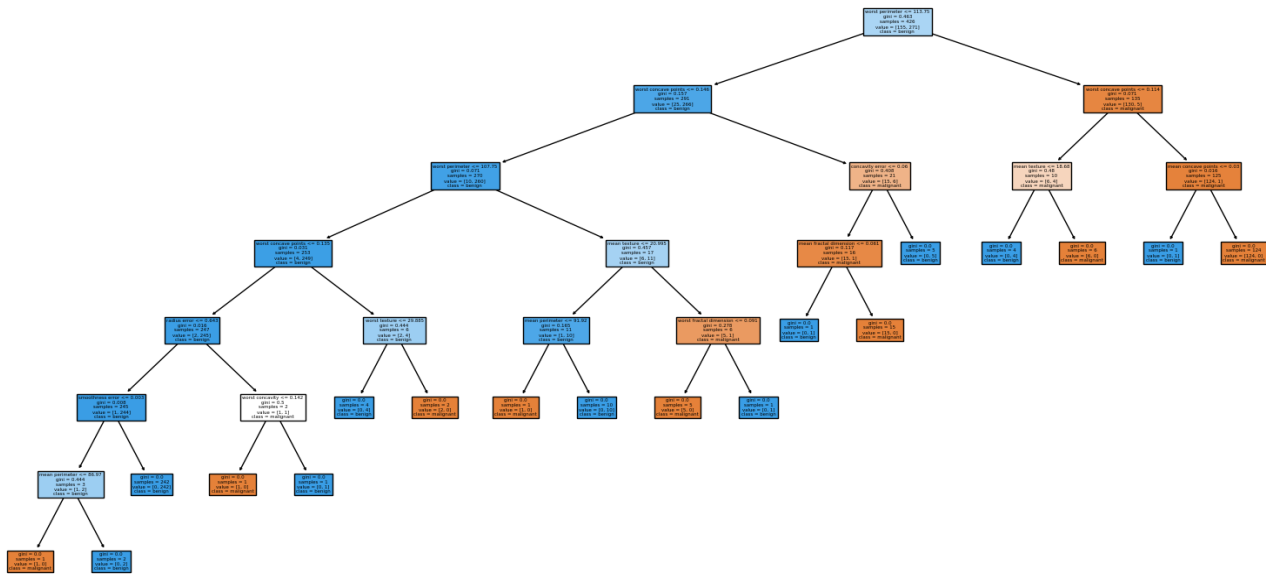


Рисунок 1 – Побудоване дерево рішень

Класифікатор на основі дерева рішень, як відомо, будується зверху вниз: створюється спочатку корінь дерева; обирають одну найкращу серед усіх ознак шляхом перебору за деяким критерієм; формують умову для кореня на основі обраної ознаки, яка розбиває множину об'єктів, що з ним асоціюються (якщо мова йде про корінь, то це вся вибірка), на декілька підмножин та породжує нові вузли дерева.

Рекурсивно використовують аналогічну процедуру до кожного з нових вузлів. У випадку, коли з вузлом асоціюється множина об'єктів, які належать до одного класу, то вузол перетворюють на лист та завершують побудову цієї гілки. В цьому разі рішенням листа стає клас, з яким асоціюються об'єкти. Можливе перетворення вузла на лист, якщо з ним асоціюється пуста множина об'єктів. Рішенням вузла стає клас, представників якого більше у вузла-предка.

Список літературних джерел

1. Зеленцов Д.Г., Короткая Л.И. Технологии вычислительного интеллекта в задачах моделирования динамических систем: монография. Днепр: Баланс-Клуб, 2018. – 178 с.
2. Korotka L. The use of unclear conclusion in the tasks of forecasting of the durability of corrosive constructions. *International Journal of Computing Science and Mathematics*. Vol. 14, No. 3, 2021. P. 263-273.
3. Karasov O.P., Korotka L. I., Savchenko O. V. Application of cluster analysis methods in the building of a knowledge base. *The Fifth International Scientific Multidisciplinary Conference of Students and Beginner Scientists «Modern Technologies: Improving the Present and Impacting the Future»* November 25, 2021 (Dnipro, Ukraine). P. 29-30.
4. Dy, J.G. Feature Selection for Unsupervised Learning. *Machine Learning Research*. – 2004. – Vol. 5. – P. 845–889.

ПОРІВНЯННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ RNN ТА LSTM ТИПУ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ЦІН НА ФОНДОВОМУ РИНКУ

Перцев Ю. О., Коротка Л. І.

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

У сучасному світі інформаційних технологій все з більшою гостротою виявляється інтерес до якісного прогнозування фінансових ринків. Зі стрімким розвитком інформаційних технологій з'являються нові інструменти аналізу даних, якими можна вважати штучні нейронні мережі (НМ), як напрям обчислювального інтелекту.

Нейронні мережі можуть бути ефективним інструментарієм для прогнозування цін акцій на фондовому ринку. Це пов'язано з тим що НМ є складними математичними моделями, які здатні відтворювати непрості залежності між показниками компанії та її акційною ціною [1], а також вивчати нелінійні відображення між фінансовими показниками компанії. Крім прогнозування на фондовому ринку, нейронні мережі можуть бути навчанні для виконання різних фінансових завдань. Багато банків та фінансових компаній, а також звичайних інвесторів використовують системи такого типу для відстеження товарних ринків та ф'ючерсів, торгівлі іноземною валютою, фінансового планування, та інше. В банківському секторі використовуються нейронні мережі для сканування заявок на кредити та позики, щоб оцінити ймовірність банкрутства, у той час як менеджери з фінансів можуть використовувати нейронні мережі для планування та побудови прибуткових портфельів у режимі реального часу.

Використання нейронних мереж, зокрема моделей глибокого навчання при прогнозуванні фондового ринку дає декілька переваг завдяки їхній здатності фіксувати складні закономірності та залежності у даних фінансових часових рядів. Розглянемо основні причини, чому нейронні мережі важливі для прогнозування фондового ринку:

Нелінійність: ціни на акції та поведінка ринку часто є нелійними та залежать від багатьох факторів. Нейронні мережі можуть моделювати складні нелінійні зв'язки, які лінійні моделі можуть не вловлювати ефективно.

Тимчасові залежності: дані часових рядів, наприклад ціни на акції, демонструють часові залежності, коли минулі значення впливають на майбутні значення. Нейронні мережі, включаючи рекурентні нейронні мережі (RNN) і мережі довгострокової короткочасної пам'яті (LSTM), призначені для обробки послідовних даних, що робить їх придатними для моделювання даних часових рядів.

Розпізнавання шаблонів: нейронні мережі відмінно розпізнають і використовують закономірності та тенденції в історичних цінових даних. Вони можуть визначити тонкі рухи цін і поворотні моменти, які можуть бути неочевидними за допомогою традиційного аналізу.

Можливість адаптації: фінансові ринки динамічні, і умови можуть швидко змінюватися через новини, випуски економічних даних і настрої інвесторів.

Нейронні мережі можуть адаптуватися до нової інформації та мінливих ринкових умов, надаючи актуальні прогнози.

Мультимодальна інтеграція даних: нейронні мережі можуть обробляти широкий спектр джерел даних, включаючи числові та категоріальні характеристики, текст (аналіз новин) і навіть дані зображень (наприклад, аналіз діаграм і графіків). Це робить їх універсальними для включення різноманітних джерел інформації в прогнози.

Ефективність і масштабованість: фреймворки глибокого навчання, такі як TensorFlow і PyTorch, високоефективні та масштабовані, що дає змогу обробляти великі набори даних і виконувати аналіз у реальному часі у високочастотних торгових середовищах.

Автоматизація: після навчання нейронні мережі можуть автоматизувати процес прогнозування, зменшуючи потребу в ручному аналізі. Ця автоматизація особливо корисна для трейдерів та інвесторів, які одночасно контролюють кілька акцій або активів та в портфельному інвестуванні.

Тестування та оптимізація: моделі нейронних мереж можна перевірити, щоб оцінити історичну продуктивність і налаштувати торгові стратегії. Це дозволяє інвесторам і трейдерам оцінити, як модель працювала б у минулому, і внести необхідні коригування.

В роботі було розглянуто дві найбільш поширені моделі нейронних мереж для прогнозування.

RNN (Recurrent neural network) така модель базується на використанні минулих станів мережі, для визначення теперішнього стану. Такі мережі на практиці зазвичай використовують, коли вхідні дані є нефіксованою послідовністю значень.

LSTM (long short-term memory) – це тип рекурентної нейронної мережі, здатної навчатися довгостроковим залежностям, тому їх навчання займає набагато менший час, а точність прогнозу суттєво зростає в порівнянні з іншими моделями.

В якості множини даних навчання (date set) було обрано період щоденних значень цін акцій корпорації Apple Inc., які було взято за період з 1 січня 2005 року по 8 вересня 2023 року. Компанія Apple Inc являється однією з самих провідних компаній світу у сфері інформаційно-телекомунікаційних технологій, а також є найбільшою технологічною компанією світу за обсягом активів. Компанія внесена до індексу S&P500 який складається з п'ятисот акціонерних компаній США, що мають найбільшу капіталізацію та служать індикатором американської економіки. Джерелом отримання даних є сервери Yahoo Finance API, де зберігаються як поточні, щоденні, так і історичні фінансові дані публічних компаній та інвестиційних фондів [2].

На рисунку 1 наведено історичні ціни акцій компанії Apple Inc.



Рисунок 1 – Історичні дані цін закриття компанії Apple Inc

На рисунку 2 наведено прогнозовані ціни закриття за моделлю LSTM.

LSTM Predicted closing price

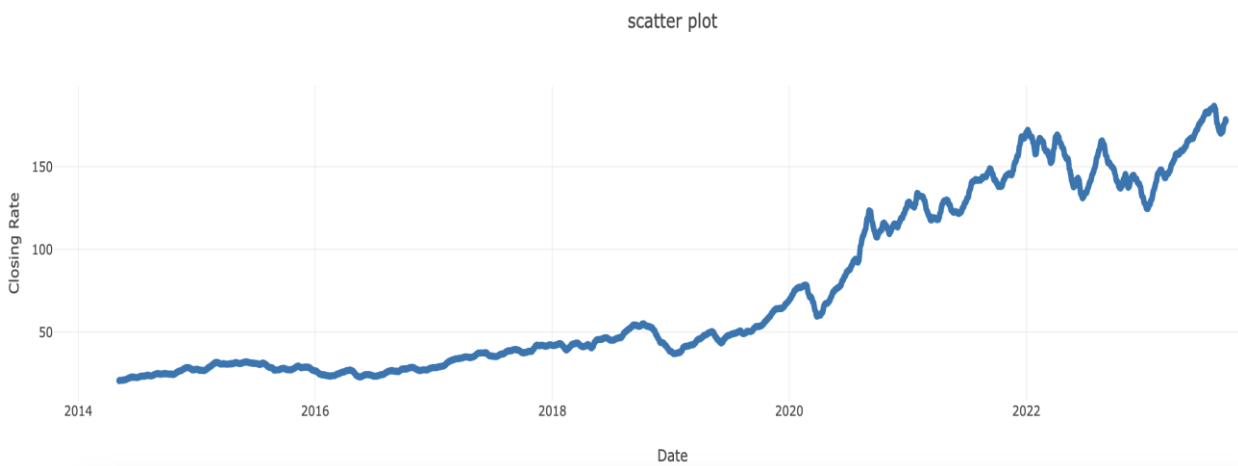


Рисунок 2 – Прогнозовані ціни закриття компанії Apple Inc

Оцінку якості побудованих моделей можливо зробити за наступними параметрами. Середньоквадратичне відхилення(STD), яке обчислюється за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (1)$$

де n – розмірність вибірки, x_i – i -тий член вибірки, \bar{x} – середнє значення спостережень.

Середня абсолютна похибка вимірювання (MAE) обчислюється за формулою у роботі:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|. \quad (2)$$

Наступні числові характеристики, які використовувалися: середня абсолютна відсоткова похибка (MAPE); середньоквадратична похибка (MSE), яка розраховується як S^2 ; час витрачений на обрахування прогнозного значення [2].

Порівняння моделей розглянутих мереж у роботі за критеріями оцінки наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати чисельних експериментів

Тип НМ	Error STD	MAE	MAPE	MSE	Час витрачений на обчислення
RNN	17	19	7%	361	3 хв
LSTM	15	17	4%	289	2 хв

На основі проведеного дослідження було виявлено, що моделі, побудовані за допомогою типу довгострокової короткочасної пам'яті LSTM, краще себе проявляють при прогнозуванні фінансових показників ніж моделі, які були побудовані по типу рекурентної нейронної мережі RNN.

При прогнозуванні на часових рядах з використанням НМ типу RNN, виникає необхідність навчати їх на довгих послідовностях, що, у свою чергу, ускладнює процес. Виникає необхідність проганяти мережу через множину часових рядів та робити її достатньо глибокою. Як наслідок, такі мережі можуть навчатися нескінченно довго [3].

Простим та найбільш поширеним вирішенням цієї проблеми є: під час навчання розгортати мережу RNN тільки на обмежену множину часових рядів. Цей прийом називається скороченим оберненим розповсюдженням у часі. Його можна реалізувати у бібліотеці TensorFlow за рахунок скорочення вхідних послідовностей, але це не є метою розгляду у даній роботі.

Авторам відомо, що під час тривалого навчання мереж типу RNN можлива ще одна проблема: факт поступового зникнення пам'яті перших входів. Саме для цього і вводяться різні типи комірок з довгостроковою пам'яттю, якими є найбільш поширені із комірок такої пам'яті мережі LSTM.

Список літературних джерел

1. Холошня Д. М., Коротка Л. І. Інформаційна підсистема нейромережевого прогнозування фінансових ситуацій на валютному ринку / VIII Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології». Тези доповідей. V Том (27-29 квітня 2017 Дніпро). – 2017. С. 26.
2. Данилов В.Я., Олійник Б.О. Прогнозування цін біржових акцій нейронними мережами. *Scientific Collection «INTERCONF»*. No113. С. 479-485.
3. Коротка Л.І. Функціональна підсистема раціонального вибору архітектури нейронної мережі /Л.І. Коротка // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 3(62), Том I. (Фундаментальні науки). – 2017. С. 55-59.

МАШИННЕ НАВЧАННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕК TENSORFLOW ТА KERAS

Пивовар С. С., Коротка Л. І.

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

В сучасному світі графічні дані є невід'ємною частиною багатьох галузей, включаючи комп'ютерні ігри, візуалізацію даних, комп'ютерне моделювання, дизайн та багато інших. Потреба у збільшенні обсягу та якості таких даних постійно зростає.

Розвиток глибокого навчання та нейромереж (НМ) дав нові можливості для генерації графічних даних. Використання НМ дозволяє створювати більш реалістичні та деталізовані графічні об'єкти. Розробка інформаційних систем, здатних автоматично генерувати графічні дані на основі вхідних параметрів, може значно полегшити процес створення графічного контенту, зменшити трудові витрати та покращити якість результату.

Сфера генерації зображень переживає активний розвиток, і на сьогоднішній день існує розмаїття моделей НМ, які вдосконалюють різні аспекти створення та обробки графічних даних. В цьому контексті особливу увагу заслуговують чотири важливі класи моделей: варіаційні автоенкодері (Variational Autoencoders, VAEs), генеративно-змагальні мережі (Generative Adversarial Networks, GANs), генеративно-змагальні мережі із допоміжним класифікатором (Auxiliary Classifier GANs, AC-GANs) та умовні генеративно-змагальні мережі (Conditional GANs, cGANs) [1]. Ці різноманітні класи моделей НМ розширюють можливості генерації зображень і роблять цей процес більш гнучким та точним. Згорткові мережі (Convolutional Neural Networks, CNNs) є однією з найважливіших архітектур нейронних мереж у сучасній глибокому навчанні. Вони широко використовуються в різних завданнях, включаючи генерацію зображень у GANs та VAEs [2]. Умовні генеративно-змагальні мережі представляють собою розширену версію звичайних GANs, яка надає контроль над процесом генерації даних, дозволяючи вказувати умови чи обмеження для створених зображень.

Математичне забезпечення (МЗ) генеративно-змагальних мереж є важливою складовою для розуміння їх принципів роботи та ефективного використання в генерації зображень. GANs складаються з двох основних частин: генератора і дискримінатора, які взаємодіють у процесі навчання для створення високоякісних зображень. МЗ нейронних мереж також включає функції активації та різноманітні шари, які є фундаментальними аспектами глибокого навчання.

В якості функцій активації можна використовувати: ReLU, гіперболічний тангенс « \tanh » та сигмоїд [3]. Шар Dense (повнозв'язаний шар) з'єднує кожен нейрон з попереднього шару з кожним нейроном поточного шару, який використовується для моделей, де кожен нейрон має зв'язок з усіма нейронами попереднього та наступного шару. Шар Concatenate дозволяє об'єднувати виходи з різних шарів у одному шарі, який корисний, коли необхідно об'єднати різні шляхи обробки даних. Згортковий шар Conv2D використовується для

виявлення локальних особливостей в зображеннях, який переміщується по зображенню з вагами, що накладаються на невеликі області, і виконує операцію згортки. Conv2DTranspose – деконволюційний шар, що збільшує розмірність зображення. Шар Embedding використовується для перетворення категоріальних даних (наприклад, індексів слів або класів) у вектори низькорозмірного представлення, що можуть бути використані для навчання нейронної мережі. Шар Flatten перетворює багатовимірний вихід інших шарів у одновимірний вектор, що може бути використаний у повнозв'язаних шарах. Шар Reshape дозволяє змінити форму вихідного тензора так, що можна використовувати різні розміри даних для подальшого аналізу. Шар Dropout є одним із методів регуляризації нейронних мереж, і він використовується для уникнення перенавчання (overfitting), який вимикає деяку частину нейронів із попереднього шару з певною ймовірністю. Ці математичні компоненти і шари є важливими будівельними блоками для розробки та налаштування нейромереж для генерації зображень зокрема. Їх правильне використання дозволяє створювати потужні та ефективні моделі для завдань обробки та генерації графічних даних.

Бібліотека Keras мови програмування Python дозволяє отримати структуру нейронної мережі, яку реалізовано у роботі (рис. 1). Таким же чином можна отримати структуру генератора, дискримінатора та основну структуру мережі для обробки зображень.

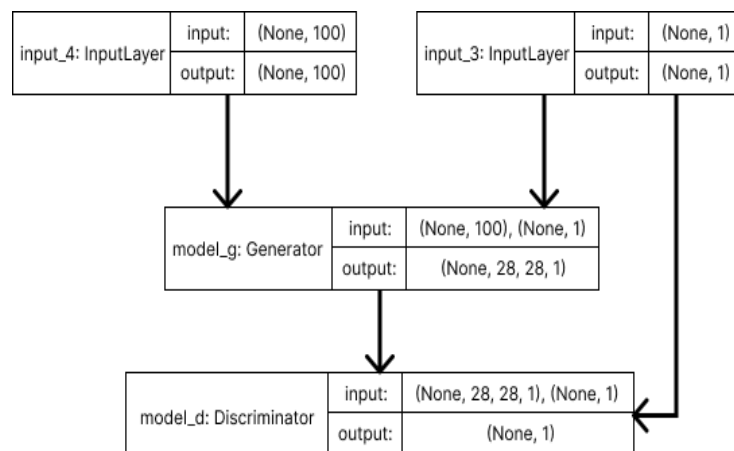


Рисунок 1 – Структура нейронної мережі GAN

Алгоритм навчання нейронної мережі для генерації графічних даних включає в себе кілька етапів і оперує з трьома основними компонентами: генератором, дискримінатором та моделлю GAN. Алгоритм навчання НМ: 1) починається з ініціалізації параметрів, таких як кількість епох, розмір пакету навчання, розмір латентного простору та інші; 2) відбувається перебір по епохам і партіям; 3) на кожній ітерації алгоритм генерує реальні дані (зображення) та відповідні мітки; 4) дискримінатор навчається на реальних даних за допомогою алгоритму зворотного поширення помилки [3, 4]: оцінюється функція втрати, і ваги дискримінатора оновлюються для підвищення його здатності розрізняти реальні та згенеровані дані; 5)

генеруються синтетичні дані за допомогою генератора та латентного простору; б) згенеровані дані подаються на вхід дискримінатора, і оцінюється функція втрати; 7) латентний простір генерується за допомогою випадкового розподілу, а мітки для цих даних встановлюються як «1» для того, щоб навчити генератор на основі відповідей дискримінатора; 8) генератор навчається через модель GAN та оцінюється функція втрати для генератора; 9) на кожній ітерації виводяться результати, включаючи номер поточної епохи, номер партії, значення функції втрат для дискримінатора та генератора. Алгоритм навчання представляє собою базовий цикл навчання GAN і є однією ітерацією великої кількості подібних ітерацій, які відбуваються протягом багатьох епох для досягнення покращення якості згенерованих зображень. По завершенні навчання генератора, модель зберігається в файлі для подальшого використання.

Для навчання моделей було використано декілька різних наборів даних. Один з них: набір даних MNIST, що містить рукописні зображення цифр від 0 до 9. Є одним з найпоширеніших і стандартних наборів даних для задач класифікації зображень, складається з двох основних компонентів: зображень цифр та відповідних міток класів. Кожне зображення в наборі даних MNIST має розмірність 28 на 28 пікселів і представлено у відтінках сірого, тобто в кожному пікселі зображення зберігається значення інтенсивності від 0 до 255. Ці зображення розподілені у форматі масиву, де кожен елемент масиву відповідає значенню пікселя. Крім того, кожне зображення в наборі даних має відповідну мітку класу, яка вказує на цифру, на зображенні. Мітки класів представлені цілими числами від 0 до 9.

Підготовка даних включає перетворення зображень в необхідний формат, нормалізацію значень пікселів до діапазону $[-1, 1]$ та перетворення міток класів у вектори категорій, що підходять для тренування моделі. Підготовлені дані використовуються для навчання моделі GAN з метою згенерувати нові реалістичні зображення цифр, які схожі на зображення в наборі даних MNIST.

Нейромережеві системи для генерації зображень мають широкий спектр застосувань, включаючи створення мистецьких творів, роботу з медичними даними, генерацію реалістичних об'єктів та багато інших завдань.

Список літературних джерел

1. Brownlee, J. (2019). *Generative Adversarial Networks with Python: Develop Your First GANs Step-By-Step in Keras and TensorFlow*. Machine Learning Mastery, p 72.

2. Chollet, F. (2017). *Deep learning with Python*. Manning Publications.

3. Зеленцов Д.Г., Короткая Л.И. (2018) Технологии вычислительного интеллекта в задачах моделирования динамических систем: монография. Днепр: Баланс-Клуб, 2018. – 178 с.

4. Короткая Л.И. (2011) Использование нейронных сетей при численном решении некоторых систем дифференциальных уравнений. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. – 2011. – Том 3. №4 (51). – С. 24-27.

СИСТЕМНО-КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ: АРХІТЕКТУРА КОГНІТИВНОГО РАДАРА НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Прокопчук Ю. О.

Інститут технічної механіки НАНУ і ДКАУ, Дніпро, Україна

Дослідження, які пов'язані з темою інтеграції когнітивних архітектур штучного інтелекту з системами радіолокації в умовах значної та радикальної невизначеності, дуже обмежені [1]. Штучний інтелект — одна з технологій, які рухають аерокосмічну галузь та ведуть до створення все більш автономних аерокосмічних систем, що відкриває нові можливості радикально змінити сучасний стан (Assured autonomy; Systems Engineering of AI-Enabled Aerospace Systems) [2], [5]. У доповіді запропоновано нову архітектуру когнітивного радара, яка базується на парадигмі граничних узагальнень (ПГУ) [3], що включає динамічну логіку, та концепції "мислячого рою" [4], [5]. Когнітивні здібності, такі як навчання, сприйняття, увага та механізми прийняття рішень, узгоджені з ситуативними можливостями радара (в умовах дії різноманітних факторів, що спричиняють відмову деяких агентів / ресурсів).

Застосовані парадигми/підходи системно-концептуального інжинірингу на засадах ПГУ [3] (Transdisciplinary Systems Engineering Approaches): Cognitive Processing and Machine Learning for Aerospace and Defence Systems; Situational Understanding in the Human and the Machine; Bio-Inspired Holonic Approach; Instant decision making: Decisions based on gist; Rapid scene understanding: Mechanisms of saccadic decision making; Dynamic architectures: Self-Configuration, Self-Optimizing Control, Reactivity, Adaptability, Cooperation, Openness, Autonomy; Automated situational awareness; Physical-virtual synchronization; Wholeness or living structure: unfolding processes or wholeness-extending processes; Implementing Human-like Intuition Mechanism in Artificial Intelligence; Integrated Systems Health Management (ISHM) techniques: Structural Health Monitoring, Structural Sensing, Morphing Structures. Системна інженерія одночасно є міждисциплінарною та трансдисциплінарною [6] (The 2019 INCOSE Definitions document: "Transdisciplinarity is described ... as an approach which "crosses many disciplinary boundaries to create a holistic approach."). ПГУ є істинно трансдисциплінарною. Визнання системної інженерії як трансдисциплінарної відкриває нові двері для кращого розуміння, яке потенційно може призвести до таких необхідних досягнень у створенні складних інженерних систем [6], включаючи «когнітивні технічні системи», зокрема когнітивні радары [5], [8].

У доповіді наведено конкретні ПГУ-підходи в рамках трансдисциплінарної системної інженерії. Ключові положення нової концепції радара: безперервне самовдосконалення системи розрізнення-управління з урахуванням досвіду; "підрулювання" рішень: стратегії деталізації "від грубого до точного" [7]; принцип переформулювань задач розрізнення та континуум задач розрізнення; стрибкоподібна (хаотична) зміна ресурсів розв'язання задач розрізнення залежно від контексту/обставин, зокрема відмов; опора на "тілесний" чи морфологічний інтелект (радикали, морфологічні обчислення, функціональні

системи); облік когнітивних спотворень та «контрольованої галюцинації»; інтелектуальний консилиум когнітивних агентів; автоматичне граничне узагальнення евристик розрізнення (концепт «тонкій зріз»; Gist Comprehension).

Модель когнітивного радара включає формальну модель відмовостійкої системи спостереження, яка встановлює взаємозв'язок її функціональної та структурної компонент з умовами працездатності у потоці відмов довільного походження [8]. Модель використовує концепт «штучний конектом» [3] (це повна мапа і опис структури зв'язків у нервовій системі «організму») або тотальний аудит та прогнозування всіх інформаційних потоків в системі (штучна інтуїція; м'яке вимірювання). Обчислювальною основою радара є універсальний мережевий комп'ютер у вигляді рою програмних агентів ("мислячий рій" [4]). У роботі [3] розглянуто процес автоматичного і імпліцитного формування системної моделі інформаційних потоків на основі банку тестів $\{G(\tau)\}$. Дано формалізований опис одного з типових завдань розрізнення на основі досвіду: потрібно віднести довільний начерк P (результат спостереження) до будь-якої ситуації з бази прецедентів $\Omega = \{\alpha\}$.

Список літературних джерел

1. Czuba, A. (2021). Artificial Intelligence-Based Cognitive Radar Architecture. Conference: 2021 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI) At: Las Vegas, NV, USA. 10.1109/CSCI54926.2021.00092
2. Cohen K (2023), Grand challenges in intelligent aerospace systems. Front. Aerosp. Eng. 2:1281522. doi: 10.3389/fpace.2023.1281522
3. Prokopchuk Y. (2022). Intuition: The Experience of Formal Research. Dnipro, Ukraine: PSACEA Press (in RU)
4. Prokopchuk Y., Nosov P. (2023). Trusted autonomous systems: organization of the "thinking swarm". Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling" (06.07.23, Ivano-Frankivsk). Ukraine, Ivano-Frankivsk: Precarpathian National University, pp. 104 – 107.
5. Прокопчук Ю.А. (2023). Проблемные вопросы автономизации аэрокосмических технологий. Материалы Международной Научно-Практической Конференции «Технологии Искусственного Интеллекта и Аэрокосмические Проблемы» (Баку, 22-23 июня 2023). Баку : Национальная Академия Авиации Азербайджана. С. 56 – 63.
6. Watson, M., Madni, A., Mesmer, B., Mckinney, D. (2020). Envisioning Future Systems Engineering Principles Through a Transdisciplinary Lens. INCOSE International Symposium. 30. 1506-1521. 10.1002/j.2334-5837.2020.00801.x.
7. Perlovsky, L., Kuvich, G. (2015). Machine Learning and Cognitive Algorithms for Engineering Applications. International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence. 7. 64-82. 10.4018/ijcini.2013100104.
8. Прокопчук Ю.О., Носов П.С., Зінченко С.М. Концепція «когнітивних технічних систем» як методична основа забезпечення відмовостійкості, катастрофостійкості та антихрупкості // Праці II Міжнародного симпозиуму «Інтелектуальні рішення – С: Теорія прийняття рішень» (Київ - Ужгород, Україна, 29.09.2021 р.). Київ : КНУ ім. Т.Г. Шевченка, 2021. - С. 135–136.

СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ СТУДЕНТІВ

Селютін Д. А., Яшина О. С.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Пандемія COVID-19 змусила велику кількість закладів освіти ламати постулати очного навчання та шукати способи та методи переводу у онлайн площину за допомогою різноманітних систем онлайн навчання (e-learning). У свою чергу використання таких систем вимагає певних змін не тільки у підході до викладання матеріалу а й у процесі оцінювання практичних завдань.

У різних дослідженнях застосовуються різні підходи до вивчення оцінювання в рамках онлайн-навчання. В основному дослідження зосереджується на академічній доброчесності та можливих загрозах в проведенні оцінювання, вивченні різноманітних варіантах нагляду під час проведення іспитів, досягненнях студентів у навчанні та сприйнятті студентами онлайн-оцінювання [1]. Незважаючи на те, що такі дослідження дають зрозуміти переваги переходу в онлайн формат у вигляді зниження вартості впровадження, зручності вибору місця та часу проведення у порівнянні з традиційними іспитами, вони не достатньою мірою враховують загально визнані принципи оцінювання знань [2]. Необхідно визнати що хоча технології є обов'язковими для впровадження в процесах освіти, але виключно на них не можна покладатися [3].

Крім того, існуючі рішення переважно стосуються теоретичного навчання, перевірки знань, організації та адміністрування навчального процесу. Виконання, перевірка та оцінювання практичних завдань, специфічних для окремих дисциплін, значно менше забезпечено інформаційними технологіями.

Таким чином, розробка та впровадження нових технологій e-learning – це складна мультидисциплінарна галузь досліджень. Вона має враховувати досягнення не тільки комп'ютерних наук, але й педагогіки та когнітивної психології та штучного інтелекту. Крім того, різні навчальні дисципліни висувають різні вимоги щодо засобів створення і перевірки завдань, критеріїв оцінювання тощо, що значно впливає на технології онлайн-освіти.

Список літературних джерел

1. Responding to the COVID-19 emergency: Student and academic staff perceptions of academic integrity in the transition to online exams at three Australian universities [Text] / A. Reedy, D. Pfitzner, L. Rook, L. Ellis // International Journal for Educational Integrity. – 2021. – Vol. 17, Iss. 1, – P. 1-32. DOI: 10.1007/s40979-021-00075-9.

2. Ilgaz, H. Providing online exams for online learners: Does it really matter for them? [Text] / H. Ilgaz, G. A. Adanır // Education and Information Technologies. –2020. – Vol. 25, Iss. 2. – P. 1255-1269. DOI:10.1007/s10639-019-10020-6.

3. Brown, H. D. Language assessment: Principles and classroom practices [Text] / H. D. Brown, P. Abeywickrama. – 2nd ed. – USA : White Plains, NY : Pearson Longman, 2010. – 386 p.

КОМБІНОВАНІ МЕТОДИ АУГМЕНТАЦІЇ ДАНИХ ЯК ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ CNN НЕЙРОМЕРЕЖ У ВИЯВЛЕННІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Солдатенко Д. В., Гнатушенко Вік. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Пожежі в лісових масивах становлять значну проблему в усіх регіонах світу, спричиняючи значні екологічні та економічні збитки, а також втрату людських життів. Виявлення та своєчасне реагування на такі події часто ускладнюються мало доступними територіями та роздільністю пожеж. Одним із сучасних підходів до моніторингу [1] лісових пожеж є застосування дистанційного зондування Землі та обробки отриманих зображень за допомогою методів машинного навчання.

Дослідження спрямоване на розв'язання проблеми виявлення ключових показників лісових пожеж, включаючи вогонь, вигорілу область та дим, шляхом розробки та застосування ефективних методів аугментації [2] та аналізу даних. Були досліджені методи перевертання, обертання та додавання шуму з метою виявити їхній потенціал покращення точності виявлення і розпізнавання ключових показників пожеж. Також було розглянуто можливість їх поєднання та оптимізації для покращення точності виявлення і розпізнавання [3] об'єктів дослідження.

У межах проведеного дослідження було використано зображення Sentinel-2 для попереднього застосування описаних методів аугментації та подальший аналіз результатів за допомогою CNN нейромережі, щоб визначити найефективніші підходи до розпізнавання [4] ключових показників пожеж.

В результаті було розроблено комплекс прикладних рішень, які базуються на комбінованих методах аугментації та аналізу даних за використання алгоритмів машинного навчання. Впровадження цих рішень дозволяє покращити якість виявлення задимлених ділянок, вигорілих зон та інших супутніх факторів, надаючи можливість ефективно контролювати та моніторити ситуації із лісовими пожежами та своєчасно вживати заходів щодо їх гасіння та запобігання.

Список літературних джерел

1. Brushlinsky, N., Sokolov, S., Wagner, P., Messerschmidt, B., 2022. World fire statistics, ctif, international association of fire and rescue services. Technical Report 27.
2. Shorten, C., Khoshgoftaar, T. M., 2019. A survey on image data augmentation for deep learning. Journal of big data, 6(1), 1–48.
3. Yang S, Xiao W, Zhang M, Guo S, Zhao J, Shen F. Image data augmentation for deep learning: A survey. 2022 Apr 19.
4. Huang, L., Pan, W., Zhang, Y., Qian, L., Gao, N., Wu, Y., 2019. Data augmentation for deep learning-based radio modulation classification. IEEE access, 8, 1498–1506.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ЗАПАСІВ ТОВАРІВ НА СКЛАДІ

Федоров Є. Є.¹, Нечипоренко О. В.¹, Карапетян А. Р.¹, Нескородєва Т. В.²

¹Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

²Уманський національний університет садівництва, Умань, Україна

На сьогоднішній день актуальним завданням є розробка методів, спрямованих на вирішення реальних логістичних завдань (наприклад, визначення розташування запасів товарів на складі), які використовуються в інтелектуальних комп'ютерних системах загального та спеціального призначення.

Точні методи вирішення логістичних завдань мають високу обчислювальну складність. Методи вирішення логістичних завдань на основі локального пошуку мають високу ймовірність попадання до локального екстремуму. Методи вирішення логістичних завдань з урахуванням випадкового пошуку не гарантують збіжність. У зв'язку з цим виникає проблема недостатньої ефективності методів вирішення логістичних завдань, яка потребує вирішення.

Для вирішення проблеми недостатньої ефективності визначення місцезнаходження запасів товарів на складі у роботі були досліджені існуючі методи статистичного та машинного навчання. Дані дослідження показали, що на сьогоднішній день найбільш ефективними є нейромережеві методи.

Об'єкт дослідження. Процес визначення розташування запасів товарів на складі.

Предмет дослідження. Метод визначення розташування запасів товарів на складі на основі нейромереж з асоціативною пам'яттю.

Метою роботи є підвищення ефективності визначення розташування запасів товарів за рахунок нейромереж з асоціативною пам'яттю.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Визначити характеристики товару (вхідні та вихідні змінні).
2. Сформулювати структуру нейро-асоціативної моделі.
3. Ідентифікувати параметри нейро-асоціативної моделі.
4. Створити модель функціонування нейро-асоціативна модель
5. Провести чисельне дослідження запропонованого методу.

Характеристики товару (параметри) – це відмінні властивості та ознаки товару, кількісні та якісні дані про нього.

В якості вхідних змінних, що характеризують товар, були обрані такі основні параметри: артикул, бренд, найменування, групування товару, розміри, обсяг, вага, склад, термін придатності, ціна, споживчі характеристики, кількість.

В якості вхідних змінних, що характеризують місце розташування товару, були обрані такі основні параметри товару на складі: сектор, комірка, контейнер, полиця, ящик.

Вимоги до вказівки характеристик:

-мінімальна кількість характеристик товару – 3;

- обов'язково вказуються основні характеристики, необхідні для вибору та ідентифікації товару;
- обов'язково вказується приналежність до класу, групи, підгрупи, виду товару;
- характеристики заповнюються однією мовою;
- максимально допустима кількість символів для значення характеристики – 255 (з огляду на пробіли).

Вхідні та вихідні змінні подаються у біполярному або бінарному вигляді.

На рисунку 1 наведено структурну схему запропонованої в роботі двонаправленої рекурентної кореляційної асоціативної пам'яті (BRCAM), яка є рекурентною ІНС з одним прихованим шаром.

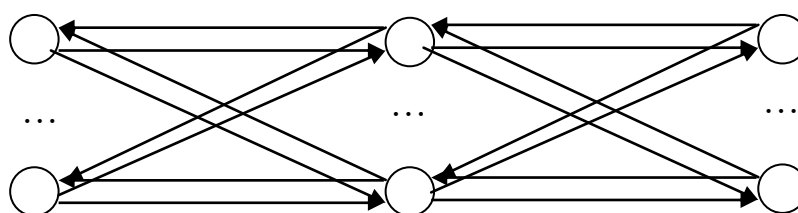


Рисунок 1 – Двонаправлена рекурентна кореляційна асоціативна пам'ять (BRCAM)

BRCAM має такі переваги:

1. Використовується для відновлення пар зразків.
2. Забезпечує хорошу якість узагальнення (поданий зразок може бути зашумлений або мати пропущену інформацію).
3. Не потребує визначення кількості прихованих шарів (один прихований шар).
4. Не вимагає визначення кількості нейронів прихованого шару (збігається з кількістю навчальних зразків)
5. Ідентифікація параметрів відбувається за одну ітерацію, тому адаптація параметрів та структури відбувається швидко.
6. Показова функція зважування дозволяє підвищити ємність асоціативної пам'яті, яка зберігає характеристики товарів та їх місцезнаходження на складі.

Результати порівняння запропонованої двонаправленої рекурентної кореляційної асоціативної пам'яті (BRCAM) з двонаправленою асоціативною пам'яттю (BAM) на основі критерію середньоквадратичної помилки та ємності на стандартній базі даних ТІМІТ представлені у табл.1

Таблиця 1 – Порівняння запропонованої нейромережі BRCAM із традиційною нейромережею BAM

Середньоквадратична помилка методу		Місткість	
BRCAM	BAM	BRCAM	BAM
0.02	0.02	$N / (2 \ln N)$	2^N

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЛАГІАТУ У МУЗИЧНИХ ТВОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ

Хімич Є. В., Хорошилов С. В.

Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна

Музика завжди була важливим виявником творчості та культурного спадку. Проте, у цифрову епоху, де потік інформації несамоовито зростає, дуже висока ймовірність допущення плагіату в музичних творах. У нашому проєкті ми ставимо перед собою завдання виявлення та запобігання цьому явищу за допомогою передових інтернет-технологій.

Розроблено: клієнтський веб-додаток з авторизацією користувача JSON Web Token (RFC 7519) [1], rest-сервер на мові програмування Java та фреймворком Java Spring Boot, сховищем Redis та реляційною базою даних PostgreSQL [2], модуль створення відбитку звукових сигналів та модуль виконання аналізу (Python 3.8). Дана розробка дозволяє створювати, порівнювати та зберігати відбитки звукових сигналів для подальшого пошуку плагіату у музичних творах (рис1).

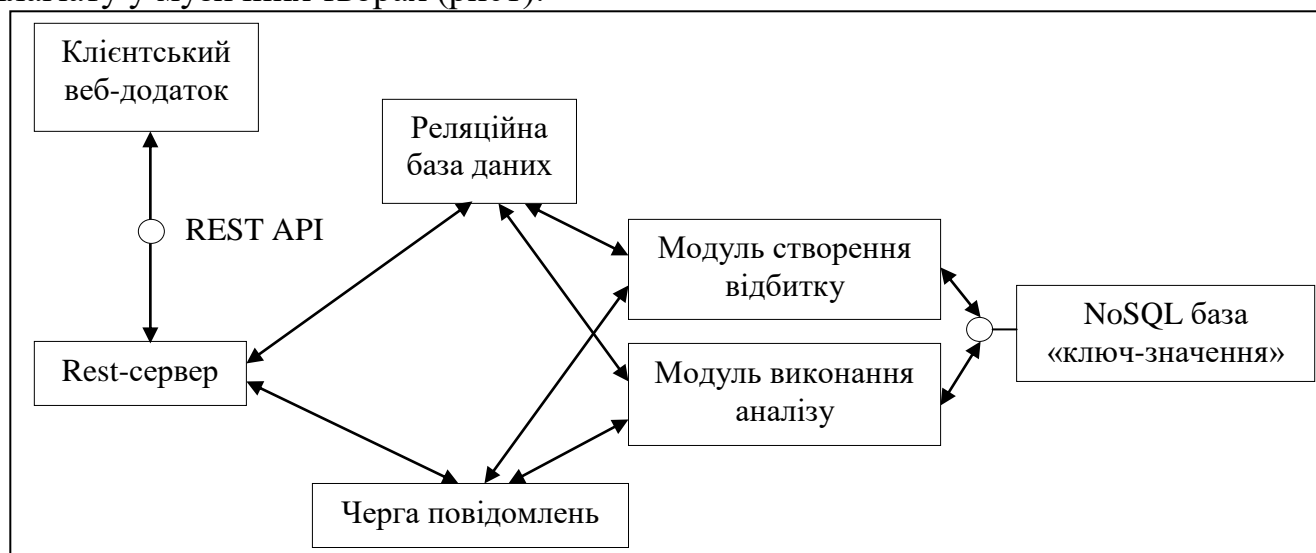


Рисунок 1 – Діаграма компонентів.

Клієнтський веб-додаток є точкою входу в систему. Цей компонент виконує роль графічного інтерфейсу користувача в системі. Запити користувача передаються за допомогою REST HTTP на Rest-сервер.

Rest-сервер виконує авторизацію користувачів, передає потрібну інформацію на вимогу з реляційної бази даних та для виконання трудомістких операцій відправляє повідомлення до однієї з черг.

Реляційна база даних зберігає інформацію про користувачів та музичні твори. В основі міститься інформація про поточний стан виконання операцій над певним аудіозаписом.

Черга повідомлень реалізує асинхронне виконання завдань, при наявності часомістких операцій.

Модуль створення відбитку звукового сигналу приймає від черги повідомлення, в якому міститься інформація про тип операції та потрібні ідентифікатори, за якими можна отримати інформацію з реляційної бази даних.

NoSQL база даних "ключ-значення" необхідна для зберігання відбитків звукових сигналів.

На рисунку 2 представлена діаграма використання веб-додатку для виявлення плагіату у музичних творах.

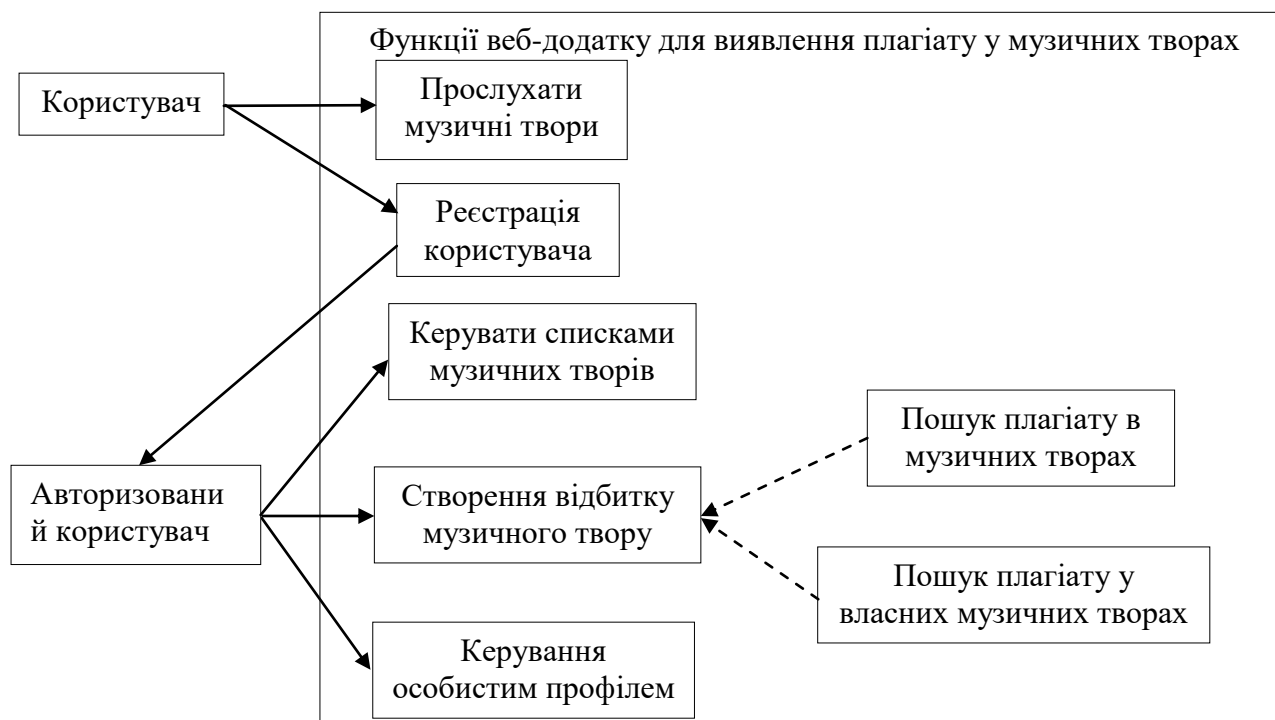


Рисунок 2 – Діаграма використання веб-додатку для виявлення плагіату у музичних творах

Список літературних джерел

1. JSON Web Tokens. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://jwt.io/introduction> (дата звернення: 09.08.2023). — Introduction to JSON Web Tokens.

2. PostgreSQL 10.16 Documentation. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.postgresql.org/files/documentation/pdf/10/postgresql-10-A4.pdf> (дата звернення: 11.08.2023). — The PostgreSQL Global Development Group.

3. RabbitMQ. Documentation. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.rabbitmq.com/documentation.html> (дата звернення: 11.08.2023). — Documentation: Table of Contents.

СЕМАНТИЧНА СЕГМЕНТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ВЕБ-СТОРИНОК**Царик В. Ю., Гнатушенко Вікт. В.**

Інститут промислових та бізнес технологій Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Для вирішення задачі автоматичного тестування інтерфейсу веб-сторінок, одним із критеріїв являється розташування об'єктів на сторінці. Щоб це дослідити, необхідно виконати сегментацію об'єктів. Попередні дослідження показали неефективність класичних методів сегментації для вирішення даної задачі, так як нас більше цікавлять класи об'єктів, а не кожен з елементів окремо (блок тексту, а не окремо символ).

Для вирішення цієї проблеми вирішено використовувати методи семантичної сегментації зображень. Семантична сегментація дозволяє розділити зображення на регіони, які мають схоже смислове значення. Ця задача є більш складнішою чим задача класифікації зображень чи пошуку об'єктів у зображеннях, так як це обумовлено не тільки необхідністю визначення класів об'єктів, але й визначення їх структури, правильного виділення частин об'єктів у зображенні.

Серед методів семантичної сегментації виділяють наступні:

- класичні (сегментація на основі градації сірого, умовні випадкові поля та ін.)
- методи глибокого навчання (U-Net, модель тірамісу, багатомаштабний метод, гібридні методи та ін.)

На сьогоднішній день більш ефективними та вживаними є методи, оснований на застосуванні нейронних мереж, зокрема згорткових. Прикладом подібних нейромереж є AlexNet-FCN [2] та SegNet [3]. Однак їх дієвість значною мірою залежить від анотацій на рівні пікселів, дістати які є досить дорогим і тривалим процесом. Наразі розмітку картинок для тренування здійснюють переважно вручну, що є досить затратним процесом і вимагає довшого часу, особливо коли необхідна експертні знання домену. А для того, щоб навчити штучний інтелект розпізнавати об'єкти на картинках, потрібно використати як мінімум кількості тисяч фото і усі вони мають пройти процес розмітки — попиксельного маркування об'єктів.

Якщо в якості зображення ми розглядаємо веб-сторінку, основними об'єктами тут будуть: хедер (елементи меню, «шапка» сторінки), заголовки, текстові блоки, мультимедійні блоки (зображення, відео тощо), форми (блоки взаємодії з користувачем), футер («підвал» сторінки).

Отже, семантична сегментація має показати позитивні результати під час аналізу веб-сторінок, однак для її застосування необхідно мати достатній набір тестових зображень з анотаціями для навчання нейронної мережі.

Список літературних джерел

1. Царик В.Ю., Гнатушенко Вікт.В. Дослідження методів виділення графічних об'єктів на вебсайтах для оцінки якості інтерфейсу. Системні технології. 2022. № 3 (140). С. 143–154. DOI 10.34185/156 2-9945-3-140-2022-12 ISSN 1562-9945 (Print) ISSN 2707-7977 (Online)

2. Long J. Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation [Електронний ресурс]: berkeley.edu. — Режим доступу: https://people.eecs.berkeley.edu/~jonlong/long_shelhamer_fcn.pdf.

3. Badrinarayanan V. Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for robust semantic pixel-wise labelling [Електронний ресурс] / V. Badrinarayanan, A. Handa, and R. Cipolla // arXiv: 1511.00561, 2015. - Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1511.00561.pdf>.

МЕТРИКА СХОЖОСТІ КАТЕГОРІАЛЬНИХ РОЗПОДІЛІВ ЗІ СПОРІДНЕНИМИ КАТЕГОРІЯМИ

Штовба С. Д.¹, Петричко М. В.²

¹ Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, Україна

² Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Оцінювання схожості об'єктів – це поширена задача в розпізнаванні образів, кластеризації та класифікації. Нижче розглядається задача порівняння схожості двох об'єктів, в яких атрибути є категоріальними і описується розподілом ступенів належності за категоріями. Таке категоріальне представлення об'єктів часто використовується в задачах класифікації та тематичного моделювання. За такого представлення схожість двох об'єктів визначається, зазвичай, як суперпозиція схожості об'єктів за кожною категорією. Найчастіше – це сума схожості за окремими категоріями. При цьому, кожна категорія розглядається незалежно та ізольовано від інших. Існує багато метрик схожості, основні з яких наведено в оглядовій статті [1]. Усі вони передбачають відсутність спорідненості між категоріями. В деяких практичних задачах окремі категорії є суттєво спорідненими. Це призводить до того, що схожість між об'єктами доцільно розраховувати не лише напряму, як схожість між еквівалентними категоріями, але враховувати і непряму (перехресну) схожість через споріднені категорії. Нижче пропонується метрика, яка додатково враховує схожість об'єктів через споріднені категорії.

Пропонована метрика має дві складових. Перша складова реалізована метрикою Чекановського. Вона визначає пряму схожість розподілів за категоріями як суму перетину розподілів належностей двох об'єктів. Після перетину розподілів можуть залишатися залишки, які і враховуються другою складовою запропонованої метрики. Друга складова метрики являє собою суму поелементного добутку двох матриць: матриці композиції залишків належності двох категоріальних розподілів та матриці попарної спорідненості категорій. Передбачається, що коефіцієнти спорідненості кожної пари категорій є відомими. Наприклад, для задач підбору наукових рецензентів, коефіцієнти спорідненості спеціальностей можна розрахувати за методом з [2].

Проведені нами численні обчислювальні експерименти [3, 4] показали, що у випадку паретовських розподілів належностей об'єктів за категоріями та паретовських розподілів коефіцієнтів спорідненості категорій, запропонована метрика приймає значення з інтервалу [0, 1]. Встановлено, що зі збільшенням кількості категорій сильно зростає внесок у запропоновану метрику доданка, який враховує спорідненість категорій. Це обумовлено тим, що квадратично зростає кількість дрібних зв'язків між спорідненими категоріями, кожен із яких додає деякий внесок у значення метрики. І хоча внесок від більшості пар споріднених категорій є крихітним – шумовим, але сума внесків виявляється великою. Для усунення цього недоліку запропоновано не враховувати шумову спорідненість категорій. Простий фільтр з пороговим обмеженням коефіцієнта спорідненості усунув цей недолік. Після такої фільтрації шуму розподіли другого доданку метрики, який враховує спорідненість категорій, мають значну

кількість викидів. Значна кількість статистичних викидів спостерігається в усіх серіях експериментів, як з малою кількістю категорій, так і з великою. Цей факт вказує на те, що запропонована метрика дозволяє легко ідентифікувати пари об'єктів, схожість яких визначається значною мірою через належність до споріднених категорій.

Запропонована метрика може використовуватися для задач класифікації, кластеризації, категоризації та тематичного моделювання, в яких під час оцінювання схожості двох об'єктів необхідно враховувати їх належність до споріднених категорій. Такими задачами можуть бути підбір рецензентів наукових робіт, аналіз схожості текстових документів, ідентифікація поз людей у відеоряді, кластеризація природних ареалів, формування рекомендацій в інтернет-магазинах тощо.

Список літературних джерел

1. Peter A. Darnell. *C A Software Engineering Approach: A Software Engineering Approach* / Peter A. Darnell, Philip E. Margolis. – USA : Springer – 3rd ed., 1996. – 526 p.

2. Shtovba S., Petrychko M. Jaccard Index-Based Assessing the Similarity of Research Fields in Dimensions // CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2533 “Proc. of the First International Workshop on Digital Content & Smart Multimedia”. – 2019. – P. 117-128.

3. Штовба С.Д., Петричко М.В., Петранова М.Ю. Метрика схожості категоріальних розподілів, що враховує спорідненість різних категорій // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2023. – №2 – С. 49-57. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2023-167-2-49-57>

4. Shtovba S., Petrychko M., Shtovba O. Similarity metric of categorical distributions for topic modeling problems with akin categories // CEUR Workshop Proceedings, Vol. 3392 “Proc. of the Sixth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems”. – 2023. – P. 76-85. DOI: <https://doi.org/10.32782/cmis/3392-7>

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІТ-КОМПАНІЇ

Богут О. М., Юскович-Жуковська В. І.

Приватний вищий навчальний заклад “Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем’янчука”, Рівне, Україна

Інтелектуальна інформаційна система являє собою передусім комунікаційну систему, яка забезпечує збір, обробку, зберігання, пошук, аналіз великого обсягу інформації та на їх підставі видачу рекомендаційних рішень.

Оскільки інтелектуальна інформаційна система (ІС) розробляється для задоволення інформаційних потреб в кожній предметній галузі, то для кожної сфери діяльності існує свій тип ІС.

На практиці існують різні типи інформаційних систем та технологій, які використовуються в організаціях, компаніях для прийняття управлінських рішень. В залежності від класу вирішуваних завдань, способів подання та обробки інформації, методів управління, математичних моделей, інформаційних технологій, usability застосовуються різнорівневі інформаційні системи.

Так, на сьогодні завдання створення інтелектуальних систем управління належать до найважливіших завдань багатьох країн, що рухаються в напрямі технологічного розвитку [1].

ІС на стратегічному рівні забезпечує керівництво ІТ-компанії виробленням управлінських рішень щодо майбутнього розвитку компанії та вдосконаленням ІТ-проектів, плануванням проектів та необхідного для їх виконання особового складу.

ІС на тактичному рівні забезпечує керівництво ІТ-компанії оперативною та аналітичною інформацією, надає рекомендаційні управлінські рішення по особовому складу на короткочасний період.

Управління персоналом в галузі інформаційних технологій є однією з найбільш важливих задач, що забезпечує ефективне функціонування будь якого ІТ бізнесу в світі [2]. Інтелектуальна інформаційна система дозволяє розв’язувати проблеми управління персоналом, а також пов’язані суміжні проблеми на зразок управління проектними командами.

Використання засобів автоматизації, зокрема інтелектуальних інформаційних технологій має забезпечити підвищення ефективності, пришвидшення, зменшення ризиків прийняття рішень в процесах управління персоналом ІТ компаній в порівнянні з використанням традиційних підходів, методів і технологій управління.

Результати сучасних досліджень вказують на очікувано високу ефективність впровадження засобів автоматизації прийняття рішень в процесах управління персоналом ІТ компаній [3].

З огляду на стрімкий розвиток цифрового суспільства створення та застосування інтелектуальних інформаційних технологій для автоматизації прийняття рішень в процесах управління персоналом ІТ компаній є актуальною науково-практичною задачею, що має важливе теоретичне і практичне значення.

Інтелектуальна інформаційна система для підготовки прийняття рішення може впливати на традиційні процеси ухвалення управлінських рішень в бізнесі та підприємстві. ІС може проводити вибір рішень у задачах, що мають багато критеріїв управління. Так, ІС, призначені для ІТ-компаній оперують знаннями для підтримки, а не для заміни процесу вирішення задач менеджерами. На рисунку 1 наведено характеристику ІС для ІТ-компанії.

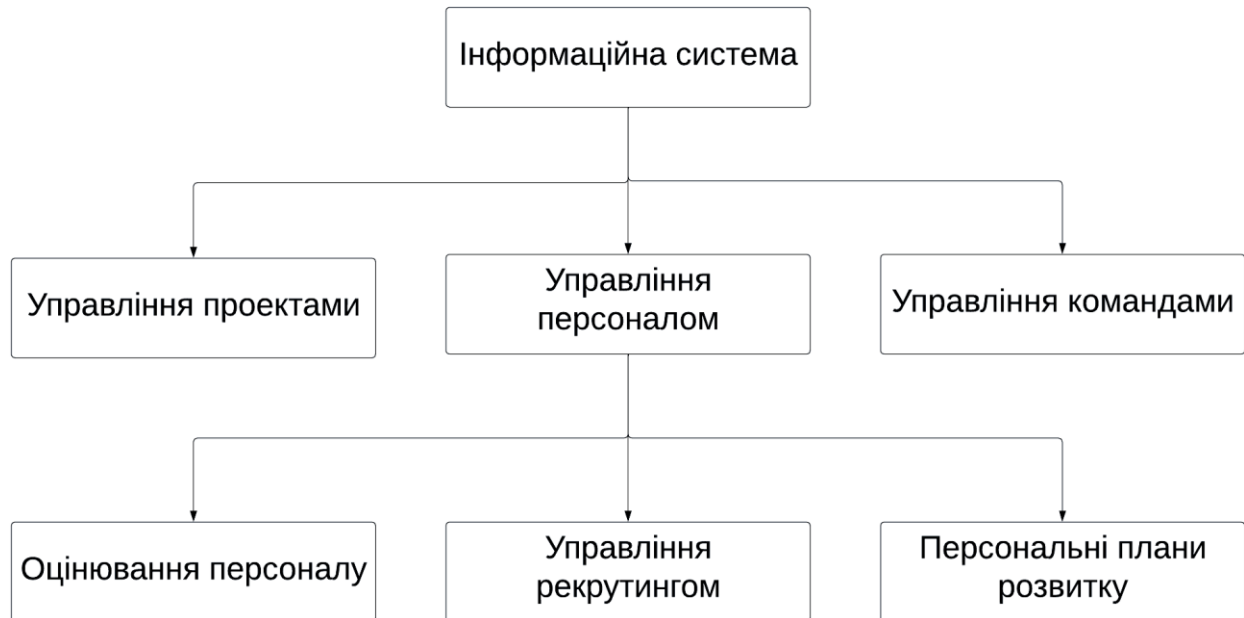


Рисунок 1 - Характеристика інтелектуальної інформаційної системи для ІТ-компанії

Комплексний підхід до побудови інтелектуальної інформаційної системи дозволяє забезпечити підтримку процесів прийняття рішень в найбільш важливих задачах, а отже оптимізувати швидкість прийняття управлінських рішень, зменшити рівень ризиків та підвищити ефективність функціонування ІТ компанії.

Список літературних джерел

1. Запорожець Т.В. Застосування інтелектуальних технологій та систем штучного інтелекту для підтримки прийняття управлінських рішень https://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/2_2020/15.pdf

2. Peters, Tom. The Brand You 50: Fifty Ways to Transform Yourself from an 'Employee' into a Brand That Shouts Distinction, Commitment, and Passion!, KNOPF US, 1999, reprint 2021

3. Collins, Jim. Good to Great: Why Some Companies Make the Leap...and Others Don't, HarperBusiness, 2001, reprint 2019.

ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ТРЕНУВАЛЬНОМУ НАБОРІ ДАНИХ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛІВ ЗА ЗМІСТОМ

Шаповалова С. І., Софієнко А. Ю.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського"

Вступ. Коректність та швидкість машинного навчання моделей залежать від якості та кількості тренувальних даних. Однак розмітка експертом великого набору даних не завжди можлива, тому використовують системи автоматизованої розмітки. Мітки визначаються за метриками близькості до еталонних прикладів. Подібним чином також генеруються синтетичні набори даних. Проте, така автоматизація не гарантує точності, а набір даних може містити аномалії. Аномалії - це незвичні значення, які виходять за межі визначення класів. Тому необхідно для кожної поточної прикладної задачі визначити метод виявлення аномалій в датасеті для його подальшої корекції.

Класифікація Телеграм-каналів за тематикою

Було зібрано датасет із 9753 каналів та за допомогою нейронної мережі SBERT створено їх цифрові представлення. З відкритого ресурсу було отримано мітки 38 категорій для 5691 з 9753 каналів. На етапі валідації навченої нейронної мережі було виявлено в заздалегідь розмічених прикладах канали, мітки яких не відповідають фактичній категорії.

Традиційно для виявлення аномалій використовують статистичні показники, зокрема, візуалізацію на їх основі розподілу даних. В даній роботі було використано метод пошуку аномалій даних на основі напівкерovanого навчання (Semi-Supervised Learning)[1].

Було розроблено модель архітектури Autoencoder, що має кодувальний шар (encoder), який перетворює вхідні дані у вектор латентного представлення та декодувальний шар (decoder), який робить спроби відновити вхідні дані. Autoencoder навчається мінімізувати середньоквадратичну похибку відновлення. Значення, на яких похибка навченої моделі перевищує поріг, вважаються аномалією, та мають бути переглянуті доменним експертом.

Висновки

1. Визначено методи виявлення аномалій в тренувальному наборі даних класифікації змісту Телеграм-каналів за цифровими представленнями.
2. Розроблено програмну реалізацію визначення аномалії в тренувальному наборі даних, що дозволило виправити мітки та покращити AUC метрику класифікації на 3.71%.

Список літературних джерел

1. Zhang S., Ye F., Wang B. Habetler T. Semi-Supervised Learning of Bearing Anomaly Detection via Deep Variational Autoencoders. arXiv. 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1912.01096

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

- теорія та методи автоматичного управління
- автоматизовані системи управління технологічними процесами
- інформаційно-метрологічне забезпечення
- інформаційно-економічні системи в промисловості та фінансовій сфері

SESSIONS 4
**INFORMATION TECHNOLOGY IN AUTOMATION,
ELECTRONICS AND MEASUREMENT TECHNOLOGY**

- theory and methods of automatic control
- automated process control systems
- information and metrological support
- information and economic systems in industry and financial sector

RESEARCH OF CRM SYSTEMS FOR MANAGING BUSINESS PROCESSES OF AN ONLINE STORE

Chychuzhko M. V., Lusta V. V., Chychuzhko O. S., Lomanyi R. A.
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

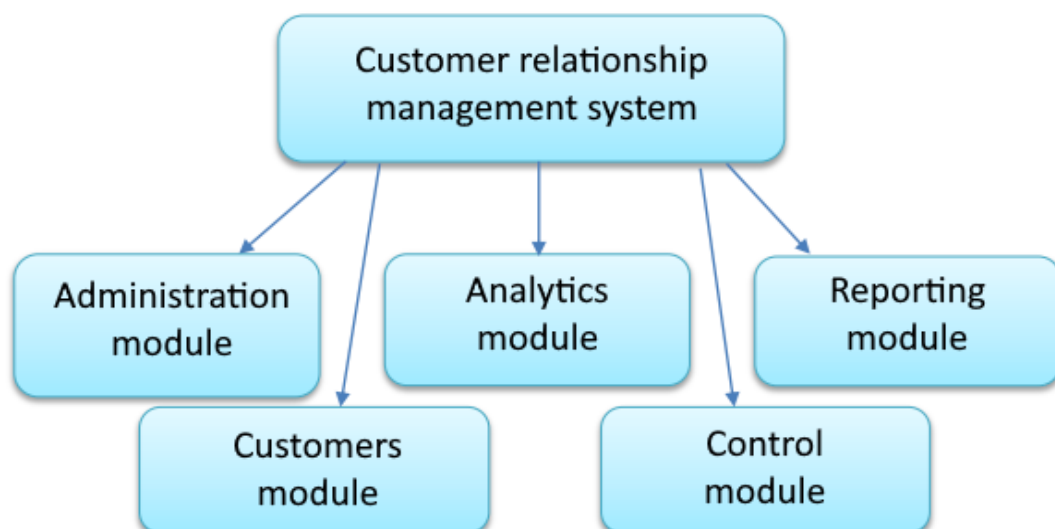
In a market with high competition, where the focus is on the client, there is an objective need to use CRM systems. The main task of CRM systems is to increase the efficiency of business processes aimed at attracting and retaining customers. Modern CRM systems provide a comprehensive approach to the automation of work with clients and are aimed at providing the most convenient service for the consumer. Customer relationship management is a business strategy designed to optimize revenue, profitability and customer satisfaction.

One of the problems that arise when developing a CRM system is ensuring its effective operation and corresponding productivity. Such a problem can arise when the number of users increases, and the system must be ready for it. Therefore, tasks such as determining the best system development methodology and architecture design, which would meet the requirements of a specific CRM system, are quite relevant.

The problem of distributing the load on the computing system can be solved with the help of hardware solutions, although the correct architecture of the system plays no less a role in this matter.

Therefore, taking into account the described features, the development of a customer interaction management system is appropriate. In this context, the task of improving the existing methods of building scalable and service-oriented CRM systems is urgent.

The general relationship between the modules is shown in Pic. 1.



Picture 1 — General structure of system modules

After implementing the automation system, the organization devotes more time to optimizing client campaigns: not only budget and cost per click, but also conversions and CPA (cost per action). The work of specialists is too valuable to be

used where the automation system can handle it. By getting rid of redundant operational activities, it is easy to obtain a valuable resource for creating new competitive advantages.

The practical significance of the results lies in the development of a solution for building the architecture of the CRM system, which complements the already existing methods and contributes to the improvement of productivity and scalability. In addition, practical recommendations for the implementation of CRM systems are offered, problems and errors that may arise in the implementation process are considered, and the question of how CRM systems can help in automating business processes and conducting analytical activities in any company is also studied.

Conclusions. The use of modern CRM allows the online store collect, systematize all the necessary information, make an analysis based on it and forecasts, and also contributes to the effective management of relationships in online store.

However, it should be noted that the acquisition of modern information systems and even their successful implementation does not guarantee an effective online store implementation of CRM technology. The CRM system only helps the Internet store to make management decisions, automate business processes, analyze activity. A successful CRM strategy should start with a philosophy business, which builds the activity of the entire network of online stores depending on consumer needs. Only in this case CRM technology can be used effectively - as a necessary means of process automation, which turns strategy into results and provides competitive advantages in the market.

References

1. Newell F. Why CRM Doesn't Work. How to Win by Letting Customers Manage the Relationship / F. Newell // John Wiley and Sons Limited. – 2018. – 289 p.
2. Moghdeb F. Business Processes / F. Moghdeb // Lambert Academic Publishing. – 2018. – 300 p.
3. Нечипоренко О. В. Дослідження CRM системи для автоматизації бізнеспроцесів інтернет магазину / О. В. Нечипоренко, Р. І. Шоломей // Сучасні технології в енергетиці, електромеханіці, системах управління та машинобудуванні: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Бахмут, 18-20 листопада 2019 р.) / Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії [упоряд. П.О. Чикунів]. – Бахмут: ННПП УПА, 2019. – С. 27-28.
4. Neural network-based methods for finding the shortest path and establishing associative connections between objects / E. Fedorov, O. Nechyporenko, M. Chychuzhko, V. Chychuzhko, R. Leshchenko // Radioelectronic and Computer Systems. – 2023. – № 2. – С. 54-64 ISSN 2663-2012 <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/reks/article/view/reks.2023.2.05>.

РОЛЬ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВДОСКОНАЛЕННІ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ПАЦІЄНТІВ

Азархов О. Ю, Сілі І. І.

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Сучасні інформаційні технології відіграють ключову роль у вдосконаленні діагностики та моніторингу пацієнтів в сфері медицини. Ця технологічна революція прискорює процеси збору, аналізу та інтерпретації медичних даних, надаючи медичним фахівцям значно більше можливостей для точної діагностики та індивідуального підходу до лікування пацієнтів.

Однією з основних переваг сучасних інформаційних технологій є використання сенсорів та біометричних даних для збору інформації про стан здоров'я пацієнтів у режимі реального часу. Наприклад, носимі пристрої, такі як смарт-годинники та фітнес-браслети, можуть вимірювати параметри, такі як пульс, температура тіла, рівень активності та навіть якість сну. Ці дані можуть бути передані до медичних інформаційних систем, де вони обробляються та аналізуються [1].

Системи збору даних для моніторингу хронічних захворювань стали надзвичайно важливими для пацієнтів та лікарів. Інформація, отримана від пацієнтів у реальному часі, може допомогти виявити зміни в стані здоров'я раніше, ніж вони стануть критичними. Наприклад, пацієнти з цукровим діабетом можуть використовувати спеціальні мобільні додатки для вимірювання рівня цукру в крові та передачі цих даних до лікарів для подальшого аналізу та рекомендацій [2].

З використанням сучасних інформаційних технологій в діагностиці та моніторингу пацієнтів можливий значно точніший та індивідуалізований підхід до лікування. Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання можуть аналізувати великі масиви медичних даних, робити прогнози щодо розвитку захворювань та вибирати оптимальні методи лікування на основі індивідуальних характеристик пацієнта. Це може допомогти уникнути зайвих процедур та покращити результати лікування.

У підсумку, сучасні інформаційні технології революціонізують сферу медицини, забезпечуючи ефективнішу діагностику та моніторинг пацієнтів. Вони сприяють покращенню якості медичних послуг та роблять лікування більш індивідуалізованим і ефективним.

Список літературних джерел

1. Zovko K. et al. Low-cost BLE bracelet as patients monitoring platform: range restrictions //2022 IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services (HealthCom). – IEEE, 2022. – С. 119-123.
2. Zholdas N. et al. Application of mHealth Technologies to Improve Self-Control of Children and Adolescents with Type 1 Diabetes //2022 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA). – IEEE, 2022. – С. 1-6.

ВИКОРИСТАННЯ HTML ТА JAVASCRIPT ДЛЯ СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ДОДАТКІВ

Архипова В. В.

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

У теперішній час майже не існує людини, що ніколи не користувалася би інтернетом: відповідно до [1], у 2022 році близько 5 млрд. людей використовували «всесвітнє павутиння», 4 млрд. мали смартфони. А 98% веб-додатків створюється на мові JavaScript [2]. З іншого боку, використання спеціалізованих наукових програм для представлення даних та розрахунків потребує професійних навичок та знань, причому не завжди є необхідність у використанні повного функціоналу таких програм. Тому для часто застосовуваних розрахунків можна використати веб-додатки.

Як відомо [3], будь яка сторінка складається з трьох частин. По-перше, це мова HTML (Hypertext Markup Language), що визначає контент сторінок, їх структуру - абзаци, заголовки та розділи. По-друге, це технологія каскадних таблиць стилів CSS (Cascading Style Sheets), яка визначає кольори, шрифти, кордони, макет сторінки, тобто стиль оформлення, відділений від структури сторінки. І, по-третє, це JavaScript, який визначає поведінку сторінок. Доданий до сторінки програмний код буде реагувати на події, рахувати, виводити діаграми, передавати дані, сигналізувати, змінювати інформацію, тобто виконувати динамічні операції.

Поширення JavaScript пов'язано із особливостями цієї мови програмування. Вона є гнучкою, швидкою та динамічною. Програми, написані на JavaScript, працюють у будь-якому браузері. Код може розміститися прямо у html-сторінку, або виокремитися у файл. Браузер, знайшовши на сторінці код JS, одразу починає виконувати його без додаткової компіляції та встановлення додаткових спеціальних програм. створений додаток може використовуватися однією людиною або декількома.

Таким чином, застосування мови програмування JavaScript для створення додатків для наукових цілей є оправданим та доцільним. А обробку наукової інформації можна робити не тільки з використанням комп'ютера, але й мобільного телефону.

Список літературних джерел

1. Шкіль Л. 63% людей зараз онлайн. Великий звіт Digital 2022 про користувачів інтернету. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ain.ua/2022/04/30/zvit-digital-2022> (Дата звернення 16.10.2023).
2. Usage statistics of JavaScript as client-side programming language on websites. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://w3techs.com/technologies/details/cp-javascript> (Дата звернення 16.10.2023).
3. Nixon R. Learning PHP, MySQL, JavaScript, CSS & HTML5. A Step-by-Step Guide to Creating Dynamic Websites. USA: O'Reilly, 2014. 786 p.

ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗМІЩЕННЯ ПУБЛІКАЦІЙ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГНУЧКОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ РОЗРОБКИ

Борсук С. Ю., Ляшенко О. А.

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

В сучасному світі дуже важливим ресурсом є час. Саме тому заощадження часу виконання різних задач торкається більшості сфер і соціальні мережі не є винятком [1].

Дана робота присвячена проєктуванню архітектури та логіки інформаційної підсистеми розміщення публікацій та візуалізації їх статистики у соціальних мережах, а також управлінню проєктом та організації робочих процесів з використанням гнучкої методології Agile. Призначенням інформаційної підсистеми, яка розробляється, є реалізація процесу публікацій контенту у декількох соціальних мережах одночасно, в тому числі планування часу появи публікацій та часу їх видалення. Також повинна бути передбачена функція відображення статистики кожної окремої публікації та груп публікацій по певним критеріям. Дані функції частково доступні у соціальних мережах. Але перевага даної системи передбачається у можливості використовувати різні інструменти для контенту соціальних мереж в одному місці за допомогою зручного інтерфейсу.

Створення будь-якого програмного продукту починається з проєктування його архітектури та функціоналу додатку. Застосування до розробки Agile методології передбачає, що процес його створення може бути гнучким та піддатливим змінам. Вимоги до розроблюваного додатку можуть змінюватись під час роботи, і архітектура може бути переглянута, розширена або оновлена за необхідності [2].

При проєктуванні додатку були виконані наступні етапи:

I. Збір вимог від замовників інформаційної підсистеми та створення документа, що містить ці вимоги.

II. Аналіз даних вимог та створення діаграм, які описують логіку розробки інформаційної підсистеми.

III. Виділення завдань для розробника на основі результатів попередніх двох етапів.

IV. Впровадження принципів Agile методології, зокрема, SCRUM фреймворку, для організації процесу розробки.

Реалізація програмного продукту буде здійснюватися шляхом розробки спеціалізованого програмного комплексу згідно схеми, представленої на рис. 1. При розробці інформаційної підсистеми використовується архітектура з клієнтською та серверною частиною. Клієнтська працює у браузері та безпосередньо взаємодіє з користувачем. У свою чергу вона комунікує з серверною частиною, надсилаючи запити та отримуючи відповіді. Серверна частина взаємодіє безпосередньо з API соцмереж і відіграє роль допоміжного прошарку, дозволяючи зберігати дані користувача та історію публікацій у власній базі даних.

Для організації робочого процесу відповідно до Agile було використано сервіс "Trello" (рис. 2), який є універсальним менеджером проєктів з широким набором функціональних можливостей.

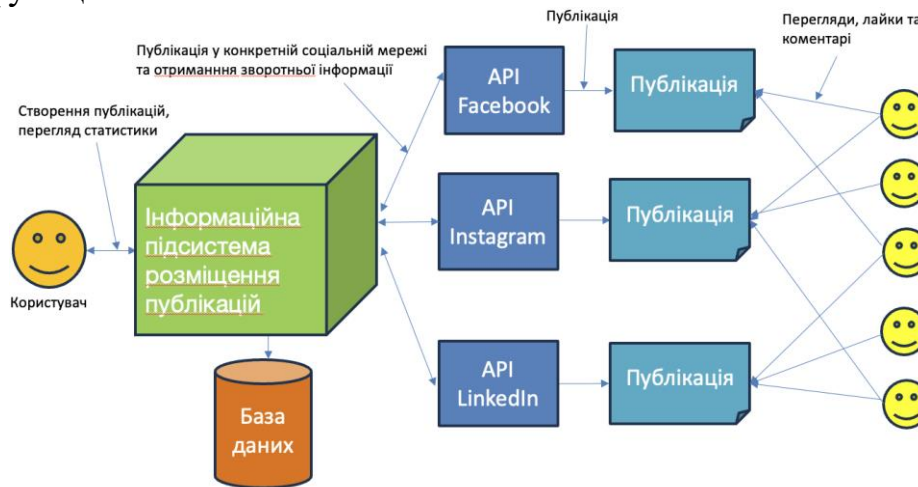


Рисунок 1 – Загальне функціонування роботи програмного комплексу

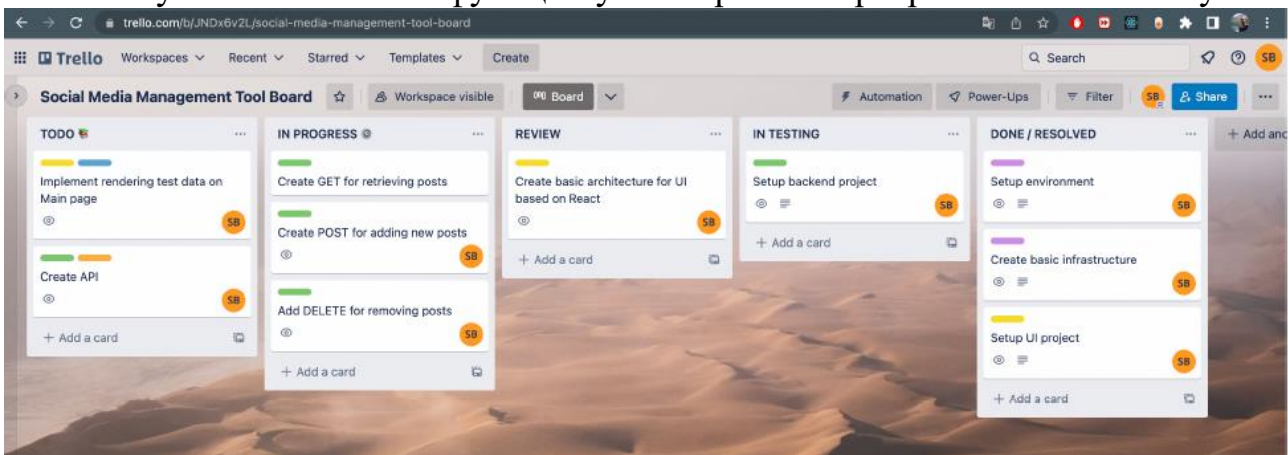


Рисунок 2 – Організація роботи над проєктом на дошці в Trello

Таким чином, розглянуті процеси, пов'язані з управлінням проєктом і включають проєктування логіки та архітектури додатку, а також організацію роботи з кодом та ресурсами розробників. Встановлено, що успішне впровадження принципів гнучкої методології значно залежить від правильної реалізації початкового етапу проєктування та адекватного розподілу задач на підзадачі відповідно до принципів методології.

Список літературних джерел

1. Butow, E. et al. (2020) Ultimate Guide to Social Media Marketing. [edition unavailable]. Entrepreneur Press. Available at: <https://www.perlego.com/book/1600716/ultimate-guide-to-social-media-marketing-pdf> (Accessed: 14 October 2022).

2. Яковенко, В., Ульяновська, Ю. ., Яковенко, Т. і Чупілко, Т. (2021) «Адаптація принципів agile методології для управління проєктом розробки програмного застосунку», Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія, 52(3), с. 44–52. doi: 10.31649/1999-9941-2021-52-3-44-52.

ВЕБ- КЕРУВАННА МОТОРИЗОВАНА ПЛАТФОРМА З НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ESP-32-CAM

Бруштець С. О.¹, Ткач М. О.²

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

² НТУ «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Часто виникають завдання створити та налаштувати роботизовану машину на колесах. Насамперед це набір складається з механічного шасі та електронних частини.

У статті розглянуто складання робо-машинки з мікропроцесорним керуванням [1]. Увага приділяється складання шасі та виконання з'єднань. Всі два, три або чотири колеса є провідними, оснащені власним двигуном та редуктором. Основний елемент сприйняття зовнішнього світу – це ультразвуковий датчик відстані, який дозволяє вимірювати відстань до перешкод, що виникають на шляху, з метою уникнення зіткнень.

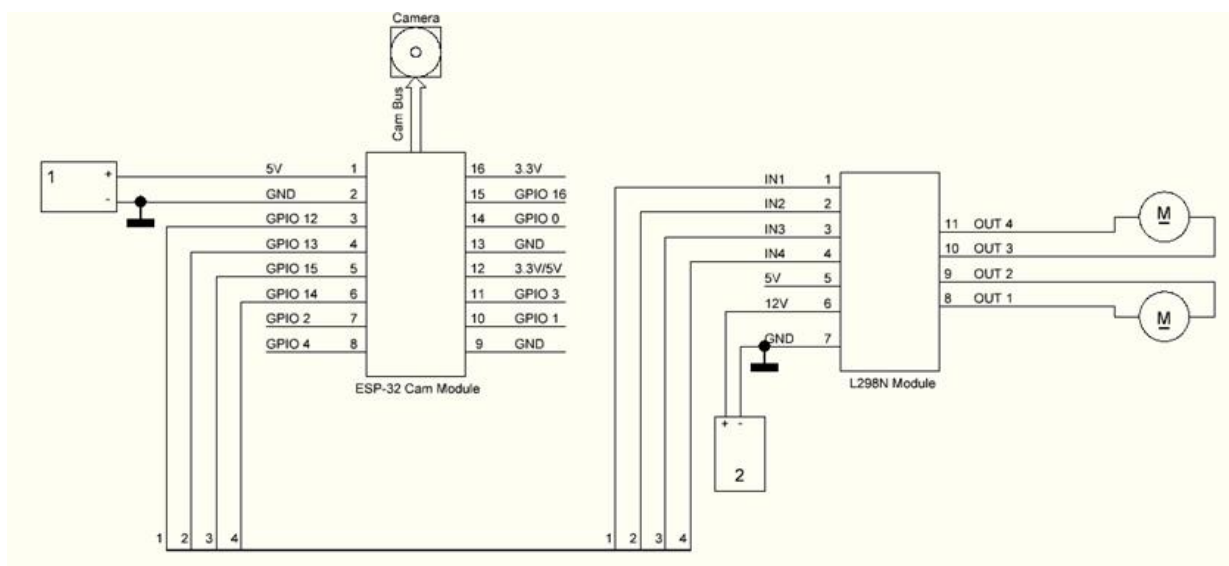


Рисунок 1 – Схема підключення компонентів

Важлива особливість конструкції - застосування недорогого 32-бітного мікроконтролера з камерою та WiFi модулем, його обчислювальних потужностей цілком вистачає для управління та прийняття рішень у режимі реального часу. Проста та надійна силова частина, а поведінка конструктора цілком визначається прошивкою. Налагодження в цілому внаслідок натурних випробувань.

Список літературних джерел

1. Роботизованная машина. Сборка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drach.pro/blog/hi-tech/item/150-4wd-robot-car>

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА З ЧПУ, НА ПРЕДМЕТ ЗМЕНШЕННЯ ЗАЛИШКІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Бубликов І. С., Дубовик Т. М.

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

Для розробки комп'ютерної системи для фрезерного станка з ЧПУ, було використано інтегрований модуль SolidWorks Flow Simulation.

SolidWorks Flow Simulation - моделювання перебігу рідин і газів, управління розрахунковою сіткою, використання типових фізичних моделей рідин і газів, комплексний тепловий розрахунок, газо/гідродинамічні та теплові моделі технічних пристроїв, нединамічний і нестационарний аналіз, розрахунок обертових об'єктів, екс-порт результатів у SolidWorks Simulation.

Для виконання розрахунку руху повітря всередині моделі, необхідно створити допоміжні елементи в складанні, окремими деталями. Запустивши розрахунок руху повітря всередині системи, комп'ютер обробляє вхідні дані з урахуванням геометрії моделі та граничних умов. Після виконання розрахунку в графічній області не буде будь-яких змін. Щоб побачити результат потрібно перейти в результати і додати траєкторії потоку, для більшої наочності ставимо траєкторії стрілками, ширину приймаємо рівною 0,0015 м., розфарбувати по швидкості, і вибираємо циліндричну поверхню в отворі 15 мм. Після підтвердження вибору відбувається розрахунок руху повітря. І становить наочно видно швидкості руху всередині системи рисунку 1.

Розроблена програма в автоматичному режимі виконує повний звіт зробленого аналізу розрахунку руху повітряного потоку всередині системи видалення стружки та пилу. Розроблена система видалення стружки і пилу відповідає технічним завданням і зводить до мінімуму існуючі проблеми технологічного процесу фрезерування різних матеріалів за допомогою верстата з ЧПУ.

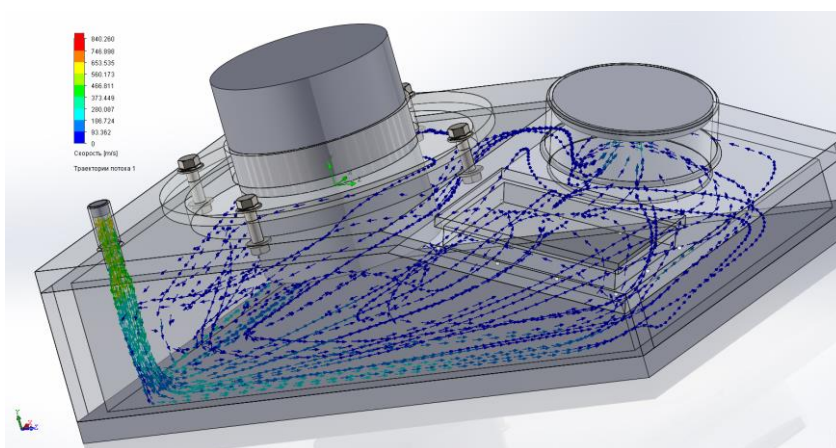


Рисунок 1 – Графічне відображення швидкостей потоку всередині системи.

При розв'язанні задачі модернізації фрезерного верстата на предмет зменшення пилу в роботі були розглянуті і проаналізовані існуючі пристрої видалення стружки і пилу. Виявлено сильні сторони та загальні недоліки. На

основі цього, бала розроблена і спроектована, в 3-х мірному середовищі, нова система видалення стружки і пилу, що виконує всі поставлені завдання. Зокрема, завдяки захисному склу стало можливо спостерігати за різальним інструментом під час роботи. Змінні кріплення дали можливість використовувати одну систему видалення стружки та пилу на шпинделях різного типорозміру. За рахунок підключення компресора до 15 мм отвору, сильним потоком повітря збивається налипла і пригоріла пил і стружка, що збільшує ефективність розробленої системи. Таким чином, завдання вирішені в повному обсязі, мета розробка автоматизованої системи видалення стружки і пилу для фрезерних верстатів з ЧПУ досягнуто але відкрита для модернізації і поліпшення технології.

Список використаних джерел

1. Paul M. Kurowski. Thermal Analysis with SolidWorks Simulation 2016 and Flow Simulation 2016. Publisher Stephen Schroff. 2015. – 290.
2. Г. В. Єфремов, С. І. Ньюкалова. Інженерна та комп'ютерна графіка на базі графічних систем. Вид. Тонкі наукомісткі технології. 2014. - 256с.

КОНЦЕПЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАПАСУ ХОДУ В РІЗНИХ ПАТЕРНАХ РУХУ

Василенко О. В.¹, Сніжної Г. В.¹, Івченко С. А.²

¹ Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

² ТОВ АСУ Інжиніринг, Запоріжжя, Україна

З переліку вимог ринку до електричних транспортних засобів (electric vehicle, EV) можна виділити найбільш конкурентну: це максимальна дистанція вільного пробігу (driving range – запас ходу). На сьогоднішній день для електромобілів вже досягнуто значень запасу ходу близько 700 км [1], і це ще не межа, враховуючи тенденції підзарядки акумуляторів «на ходу», наприклад за допомогою паливних елементів, які генерують електроенергію за допомогою хімічної реакції між воднем і киснем. Якщо ж паливний елементи є основним елементом генерації енергії, це перетворює електромобіль на «водневий автомобіль» (hydrogen fuel cell electric vehicles).

В звичайних електромобілях, суттєве збільшення запасу ходу забезпечення розвитком технологій компактного зберігання та ефективного споживання енергії. В якості пристроїв для зберігання енергії в них використовуються lithium ion акумулятори (з електронними системами контролю заряду/розряду та дистрибуції), які часто і вдало комбінуються із паливними елементами та суперконденсаторами (ultracapacitors).

Зараз розрахунковий запас ходу електромобіля є змінною величиною. Оцінка запасу потужності можливо різними методами, які можуть надавати різні оцінки. В [2] запропонована імітаційна модель для визначення запасу ходу електромобіля за циклами руху. Було визначено що часте гальмування, враховуючи роботу в тому числі в міському русі, забезпечує значний повернення електрики в акумулятор. Велике споживання енергії пов'язане в основному із замиською їздою зі швидкістю понад 100 км/год. При використанні акумуляторних електромобілів існувала низка обмежень – відносно низькі показники ефективності, в тому числі ресурс акумуляторів на 1000–1500 циклів заряд-розряд.

Для оптимального функціонування електронної системи контролю заряду, відбору, передачі та споживання енергії, необхідне спільне моделювання всіх підсистем (рис.1) при різних алгоритмах руху транспортного засобу (міський, міжміський, змішаний). Таким чином, досліджувана система описується мультидоменною моделлю високого порядку.

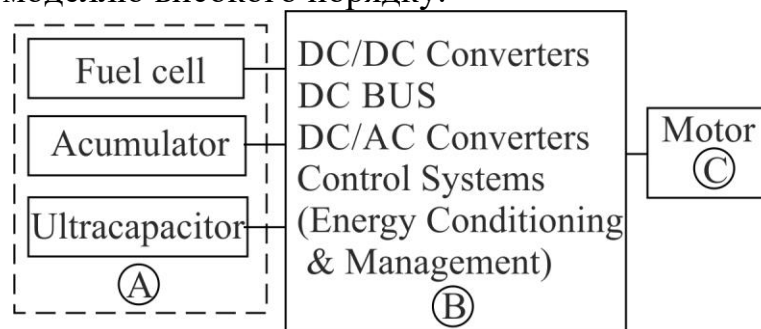


Рисунок 1 – Схема генерації транспортного засобу із електромотором

Можна узагальнити структуру системи генерації для будь-якого транспортного засобу із електромотором. Вона складається із джерела електроенергії (підсистема А: fuel cell – паливний елемент, accumulator – акумулятор та/або ultracapacitor – суперконденсатор) та електронної системи для кондиціонування енергії (підсистема В: converters – перетворювачі, control systems – системи управління).

Якщо задачею дослідження є оптимізація електронної системи, яка поєднує накопичувач із навантаженням, логічно використовувати САД для електроніки. Вибір ЕСАД для дослідження мультидомених систем нам здається вдалим рішенням, оскільки в сучасних САД є всі необхідні інструменти для моделінгу (розробки моделі) мультидомених систем і симуляції (отримання вихідних характеристик і параметрів для оптимізації).

При цьому частина підсистем може моделюватися на системному рівні (чорна скриня), а найбільш цікаві для дослідження підсистеми, наприклад, перетворювачі, розгортаються до рівня схем (circuit level).

Це дозволить аналізувати різні топології для структурної оптимізації і при цьому отримувати електричні характеристики для параметричної оптимізації.

Аналіз публікацій за цією тематикою дозволив визначити можливі напрями для досліджень. Більшість показників ефективності залежить від ефективності поповнення, зберігання та використання електроенергії на борту електромобіля.

Для розробки оптимальних перетворювачів електроенергії (середня ланка на рис.1) для вже обраних типів джерела електроенергії і електродвигуна (остання ланка на рис.1), необхідно зосередитися на таких задачах:

1. Формування бібліотеки моделей акумуляторної батареї, суперконденсатору та паливних елементів різного ступеня абстракції (від системного до фізичного рівня) та походження (електрохімічні, електричні та емпіричні). Розробка нових моделей.

2. Розробка нових паттернів руху (наборів етапів гальмування та прискорення в міському циклі) для оцінки, валідації моделі (model validation). Якщо міський паттерн руху досліджений досить детально, міжміський паттерн (testing data set), який стає актуальним в зв'язку із збільшенням запасу ходу електричних та гібридних транспортних засобів, все ще потребує розробки.

3. Апробація нових моделей електроенергетичних систем в нових паттернах руху для структурної та параметричної оптимізації.

Список літературних джерел

1. Range of full electric vehicles [Electronic resource]. – Access mode: <https://ev-database.org/cheatsheet/range-electric-car>

2. Martyushev N. V., Malozyomov B. V., Sorokova S. N., Efremkov E. A. & Qi, M. Mathematical Modeling the Performance of an Electric Vehicle Considering Various Driving Cycles //Mathematics. – 2023. – Vol. 11. – No. 11. – 2586. DOI: <https://doi.org/10.3390/math11112586>

ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ ЩОДО ПІДБОРУ ЖИТЛА З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЛЯЦІЙНОЇ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗ ДАНИХ

Головко А. О., Ляшенко О. А.

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

Зростаючий інтерес до технології NoSQL [1, 2], а також збільшення кількості сценаріїв її використання за останні кілька років призвели до збільшення кількості оцінок і порівнянь між конкуруючими технологіями. Хоча більшість дослідницьких робіт здебільшого зосереджені на оцінці продуктивності за допомогою стандартних тестів, важливо зауважити, що архітектура реальних систем визначається не лише вимогами до продуктивності, але й має включати в себе багато інших вимог до атрибутів якості.

У роботі [3] дослідники провели порівняння реляційних та NoSQL баз даних (БД) на прикладі конкретного рішення для реалізації. Вони провели порівняння MySQL, MongoDB і Casandra. Вони визнали, що використання різнорідних джерел даних може спричинити ускладнення при завантаженні, гармонізації та формуванні запитів. Проведено порівняльний аналіз виконання запитів на вибірку даних з систем управління базами даних (СУБД) MySQL і MongoDB у роботі [4]. Для дослідження автори використали однакову схему даних як для реляційної, так і нереляційної БД. Тестування запитів різної складності показало, що для розглянутої БД і подібних до неї за структурою та обсягом даних сервер БД MySQL виконує запити на вибірку даних швидше, ніж сервер MongoDB в декілька разів. У роботі [5] проведено порівняння СУБД PostgreSQL і MongoDB для роботи у високонавантажених геоінформаційних додатках. Результат показав, що MongoDB справляється швидко і надійно як на малих, так і на великих наборах даних.

Метою цієї роботи є проєктування застосунку щодо підбору житла з використанням реляційної та нереляційної баз даних з подальшим порівнянням переваг, недоліків та можливостей NoSQL та SQL БД, їх особливостей та характеристик.

Створення застосунку передбачає основні етапи розробки програмного продукту. Першим етапом є визначення видів користувачів системи та їх можливостей у роботі з системою. Відбувається проєктування БД на основі реляційної та нереляційної моделей даних. Другий етап полягає у побудові архітектури застосунку. Застосунок для підбору житла реалізує шаблон клієнт-серверної архітектури. Трирівнева архітектура серверної частини дозволяє спроектувати додаток таким чином, що імплементація функціональності роботи з БД може бути замінена на іншу. Це дозволить замінити реляційну БД нереляційною з найменшими витратами сили та часу. На рис. 1 зображена архітектура серверної частини програми, включаючи основні компоненти та їхні взаємозв'язки.

Поставлена задача з розглядом сценарію використання SQL та NoSQL БД є актуальною для дослідження в області інформаційних систем та буде корисна інженерам та архітекторам програмного забезпечення.

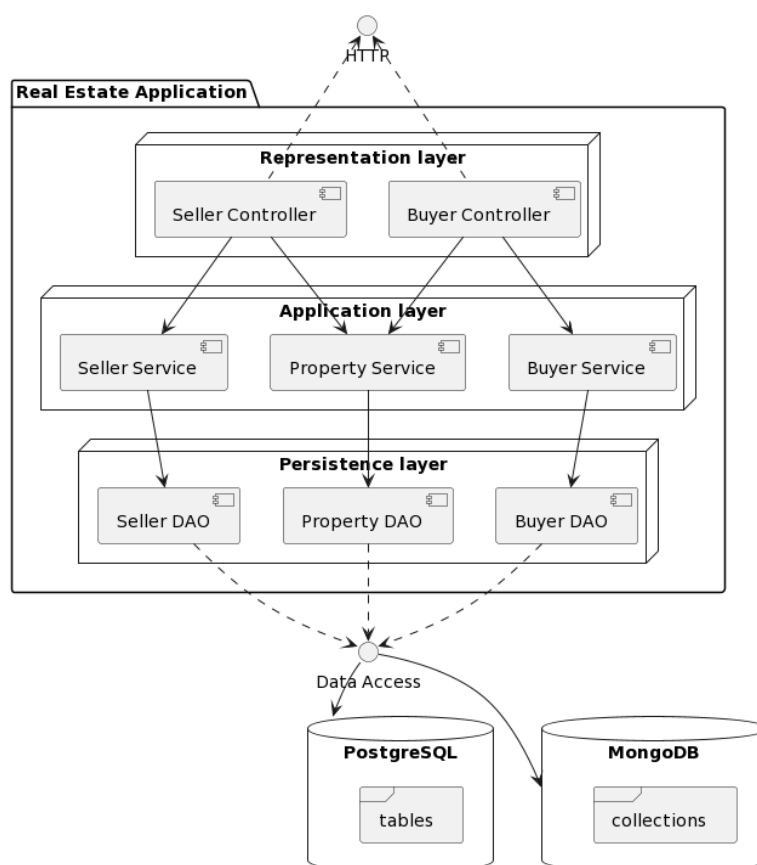


Рисунок 1 – Діаграма компонентів застосунку для підбору нерухомості

Список літературних джерел

1. Liashenko O., Dorosh N. Technologies of Software development Based on Non-Relative Databases // Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ITMM'2021: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 16 – 18 березня 2021 р.). – Дніпро: НМетАУ, 2021. – С. 334-337. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2021.01.041>

2. V. V. Hnatushenko, Vik. V. Hnatushenko, N. L. Dorosh, N. O. Solodka, O. A. Liashenko. Non-relational approach to developing knowledge bases of expert system prototype / Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2022. – № 2 (188) . – pp. 112 – 117.
DOI: [10.33271/nvngu/2022-2/112](https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-2/112)

3. Corbellini A., Mateos C., Zunino A., Godoy D., Schiaffino S. Persisting Big Data: The NoSQL landscape. Information Systems. Vol.63, 2017, С. 1-23.

4. Ляшенко О.А., Конашков О.О., Солодкая Н.А. Сравнительный анализ выполнения запросов к серверам баз данных MYSQL и MONGODB. Вісник Херсонського національного технічного університету. Херсон, 2019. № 4 (71). С. 114–124. doi: [10.35546/kntu2078-4481.2019.4.13](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.4.13)

5. Ляшенко О.А., Литвинов С.Н., Солодкая Н.А. Анализ производительности баз данных POSTGRESQL/POSTGIS и MONGODB для геопространственных запросов // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2019. – № 6 (119). С.60-67. <https://doi.org/10.30929/1995-0519.2019.6.60-67>

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДСИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ СТАЛІ ПО ХІМІЧНОМУ СКЛАДУ

Голуб В. В., Солодка Н. О.

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

Вірне визначення марки сталі дозволяє і забезпечує виготовлення продукції яка відповідає вимогам споживача. Невірне визначення веде до фінансових та репутаційних збитків.

Маркування сталей визначає хімічний склад і властивості металу, дозволяє диференціювати продукцію за якістю, призначенням та іншими ознаками. Знання цих властивостей дозволяє правильно використовувати сталі при термообробці, підбираючи марки згідно з необхідними характеристиками кінцевої продукції та умов, в яких вона буде застосована [1].

Хімічний склад сплаву дозволяє визначити базовий метал, ступінь легування і загальні властивості сплаву. Оскільки сплави з однаковим хімічним складом і різними властивостями зустрічаються вкрай рідко, то в більшості випадків достатньо точного визначення складу сплаву. Визначення марки сплаву сталі відбувається особисто фахівцем за допомогою таблиць, графіків та особисто набутих знань, умінь та досвіду.

На сьогодні постає завдання пришвидшити прийняття рішень та спростити задачу визначення марки сталі. Використання інформаційних систем зробить цей процес швидшим, з мінімумом помилок, в результаті чого користувач може заощадити час та гроші. Актуальність задачі полягає у необхідності експрес визначення марки сталі за її хімічним складом.

Слід зазначити, що є окреме маркування сталей за Європейськими стандартами, Північноамериканськими стандартами ASTM/ASME і AISI, тому і тому експрес визначення марки сталі за допомогою програмного забезпечення є необхідним та актуальним.

Для створення зазначеної інформаційної підсистеми обрано мову програмування C++ із фреймворком Qt [2], який є кросплатформний та забезпечує легку адаптацію до основних операційних систем. Його перевагою також можна зазначити легкість створення графічного інтерфейсу користувача.

Визначення марки сталі в інформаційній підсистемі розпочинається з головного вікна (рисунок 1), де користувачеві пропонується ввести відсоткові значення вуглецю та/або легуючих елементів. Включаючи до складу сталі легуючі елементи, їй можна надати необхідні характеристики. Саме таким чином, комбінуючи вид і кількісний вміст добавок, отримують марки, які володіють поліпшеними механічними властивостями, корозійною стійкістю, магнітними і електричними характеристиками. Кардинально змінити механічні властивості сталі можна за допомогою термообробки. Для правильного вибору режиму термообробки потрібно знати марку сталі, інакше виріб або не отримує тих механічних властивостей, які від нього очікують, або зіпсовується.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ СТАЛІ 1.1

Для визначення марки сталі по ДСТУ, заповніть поля з наявними в хімічному, або спектральному аналізі елементами.

Якщо, є інформація, що досліджуємий зразок ливарний-обов'язково це відмітьте!

C <Вуглець>	0,35 %	W <Вольфрам>	0,00 %
Si <Кремній>	0,19 %	Al <Алюміній>	0,00 %
Mn <Марганець>	0,59 %	Ti <Титан>	0,00 %
Cr <Хром>	0,41 %	Cu <Мідь>	0,00 %
Ni <Нікель>	0,20 %	Pb <Свинець>	0,00 %
Mo <Молібден>	0,00 %	P <Фосфор>	0,02 %
V <Ванадій>	0,00 %	S <Сірка>	3,01 %

Литво

Вихід **Визначити**

Рисунок 1 – Головне вікно інформаційної підсистеми з визначення марки сталі за хімічним складом

Надалі розроблена підсистема має стати частиною клієнт-серверного додатку визначення технологій та режимів термообробки згідно визначеної марки сталі.

Галузь застосування додатку: відділи постачання промислових підприємств, відділ головного технолога промислового підприємства, оптово-роздрібні фірми, що займаються постачанням металу.

Список літературних джерел

1. Національний стандарт України Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови ДСТУ 7806:2015, URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=64466
2. C++ Core Guidelines. I: Interfaces. URL: <http://isocpp.github.io/CppCoreGuidelines/CppCoreGuidelines#S-interfaces>

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИБІР АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ТОВАРІВ

Гоцко С. П., Гоцко М. П., Ляшенко О. А.

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

Інтернет-комерція – це процес продажу фізичних та нефізичних товарів за допомогою електронних майданчиків, які дають можливість дистанційно оформити замовлення. Інтернет-комерція в Україні розвивається досить успішно [1]. Виходячи з дослідження ринку електронної комерції в Україні, обсяги продажу постійно збільшуються та збільшується кількість магазинів електронної комерції.

Об'єктом розробки даної роботи є облік та реалізація товарів в інтернет-магазинах. Метою розробки є створення інформаційної системи, за допомогою якої покупці зможуть здійснювати покупку товарів, а адміністратори магазину матимуть змогу наповнювати та кастомізувати клієнську частину інтернет-магазину під потреби клієнтів. Ідея створення з'явилася через неможливість адаптації вебсистем під потреби власника та інтереси клієнтів.

Проектування програмного забезпечення є критичним етапом, який передує його створенню. Він включає в себе визначення вимог, архітектури, структури та дизайну системи, яку планується розроблятися. При визначенні вимог до системи слід проаналізувати потреби користувачів, функціональні і нефункціональні вимоги до продукту. Проектування програмного забезпечення може виконуватися з використанням різних методів і підходів, включаючи функціонально-модульний [2-4] та об'єктно-орієнтований підходи [5].

В роботі на етапі проектування системи створено ряд діаграм UML, серед яких побудовано діаграми варіантів використання задля візуалізації функціональності системи з точки зору користувачів та їх взаємодій з нею (рис. 1-2).

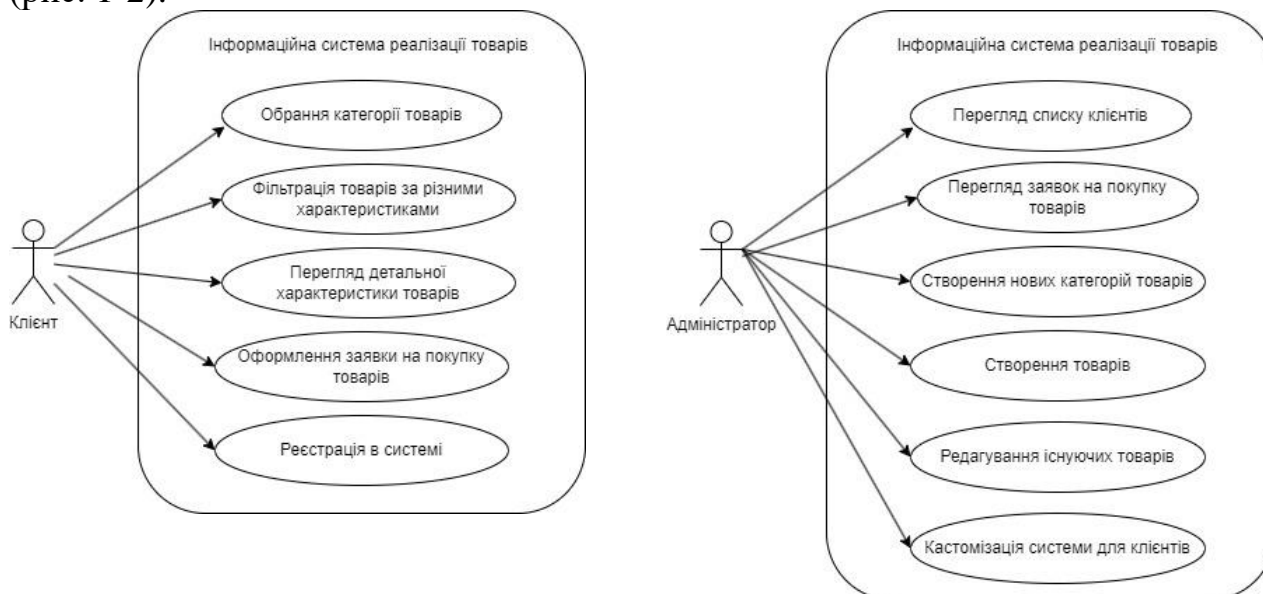


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання системи реалізації товарів клієнтами системи

Рисунок 2 – Діаграма варіантів використання системи реалізації товарів адміністратором систем

Під час розробки системи важливо враховувати, як вона обслуговуватиметься надалі, продумати особливості додавання змін та редагування функціональності. Важливо розуміти, як елементи інтерфейсу будуть взаємодіяти із внутрішніми процесами, і за якими принципами користувачі взаємодіятимуть з додатком. Для цього слід обрати архітектуру програмного забезпечення (монолітна, клієнт-серверна, багаторівнева тощо). Для системи обліку та реалізації товарів краще за все підходить багаторівнева архітектурна модель (рис. 3). Її принцип полягає в тому, що вся система



Рисунок 3 –
Багаторівнева
архітектура

додатка розбивається на рівні, при цьому кожен рівень може викликати лише один рівень, що знаходиться нижче за нього. Це дає можливість вносити зміни до певних компонентів додатка, не зачіпаючи інші. Для вебзастосунку важливо мати можливість розмежування даних та відокремлення бізнес-логіки від клієнтської частини. Також при використанні багаторівневої архітектури розробники матимуть можливість розширити додаток на кілька серверів, які будуть використовувати одну і ту ж базу даних, що говорить про зручність масштабування.

Проектування програмного забезпечення є кроком, що сприяє покращенню рішень, підвищенню ефективності та зменшенню ризиків під час розробки і допомагає забезпечити відповідність продукту потребам користувачів.

Список літературних джерел

1. Щасливець Д. А., Ляшенко О. А. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ САЙТІВ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ //Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (КМОСС-2019): матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції (м. Дніпро, 6-8 листопада 2019 року). – Дніпро: Баланс-клуб, 2019. – С. 176-177. <http://doi.org/10.32434/СМОСС-2019>
2. Ляшенко О. А., Шулак В. О. Застосування функціонально-модульного підходу до проектування підсистеми визначення збалансованого раціону харчування //Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація. – 2018. – №. 2. – С. 34-44. DOI: 10.32434/2521-6406-2018-4-2-34-44
3. Ляшенко О. А., Кузьменко І. В. Побудова функціональної моделі розрахунку навантаження професорсько-викладацького складу кафедри //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2012. – №. 17. – С. 20-26.
4. Саєнко І.Г., Ляшенко О.А. Структурний підхід до розробки підсистеми «Пасажироперевезення» Дніпропетровського річкового порту // Хімія та сучасні технології: VI Міжн. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 24-26 квітня 2013 р.: тези допов. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2013. – Т.3. – С. 145.
5. Ляшенко О. А., Уславцев А.Г. Использование элементов языка UML в проектировании программного механизма игры // Системный анализ та інформаційні технології SAIT 2011, 23-28 травня 2011 р.: матеріали Міжнар.науково-техн.конф. – Київ: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2011. – С. 466.

МЕТОД РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РОБІТ МІЖ УЧАСНИКАМИ КОМАНДИ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ

Губка С. О., Губка О. С. Носова Н. Ю.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна

На сьогоднішній день досить актуальним є питання підвищення ефективності роботи учасників проекту, оскільки від того, наскільки успішно сформовано команду проекту та наскільки ефективно кожен учасник команди виконує свої обов'язки, залежить кінцевий результат проекту. На етапі формування необхідно, насамперед, враховувати професійну підготовку, теоретичні знання та готовність співробітника виконувати ту чи іншу роботу для раціонального розподілу відповідальності між усіма учасниками, що дозволить скоротити терміни виконання проекту [1].

Для успішного виконання проекту велике значення має проектна команда. Тому питанням створення та підбору персоналу приділяється особлива увага. У процесі формування команди слід враховувати компетентність та знання кожного учасника проекту для коректного розподілу робіт та відповідальності у проекті.

У зв'язку з цим розглядається проблема необхідності розподілу відповідальності між учасниками, на вирішення якої пропонується використовувати розроблений метод перерозподілу робіт між учасниками команди управління проектом з урахуванням професійної підготовки та компетентності кожного учасника.

Цей метод складається з наступних операцій:

1. Формування списку ролей у команді управління проектом.
2. Формування списку робіт у проекті.
3. Визначення множини коефіцієнтів для формування матриці розподілу ролей у команді управління проектом.
4. Виставлення оцінки всім учасникам команди управління проектом для виконання певної роботи.
5. Побудова попередньої матриці розподілу ролей у команді управління проектом.
6. Проведення процедури нормування елементів матриці.
7. Зведення отриманих результатів у вдосконалену матрицю розподілу ролей у команді управління проектом.

Таким чином, запропонований метод раціонального розподілу робіт і сформована в результаті вдосконалена матриця розподілу ролей дозволить скоротити терміни виконання проекту, оскільки кожен співробітник чітко розумітиме свої дії та дії членів команди проекту не будуть перетинатися при виконанні робіт у проекті.

Список літературних джерел

1. Phil Simon. Project management in hybrid workplace (The future of work). - USA: Racket Publishing, 2022. -350 p.

ПІДГОТОВКА ТА АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ ДАНИХ В2С ECOMMERCE ДОДАТКУ: РОЗРОБКА БЕКЕНД ЧАСТИНИ СИСТЕМИ

Донської М. О., Коротка Л. І.

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

Сучасний ринок харчування та гастрономії переживає активний розвиток і відчутну зміну в уявленнях споживачів щодо швидкості, якості та різноманітності продуктів. Однією з найважливіших галузей цього сектору є сфера ресторанного бізнесу швидкого обслуговування, в якій домінує концепція "fast food".

Робота спрямована на розробку та аналіз веббазованої підсистеми "Amazing Pizza", зокрема на підготовку та аналіз аналітичних даних. Мета цього проекту полягає у покращенні обслуговування клієнтів і оптимізації асортименту продукції. Основні особливості піцерії, такі як гнучкий підхід до потреб клієнтів та багатий вибір продукції, створюють потребу в системі, яка забезпечує збір та аналіз даних для ефективного управління бізнесом.

Об'єктом дослідження в даній роботі є підготовка та огляд аналітичних даних В2С (Business-to-Consumer) Ecommerce додатку, а також розробка бекенд частини цієї системи.

Засобами розробки у роботі є середовище розробки WebStorm, мова програмування JavaScript, бібліотеки: Lodash, Firebase, система управління версіями Git, СКБД Firebase.

Серверна частина будується з використанням платформи розробки мобільних та вебзастосунків хмарної системи керування базами даних (СКБД) класу NoSQL – Firebase.

Набір корисних функцій і утиліт для розробки програм на мові JavaScript у браузерях та на серверному боці (Node.js) надає бібліотека Lodash.

Проектування зв'язку і схеми роботи API (Contentful /Firebase), наприклад, для продуктів має наступний вигляд (рис. 1).

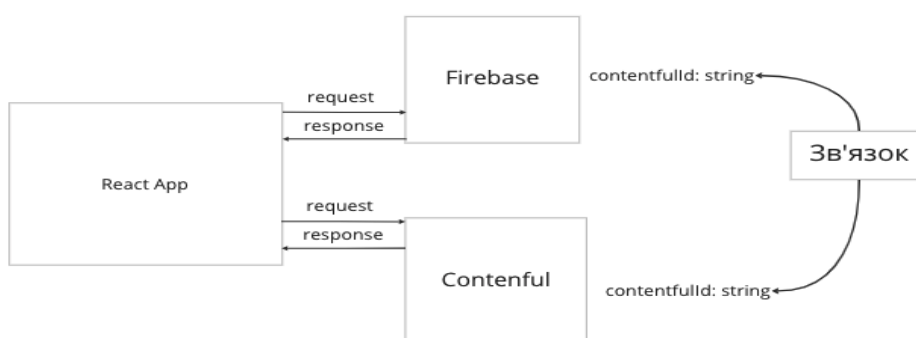


Рисунок 1 – Схема роботи API Contentful /Firebase)

Аналітичні дані, які збираються у роботі це: асоціативні товари, дані помічника, дані високо рейтингових продуктів, дані аналітики продуктів, дані аналітики користувачів.

Для аналізу отриманих даних роботи вебзастосунку використовується Apriori – алгоритм глибинного аналізу даних щодо частих одиниць у множинах та машинного навчання відносно асоціативних правил, який зазвичай застосовується переважно до баз даних транзакцій.

Математичне забезпечення алгоритму включає метрики якості, такі як підтримка, достовірність та покращення, які є фундаментальними аспектами добування даних у роботі.

Як відомо, алгоритм Apriori – це послідовність кроків, яких слід дотримуватися, щоб знайти найчастіший набір елементів у даній базі даних. Ця техніка видобутку даних послідовно повторює кроки з'єднання та обрізки, поки не буде досягнуто найчастіший набір елементів. У проблемі вказано мінімальний поріг підтримки або він передбачається користувачем [1].

В кінцевому рахунку цей алгоритм видає дані, які складаються з апіорних/вхідних (antecedent), достовірних/ймовірнісних (confidence), наслідкових/асоціативних (consequent) значень (рис 2).

```
▼ 119:
  ▼ antecedent: Array(1)
    0: "Tkxq2kimwZuFp4X9D04Z"
    length: 1
    ► [[Prototype]]: Array(0)
    confidence: "0.18"
  ▼ consequent: Array(2)
    0: "DGaMILCACbsPVi7gYFU5"
    1: "ppZQ2Y9ncAUwNJhW3xeV"
    length: 2
```

Рисунок 2 – Структура об'єкту асоціацій за алгоритмом Апріорі

Математичне забезпечення є важливими будівними блоками для розробки та налаштування алгоритму Apriori для завдань добування даних. Їх правильне використання дозволяє створювати потужні та ефективні моделі для завдань аналізу та виявлення шаблонних залежностей у даних.

Проведено тестування розробленого додатку [2] та виконано аналіз отриманих результатів при використанні запропонованого математичного забезпечення.

Список літературних джерел

1. Алгоритм аналізу асоціацій (Апріорі) [Електронний ресурс]. URL: <https://uk.myservername.com/apriori-algorithm-data-mining> (дата звернення: 26.09.2023).

2. Кравцов В., Коротка Л. І. Методи навантажувального тестування та продуктивності веб-додатків. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (Дніпро, 3-5 листопада 2021). С. 97-99.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ВІДНОВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

Доценко М. І.¹, Доценко Н. В.²

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

² Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна

Необхідність відновлення об'єктів культурної спадщини, пошкодженої або релокованої внаслідок воєнних дій, при жорстких часових та ресурсних обмеженнях призводить до необхідності застосування сучасного інструментарію з управління проєктами [1].

Впровадження проєктно-орієнтованого підходу при відновленні об'єктів дозволить врахувати визначені обмеження та припущення, обумовлені специфікою галузі, та провести календарне та ресурсне планування проєкту. Враховуючи динамічний характер змін, що відбуваються в макросередовищі проєкту та потребують корекції моделі виконання проєкту, для моделювання процесів управління проєктами доцільно застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення з управління проєктами та програмами MS Project.

Оскільки проєкти відновлення потребують формалізованого довгострокового планування з можливістю гнучкої адаптації моделі проєкту, пропонується застосовувати гібридну модель життєвого циклу проєкту [2]. Розроблена в програмному забезпеченні MS Project комп'ютерна модель (діаграма Ганту, сітьовий графік, графік завантаження ресурсів, фінансовий профіль проєкту) забезпечить проєкт контрольованістю та керованістю. Контроль розподілу ресурсів з урахуванням профілю завантаження, їх наявності та рівня фінансування дозволить провести оптимізацію розподілу ресурсів. В програмному забезпеченні передбачено застосування інструментів контролю та моніторингу виконання робіт. Можливість збереження різних версій базових планів є елементом системи управління змінами.

Оскільки проєкти відбудови є елементами програми відновлення культурної спадщини, то в програмному забезпеченні доцільно використовувати пул ресурсів та створювати консолідований проєкт. Перерозподіл ресурсів в мультипроєктовому середовищі знизить ризик втрати критичних знань.

Таким чином, використання програмного забезпечення MS Project при моделюванні процесів управління сприятиме ефективній реалізації проєктів відновлення культурної спадщини.

Список літературних джерел

1. Шрамко, І. Музей археології Каразінського університету в умовах війни: виклики та відповіді. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Історія», вип. 62, 2022, с. 232-247.

2. Настанова до зводу Знань з управління проєктами. Настанова РМВОК 7-е видання та стандарт з управління проєктами. 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pmiukraine.org/pmbok7/>

ОЦІНКА ЧИСЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОХАСТИЧНОЇ GERT-МЕРЕЖІ, ЯКА ОПИСУЄ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Корсун В. І., Тітова О. В., Лосіхін Д.А., Кравець О. В.

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

У даній роботі описується альтернативний метод мережевого планування, який застосовується у випадках організації робіт, коли наступні роботи можуть починатися після завершення деякого числа з попередніх. Причому не всі роботи повинні бути виконані для завершення інноваційного проекту.

Розглянемо технологічний процес, стохастична мережева модель якого представлена на рис. 1.

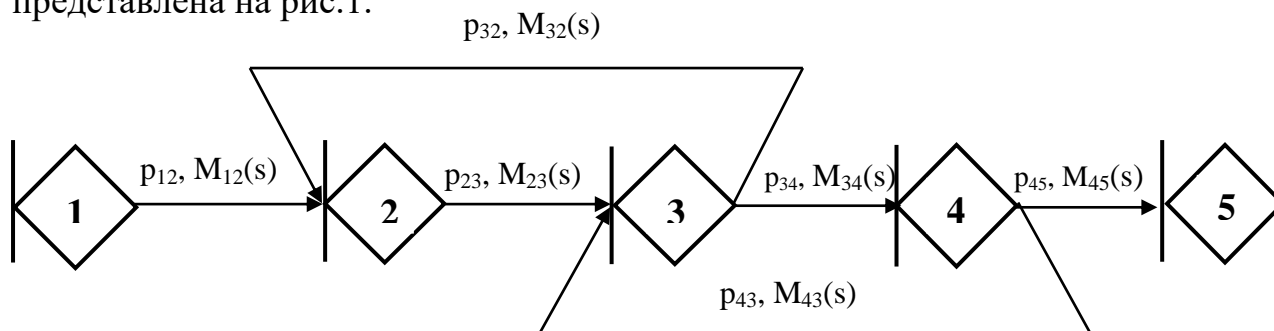


Рисунок 1. Стохастична GERT-мережа.

Характерною рисою цього технологічного процесу є те, що окремі його операції (представлені на рис.1 гілками) виконуються з деякими наперед заданими ймовірностями. Що ж стосується часу виконання операцій, то він також є випадковим з відповідним законом розподілу ймовірностей.

На рис.1 біля кожної із гілок (i,j) розташована інформація щодо ймовірності P_{ij} та твірної функції $M_{ij}(s)$ моментів розподілу випадкового часу виконання відповідної операції технологічного процесу. Ці величини необхідні для отримання функцій $W_{ij}(s) = P_{ij}M_{ij}(s)$, використання яких передбачено теорією обчислення GERT-мереж [1].

Твірна функція моментів розподілу випадкової величини, яка має щільність розподілу $f(t)$, розраховується за формулою [2]:

$$M(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{st} dt \tag{1}$$

Вона сама і її похідні дають можливість обчислити наступне:

$$M(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)dt = 1, \tag{2}$$

$$dM(s)/ds \Big|_{s=0} = \int_{-\infty}^{+\infty} tf(t)e^{st} dt \Big|_{s=0} = \mu_1 = m [T], \tag{3}$$

$$d^2M(s)/ds^2 \Big|_{s=0} = \int_{-\infty}^{+\infty} t^2f(t)e^{st} dt \Big|_{s=0} = \mu_2, \quad D[T] = \mu_2 - \mu_1^2. \tag{4}$$

Тут $m[T]$ та $D[T]$ - математичне сподівання та дисперсія часу T протікання технологічного процесу. Гілки стохастичної GERT-мережі, зображеної на рис.1, мають характеристики, наведені у табл.1.

Таблиця 1. Характеристики гілок стохастичної мережі

Гілка (i,j)	p_{ij}	Вид розподілу	Параметри (год.)	Твірня функція моментів
(1,2)	1	Стала величина	$a=1$	$\exp(1s)$
(2,3)	1	Нормальний	$m=0,5$ $\sigma=0,1$	$\exp[0,5s+0,5(0,01)s^2]$
(3,2)	0,1	Нормальний	$m=0,25$ $\sigma=0,2$	$\exp[0,25s+0,5(0,04)s^2]$
(3,4)	0,9	Експоненціальний	$\lambda=0,7$	$(1 - s/0,7)^{-1}$
(4,3)	0,05	Експоненціальний	$\lambda=0,5$	$(1 - s/0,5)^{-1}$
(4,5)	0,95	Нормальний	$m=1,0$ $\sigma=0,5$	$\exp[1s+0,5(0.25)s^2]$

Скориставшись алгоритмом розрахунку сигнальних графів [1], отримаємо для всієї GERT-мережі функцію:

$$W(s) = \frac{\exp(s) \cdot \exp(0,5s + 0,005s^2) \cdot 0,9(1-s/0,7)^{-1} \cdot 0,95 \exp(s + 1/8s^2)}{1 - \exp(0,5s + 0,005s^2) \cdot 0,1 \exp(0,25s + 0,02s^2) - 0,9(1-s/0,7)^{-1} \cdot 0,05(1-s/0,5)^{-1}} \quad (5)$$

На базі цієї функції за допомогою апарату Symbolic Math Toolbox MATLAB знайдемо твірну функцію $M(s) = W(s)/W(0)$, а далі, використовуючи наведені вище формули (3) і (4), розрахуємо необхідні

$$m(T) = 4,1967 \quad \text{і} \quad D(T) = 3,3810.$$

Вище було розглянуто розрахунок досить простої GERT-мережі за допомогою класичного алгоритму, описаного у роботі [1]. Для більш складних GERT-мереж є сенс скористатись розробками [3,4].

Список літературних джерел

1. Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. / Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас. – М.: Мир, 1984.- 496 с.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1989. – 540 с.
3. Шибанов А.П. Нахождение закона распределения времени исполнения GERT-сети большой размерности. / А.П. Шибанов // Информационная техника-2002, №1. - С.42-45.
4. Шибанов А.П. Нахождение плотности распределения времени исполнения GERT-сети на основе эквивалентных упрощающих преобразований. / А.П. Шибанов // Автоматика и телемеханика - 2003, вып. 2. - С.117-126.

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГРАМНО - ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Косарєв В. М.

ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля», Дніпро, Україна

В докладі розглянуто варіант реалізації моделювання програмно-технологічного забезпечення професійної підготовки фахівців з комп'ютерних наук.

Моделювання проведено для варіанта оснащення комп'ютерних класів традиційними персональними комп'ютерами і варіанта, заснованого на використанні технології віртуалізації. Перевагу було надано останньому варіанту. Це стосується питання, як на одному фізичному сервері розгорнути кілька віртуальних серверів з різними операційними системами для забезпечення роботи декілька комп'ютерних класів одночасно.

Теоретичною та методичною основою цього дослідження є наукові праці вітчизняних та закордонних вчених та практиків з питань розвитку технології віртуалізації. У ході дослідження використовувалися такі загальнонаукові та спеціальні методи: метод спостереження, графічний метод – для визначення трансформації існуючій структурі побудови комп'ютерних мереж університету; експертний метод за допомогою Nps-опитування – для визначення рівня задоволеності науково-педагогічних працівників кафедри інформаційних технологій Університету імені Альфреда Нобеля. Обробка одержаних даних проводилась із застосуванням сучасних інформаційних технологій. Правова база дослідження ґрунтувалася на основі чинного законодавства, що регламентує діяльність закладів освіти на території України. Інформаційною основою для моделювання стали матеріали діяльності Університету, Інтернет-ресурси, власні дослідження.

Віртуалізація — технологія програмного представлення або зображення будь-якого програмного забезпечення, яка дозволяє збільшити ефективність роботи, зменшивши кількість комп'ютерів, які залучені в ІТ інфраструктурі.

Віртуальне програмне забезпечення таке саме як й звичайне, але запускається на так званих віртуальних машинах або гіпервізорах які й дають змогу працювати цим програмам. Віртуалізувати можливо операційні системи, сервери, комп'ютерні мережі тощо.

Прикладом використання віртуалізації є можливість запуску декількох операційних систем на одному комп'ютері або сервері, при цьому кожна ОС має свій набір логічних ресурсів, які доступні на цьому самому комп'ютері або сервері. Розподілом ресурсів та створенням зв'язку між віртуальною ОС та фізичною машиною є програма гіпервізор.

У Центрі новітніх комп'ютерних технологій кафедри інформаційних технологій Університету було застосовано технологію VDI (Virtual Desktop Infrastructure), тобто інфраструктуру віртуальних робочих столів. Основна операційна система знаходиться на сервері і доступ до неї може бути реалізований за допомогою підключення до сервера локальної мережі. При цьому можлива робота з одночасно кількох пристроїв на ту саму операційну

систему, але під різними користувачами. Підключення до сервера здійснюється за допомогою так званих терміналів «Тонкий клієнт» (Thin Client).

Thin Client це спеціалізований міні комп'ютер з характеристиками які достатні, щоб підтримувати роботу протоколів передачі даних (RDP, ICA тощо). Він нічого у собі не зберігає, не проводить обчислення та не малює графіку. Тільки транслює зображення із сервера на монітор. Сам тонкий клієнт споживає набагато менше електроенергії, ніж стаціонарний комп'ютер, і він набагато менший, що робить його використання набагато ефективнішим і зручнішим. Сучасні тонкі клієнти працюють з усіма видами операційних систем, підтримують локальні мережі, віддалений доступ, аудіо та відео зображення. Також є можливість використання USB портів для флешок, клавіатур, мишок та інших пристроїв. Використання тонких клієнтів робить роботу комп'ютерних класів безпечнішим, економнішим і дозволяє управляти комп'ютерним класом з одного місця (серверної кімнати).

На одній із віртуальних машин сервера (наприклад, конкретного комп'ютерного класу) встановлена операційна система Windows або Linux, і за допомогою додавання облікових записів/акаунтів у саму ОС можна підключати тонкі клієнти на різні облікові записи. Так само всередині кожного сервера встановлено віртуальний SWITCH, який контролює IP адреси та локальну мережу. Так як у кожного тонкого клієнта є свій IP адрес, SWITCH повинен його визначити і поєднати з віртуальною машиною.

В процесі виконання роботи вирішено *завдання*: аналіз теоретичних аспектів віртуалізації; виявлення сучасних підходів, способів та методів розробки; аналіз варіантів програмного та апаратного використання віртуалізації; на основі моделювання варіантів забезпечення освітніх програм професійної підготовки фахівців з комп'ютерних наук конкретизовано поняття технології віртуалізації стосовно розгортання відмовостійкого кластера для забезпечення професійної підготовки фахівців та розроблено структуру відмовостійкого кластера на основі гіпервізора ProxMox; проведено розгортання кластера для кафедри інформаційних технологій Університету; проведено тестування відмовостійкого кластера.

Запропонований в докладі варіант розгортання кластера на кафедрі інформаційних технологій було *використано* для реалізації забезпечення навчального процесу зі професійної підготовки фахівців з комп'ютерних наук на сучасному рівні. Крім того, це дозволило системному адміністратору централізовано керувати всією ІТ-інфраструктурою Центру новітніх комп'ютерних технологій, що є в Університеті імені Альфреда Нобеля та економити величезну кількість ресурсів.

Список літературних джерел

1. Скотт Лоу. VMware vSphere 4. Полное руководство. – Вильямс, Диалектика, 2010. – 800 с.
2. Свен Вермейлен. SELinux system Administration: ДМК-Пресс, 2020. – 300 с.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ПІДПРИЄМСТВА

Кріпка Ю. Є., Науменко Н. Ю.

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

Природно розділити інформаційні технології, що використовуються компаніями, на бажані та необхідні для ведення бізнесу. Цей поділ є умовним, оскільки бажані інформаційні технології з часом стають необхідними. Однак слід зазначити, що це значною мірою залежить від галузі, в якій працює компанія, та рівня розвитку економіки країни. З іншого боку, бажані інформаційні технології – це ті, які допомагають створити конкурентну перевагу. Однією з сучасних тенденцій, як на зовнішньому, так і на внутрішньому ринках, є скорочення витрат на основні технології та інвестування в бажані технології.

Перетворення інформаційних технологій (ІТ) на конкурентну перевагу вимагає ефективного підходу до управління та бюджетування існуючих ІТ на підприємствах, що проявляється у формалізованому підході до перетворення існуючих ІТ в бажані ІТ.

Такий підхід дозволяє не тільки скоротити бюджет на інформаційні технології, але й реорганізувати бюджет, щоб заощадити частину коштів, які можна було б заощадити, обмеживши неекономічні проекти, що не приносять значної вигоди, та інвестувати в стратегічно важливі технології, які допомагають підприємству займати лідируючі позиції на ринку.

Пріоритетні напрямки діяльності визначаються шляхом оцінки окремих проектів з точки зору їх важливості для організації, їх внеску в конкурентну перевагу і того, наскільки вони відповідають потребам бізнесу.

Наступним кроком є визначення різних варіантів покращення ІТ-інфраструктури підприємства. На цьому етапі використовуються різні підходи, але аутсорсинг виділяється як досить ефективний спосіб підтримки ІТ-інфраструктури.

Обираючи ефективний спосіб управління існуючими інформаційними технологіями, підприємства мають можливість зосередитися на стратегічних ІТ-проектах, які створюють конкурентні переваги. До них відносяться бізнес-активи, які підвищують швидкість обслуговування, лояльність клієнтів та унікальність продукту. Інформаційні технології спрощують процес підтримки та створення таких бізнес-активів.

Представимо способи, за допомогою яких можна посилити та створити конкурентну перевагу завдяки впровадженню інформаційних технологій:

- використання різних типів додатків для автоматизації діяльності, що забезпечує створення конкурентних переваг;
- впровадження інформаційних технологій, які сприяють загальній конкурентоспроможності за рахунок підвищення ефективності господарської діяльності компанії;
- створення нових продуктів і послуг на основі інформаційних технологій.

Недоліком створення конкурентних переваг за рахунок автоматизації є недовговічність, оскільки під впливом науково-технічного прогресу технології розвиваються швидкими темпами і в цій сфері потрібно шукати нові рішення. Цей метод недовговічний ще й тому, що він неминуче підпадає під вплив конкурентів, які неминуче відстежують зміни в бізнес-середовищі і в кінцевому підсумку скорочують відставання за рахунок використання таких технологій.

Використання інформаційних систем скорочує час циклу між замовленням ресурсів і продажем їх споживачам, тим самим зменшуючи транзакційні витрати і покращуючи швидкість доставки, оскільки скорочуються ресурси, які зараз не використовуються на складах.

Інформаційні технології дають підприємствам значну перевагу над конкурентами, дозволяючи їм більш ефективно розподіляти ресурси компанії, управляти своєю робочою силою і знижувати витрати. Інвестуючи в інформаційні технології, підприємства мають можливість трансформувати свій бізнес і, як наслідок, збільшити частку ринку, зайняти нові ніші та тісніше співпрацювати з клієнтами та постачальниками.

Сучасні інформаційні технології забезпечують конкурентну перевагу за рахунок підвищення якості та швидкості прийняття рішень. Інформаційна революція охопила всю економіку, а інформаційні технології стали одним з основних засобів підвищення продуктивності праці працівників. Сьогодні підприємства повинні використовувати інформаційні технології, щоб отримати конкурентну перевагу.

Список літературних джерел

1. Кузьміна О., Бусько А. Моделювання стратегій формування конкурентних переваг підприємства. Молодий вчений. 2022. С. 85-89.
2. Бакай В. Конкурентні переваги підприємства: характеристика та їх оцінка за моделлю Портера. 2022.
3. Семененко А. В., Тимошенко К. В. Обґрунтування стратегії забезпечення конкурентних переваг підприємства. 2023.
4. Шило П. М. Економічне оцінювання та забезпечення конкурентних переваг підприємств. 2022.
5. Бондаренко С. М., Лісовський М. Ю. Конкурентні переваги – унікальні особливості сучасних підприємств. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2017.

РЕАЛІЗАЦІЯ СПЛАЙН ПЕРЕДАВАЧА НА ОСНОВІ МІКРОПРОЦЕСОРІВ STM32

Кутін А. І., Науменко Н. Ю.

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

У роботі [1] було наведено реалізацію системи зв'язку в сплайнових базисах на основі цифрових логічних елементів, що входять до складу програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Подібна реалізація має логічну структуру, яка відповідає теоретичним засадам, що лежать в основі сплайн системи: банкам пам'яті, елементах множення і затримки, проте вона має деякі обмеження які накладає можливості ПЛІС. Без реалізації ядер мікроконтролерів у ній складно організувати отримання інформації від джерел з різними цифровими протоколам передачі таким як I2C, SPI, UART, CAN та іншим [2]. Адаптація отриманих пакетів для передачі значно простіше, якщо до складу пристрою входить центральна мікросхема з апаратними приймачами та передавачами відповідних протоколів передачі.

В роботі пропонується варіант реалізації передавальної частини зв'язку у сплайнових базисах з використанням мікропроцесорів STM32 на прикладі контролера STM32F401.

Використовуючи мікроконтролер STM32 в комбінації з цифро-аналоговим перетворювачем – ЦАП (в роботі запропоновано використати MCP4725 з I2C інтерфейсом), а у сімействах F3, F4, F7 ЦАП входить до складу самої мікросхеми [2], маємо можливість в формуванні сплайн-сигналів готових до передачі безпосередньо по каналу рис. 1 або попередньої модуляції несучого колювання (якщо планується організація радіоканалу). Максимальна швидкість передачі і формування сигналу мікросхеми MCP4725 складає 3.4 МБ/с. Існує і інша можливість формування каналного аналогового сигналу, шляхом формування широтно-імпульсних колювань, що згладжуються зовнішнім фільтром нижніх частот. Враховуючи достатньо високе значення тактової частоти внутрішніх таймерів контролерів STM32, що складає десятки мегагерц реалізація фільтру матиме невисокий порядок як пасивного так і активного.

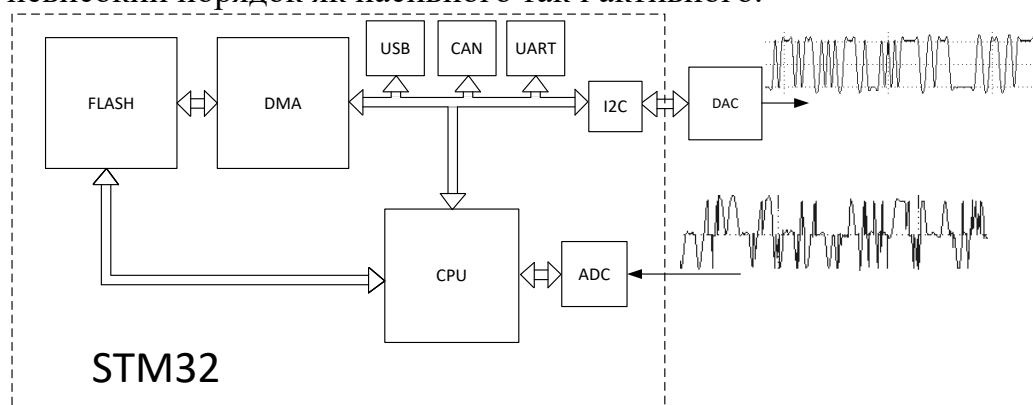


Рисунок 1 – Структурна схема системи зв'язку на основі контролера STM32

Описана у роботі [1] система передбачає реалізацію окремих каналів із власними каналними базисними сплайн-функціями, що після множення на біти цифрового потоку даних з різними швидкостями додаються між собою утворюючи груповий сигнал.

Задачею центрального процесора (CPU) полягатиме у операції множення відліків базисних функцій на логічні сигнали каналів. У простішому випадку це лише встановлення або зняття прапорцю необхідності додавання до групового сигналу базисної функції в заданий момент часу та додавання відповідних відліків каналних сигналів між собою з розміщенням їх у FLASH.

Зберігаючи відліки групового сигналу у FLASH пам'яті контролера маємо можливість легкого способу передачі їх без застосування основного процесорного ядра використовуючи апаратний прямий доступ до пам'яті (DMA) [3] вивільняючи час його роботи на організацію значно ресурсоемнішої частини – приймання та оброблення сигналів адже система передбачає організацію дуплексної передачі.

В реалізації операцій цифрової обробки сигналів (DSP) такої як згортка, що є основою створення оптимального приймача, ПЛІС має явну перевагу завдяки наявним DSP модулям, проте наявність в контролері апаратного множення, забезпечую виконання цієї операції у фільтрі Савіцького-Галея в приймальній частині.

Для додаткової зручності в реалізації DSP алгоритмів з урахуванням технічних можливостей і особливостей тієї чи іншої серії контролерів STM32 створена спеціальна бібліотека CMSIS-DSP library з відповідним набором інструкцій: основні математичні функції з векторними операціями; швидкі математичні функції, такі як синус і косинус; складні математичні функції, такі як обчислення величини; функції фільтрації, такі як FIR або IIR; матричні обчислювальні функції; функції перетворення, такі як швидке перетворення Фур'є; статистичні функції, такі як обчислення мінімуму або максимуму; підтримка таких функцій, як конвертація з одного формату в інший; інтерполяційні функції [4].

Таким чином використання сучасних STM контролерів для формування багато швидкісної сплайн системи передачі інформації є значно практичнішою та гнучкішою, а в сукупності із низькою вартістю контролера у зв'язці або без ЦАП економічно більш доцільнішою за використання ПЛІС при відносно не великій швидкості передачі.

Список літературних джерел

1. Електроніка та системи управління : зб. наук. праць. – К.: Вид-во Нац.авіац.університету «НАУ-друк», 2012. - №3 (33) – С. 5-12.
2. ARM-32-BIT-MICROCONTROLLERS [Електронне джерело] URL: https://www.st.com/content/st_com/en/arm-32-bit-microcontrollers.html
3. STM32F7_SYSTEM_DMA [Електронне джерело] URL: https://www.st.com/content/ccc/resource/training/technical/product_training/group0/ce/9e/fe/44/e5/62/45/34/STM32F7_System_DMA/files/STM32F7_System_DMA.pdf/jcr:content/translations/en.STM32F7_System_DMA.pdf
4. an4841-digital-signal-processing-for-stm32-microcontrollers-using-cmsis-stmicroelectronics [Електронне джерело] URL: https://www.st.com/resource/en/application_note/an4841-digital-signal-processing-for-stm32-microcontrollers-using-cmsis-stmicroelectronics.pdf

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОТРИМАННЯ МІДНОГО КУПОРОСУ

Левчук І. Л., Мисов О. П.

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

Прогрес у галузі програмного та апаратного забезпечення сучасної обчислювальної техніки суттєво розширив сферу застосування та функціонал автоматизованих систем управління. Для сучасних АСУТП стандартом є використання математичних чи комп'ютерних моделей, котрі дозволяють у ході обчислювального експерименту розраховувати найкращі за обраним критерієм значення параметрів на вході керованого об'єкта і цим забезпечувати його оптимальне функціонування. Обов'язковою для сучасних автоматизованих систем є наявність розвиненого, інформативного та функціонального НМІ – людино-машинного інтерфейсу, що дозволяє системі управління взаємодіяти з оператором та забезпечувати прийняття людиною вірних та ефективних рішень при настанні аварійних чи позаштатних ситуацій. Наявність інтелектуальних функцій, що дозволяють системі управління в деяких межах адаптуватися, підлаштовуватися під зміни параметрів об'єкта, що управляється, значно підвищують ефективність системи та її затребуваність на ринку.

У плані програмного забезпечення систем промислової автоматизації світ зробив однозначний вибір - SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерське управління та збір даних) в даний час є найбільш перспективною технологією автоматизованого управління в більшості галузей промисловості. Використання SCADA вирішує питання створення програмного забезпечення систем управління на всіх рівнях реалізації автоматизованої системи.

Підходи до створення моделей, які використовуються для керування, застосовуються різні. Від створення класичних моделей на основі опису кінетики хімічних перетворень, що лежать в основі процесу що моделюється, до створення моделей на основі нейромережових технологій або використання комп'ютерних моделей на базі універсальних моделюючих програм (ChemCAD, PRO//II, Hysys, DWSIM, Aspen Plus та ін).

Незалежно від обраного шляху створення моделі, перед розробниками постає ряд **завдань, що підлягають вирішенню:**

1. Розробка моделі об'єкта управління.
2. Розробка способу інтеграції моделі в сучасні SCADA системи, а також способу та принципів забезпечення інформаційного обміну в реальному часі між програмним забезпеченням системи управління та математичною моделлю.
3. Розробка ефективного НМІ інтерфейсу системи управління, що забезпечує інформування оператора про стан об'єкта та дає оператору повний контроль над об'єктом управління.
4. Розробка інтелектуальних чи адаптивних алгоритмів управляючої підсистеми, а також загальних принципів управління цільовим об'єктом автоматизації.

Необхідно враховувати, що вирішення поставлених задач можливе лише за умови покрокового комплексного підходу до проблеми. Розробити НМІ інтерфейс системи управління та виконати його налагодження (масштабувати параметри на трендах, розрахувати налаштування регуляторів та ін.) неможливо, без наявності інформаційного обміну з реальним об'єктом управління або, що більш просто реалізувати, з математичною чи комп'ютерною моделлю, що адекватно описує такий об'єкт. У свою чергу, організація зазначеного інформаційного обміну є черговим завданням, що потребує вирішення в рамках глобальної проблеми.

Метою представленого дослідження є розробка програмного забезпечення системи автоматизованого управління на прикладі системи управління процесом отримання мідного купоросу в програмному середовищі SCADA системи TRACE-MODE.

Для досягнення поставленої мети було зроблені наступні кроки:

1. У програмному середовищі універсальної моделюючої програми ChemCAD була розроблена комп'ютерна модель процесу одержання розчину мідного купоросу [1]. Структура моделі представлена на рисунку 1.

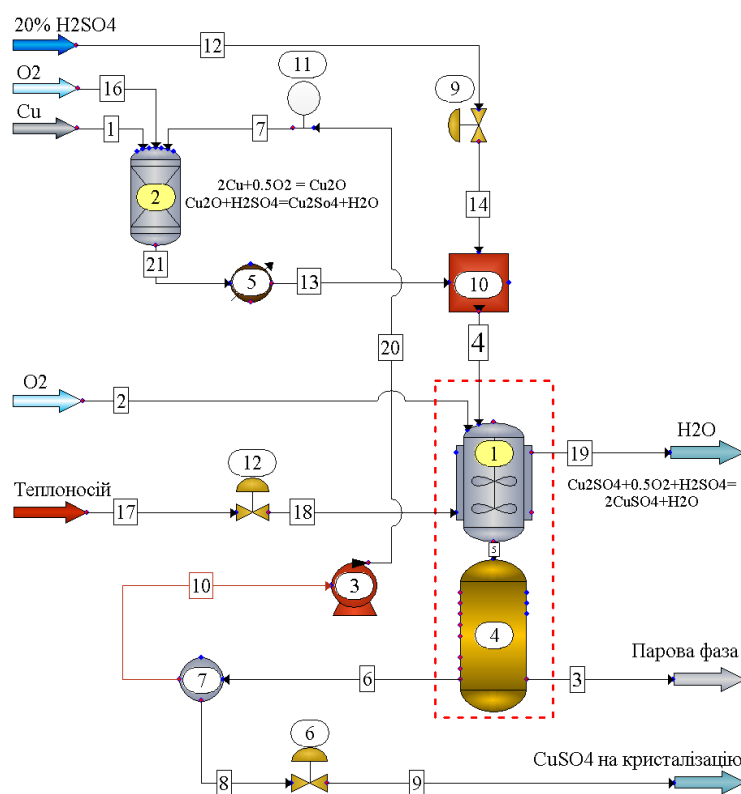


Рисунок 1 – Комп'ютерна модель процесу отримання розчину мідного купоросу

Перевірка адекватності розробленої комп'ютерної моделі виконана шляхом порівняння розрахункових даних, отриманих за допомогою комп'ютерної моделі, з експериментальними даними отриманими з лабораторної установки для отримання мідного купоросу, що функціонує в

лабораторії «НДЛ Метрологічного забезпечення екологічного контролю зовнішнього середовища» ДВНЗ УДХТУ.

2. Для забезпечення інформаційного обміну між комп'ютерною моделлю та системою керування на базі SCADA була використана технологія OPC – Open Platform Communication [2], котра дозволяє створити уніфікований інтерфейс для обміну інформацією в реальному часі між об'єктами автоматизації та технологічними процесами. Структура запропонованого інформаційного обміну представлена на рисунку 2.

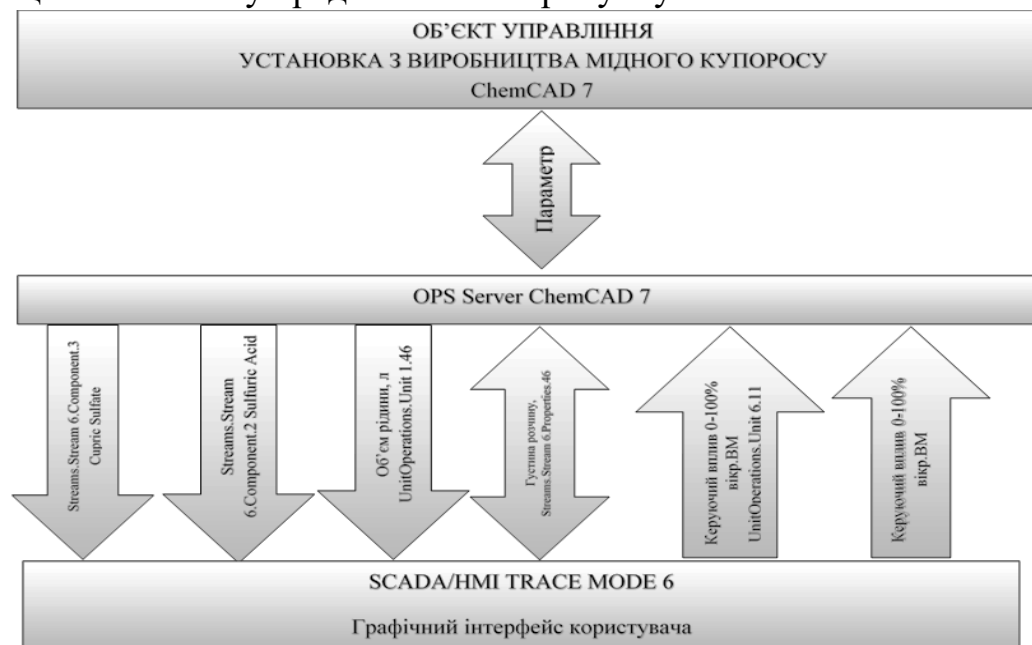


Рисунок 2 – Структура інформ. обміну «Комп'ютерна модель – SCADA»

3. В програмному середовищі SCADA Trace-Mode був розроблений людино-машинний (HMI) інтерфейс (рисунок 3), котрий забезпечує моніторинг основних параметрів процесу у числовій формі та у вигляді трендів, що відображають зміну цільових параметрів у часі, тобто в динаміці:

- концентрація мідного купоросу на виході з реактора, г/л;
- концентрація сірчаної кислоти на виході з реактора, г/л;
- загальний об'єм рідини в реакторі, л;
- густина маткового розчину на виході з реактору, г/см³;

Також реалізований інформаційний блок налаштування меж дозування, та блок керування адаптивними дозаторами приєднаними до виконавчих приладів 6 та 9 (див. рисунок 1).

4. Розробка алгоритмів керуючої підсистеми та підсистеми адаптивного дозування була виконана за допомогою мов програмування логічних контролерів (PLC) стандарту IEC 61131-3.

Для реалізації генератора імпульсів, що забезпечує роботу комп'ютерній моделі у псевдо динамічному режимі і при цьому дозволяє змінювати вхідні параметри моделі, використана графічна мова програмування FBD – Function Block Diagrams.

Адаптивні дозатори, що керують виконавчими пристроями 6 та 9 створені за допомогою мови програмування високого рівня ST – Structured Text. Алгоритми адаптивного дозування побудовані на базі модифікованих пропорційних регуляторів.

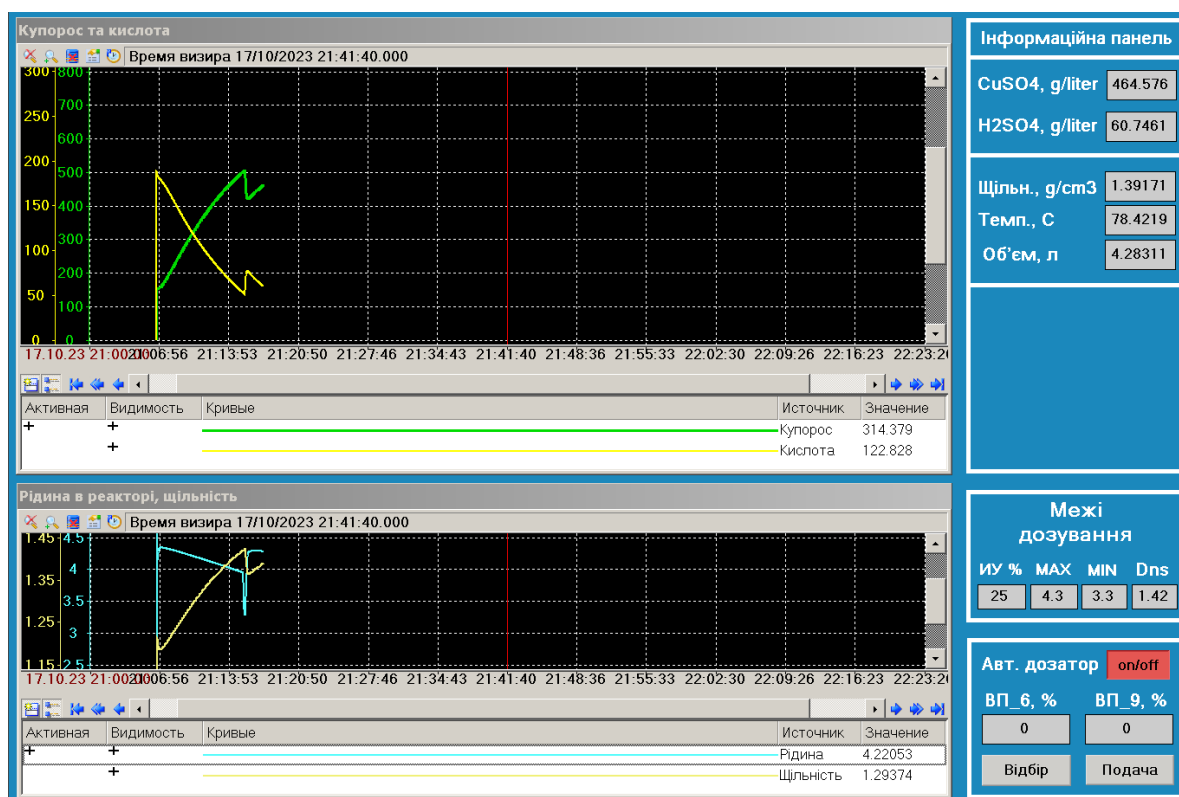


Рисунок 3 – Інтерфейс розробленої системи керування

Висновки. За результатами проведеного дослідження розроблено програмне забезпечення системи керування процесом отримання мідного купоросу у складі: комп'ютерної моделі процесу, способу інтеграції моделі в SCADA на базі технології OPC, людино-машинного інтерфейсу (HMI) для оператора системи керування на базі SCADA, алгоритмів керуючої підсистеми, алгоритмів адаптивного дозування. Працездатність запропонованих рішень перевірена і доведена експериментально.

Список літературних джерел

1. Левчук І.Л. Розробка комп'ютерної моделі процесу отримання розчину мідного купоросу, адаптованої для розв'язання задач управління / О.П. Мисов, І.Л. Левчук, К.О. Фесенко, М.О. Савченко, О.М. Гнатко / Вісник ХНУ/ Хмельницький, 2021, № 4(299), Стор. 59-66;

2. Hoffmann, M., Büscher, C., Meisen, T., Jeschke S. Continuous integration of field level production data into top-level information systems using the OPC interface standard. Procedia CIRP, 2016. No. 41. P. 496–501.

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ РЕКРУТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПІДХОДУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ INTERSYSTEMS IRIS

Лещенко О. Б., Анікін А. М.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Через зростання об'єму робіт пов'язаних з пошуком та підбору співробітників, автоматизація рекрутингу стає доволі актуальним. Для цього необхідно виконати такі етапи, як пошук кандидатів, розсилку листів, проведення співбесід, мотивацію на виконання робіт, ведення переговорів із замовником по кандидатах тощо. В зв'язку з цим дана задача є актуальною.

Метою доповіді є використання мультиагентного підходу та технологій InterSystems IRIS для розробки вебзастосунку з автоматизації рекрутингу.

Дослідження показали, що використання можливостей мультиагентного підходу мають дуже широке застосування в різних сферах життя та є одними з найважливіших напрямків досліджень та розробок в області інформаційних технологій та штучного інтелекту. В мультиагентних системах увага приділяється процесу взаємодії агентів як причини виникнення з новими якостями. Моделювання роботи застосунку виконувалася з використанням мультиагентних технологій.

В доповіді наводяться результати аналізу особливостей мультиагентного підходу для розробки вебзастосунка з рекрутингу. Розроблена мультиагентна модель застосовує інтелектуальні агенти, поведінка яких визначається накопленою базою знань. Рівень інтелектуальності кожного агента оцінюється здатністю використовувати наявні знання на вирішення нових завдань у заздалегідь невідомих ситуаціях .

Використання високопродуктивної платформи InterSystems IRIS [1] для розробки вебзастосунка дозволяє скоротити час підготовки даних для аналізу та отримувати інформацію в оперативному режимі. Реалізація на платформі InterSystems IRIS масштабується як горизонтально, так і вертикально, що дозволяє системі ефективно обробляти зростаючі робочі навантаження з великими обсягами даних та паралельними запитами. Використання особливостей мультиагентного підходу та технологій InterSystems IRIS поєднує найкращі інструменти та технології аналізу даних, бізнес-аналітики, прогнозування та вибудовувати ефективні аналітичні процеси. Завдяки аналітичним можливостям вебзастосунок з рекрутингу дозволяє в реальному часі отримувати важливу інформацію та використовувати її для ухвалення оперативних рішень щодо вибору фахівців за напрямками.

Список літературних джерел

1. Лещенко, О. Б. Застосування технології DeepSee InterSystems для побудови багатовимірних баз даних і сховищ інформації [Текст] / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. – 66 с.

ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПОШУКУ ДУБЛІКАТІВ У ФАЙЛОВІЙ СИСТЕМІ

Лобанов Е. В., Осташко І. О.

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

Розвиток систем зберігання та поширення інформації призвели до необхідності її ефективної організації та усунення дублювання. Файли-дублікати можуть накопичуватися в процесі щоденної роботи з електронно-обчислювальними пристроями. Обробка великої кількості файлів різних форматів, завантаження застосунків і документів, а також їх обмін між користувачами призводять до збільшення кількості абсолютно однакових файлів на конкретному пристрої. Наслідком цього є нераціональне використання значної частини вбудованої (а в ряді випадків і оперативної) пам'яті.

Програми для пошуку дублікатів призначені для виявлення та використання дублікатів файлів на комп'ютері або в інших пристроях для зберігання інформації. Основні особливості і призначення таких програм включають в себе наступне:

1. Звільнення місця на диску: Одні з основних завдань для пошуку дублікатів - це звільнення місця на вашому диску. Дублікати файлів займають зайвий простір, і видалення їх результатів оптимізують використання дискового простору.

2. Покращення продуктивності: маючи менше дублікатів файлів, операції копіювання, переміщення та резервного копіювання файлів стають більш ефективними.

3. Збереження порядку: Видалення дублікатів підтримує систему в порядку, через яку ви уникаєте жорсткого вмісту на диску.

4. Зменшення ризику помилок : Збереження однієї версії файлу може допомогти уникнути плутанини та помилок при роботі з файлами.

Одним з пріоритетних напрямків подальшого розвитку подібних пошукових програм є можливість виявлення ступеню компіляції документів, тобто визначення джерел отримання файлів (наприклад, як результат множинного плагіату). Важливим завданням є також облік структури документу під час аналізу. Для обробки файлів з урахуванням їхньої структури має використовуватись спеціальний конвертер (парсер) документів, який надає аналітикам можливість самостійного налаштування фільтру шаблонних фраз.

Одна з найперших робіт в області порівняння документів та файлів належить Уді Манберу [1]. Для порівняння файлів було запропоновано представляти їх у вигляді контрольних сум, які обчислюються для всіх підстрок однакової довжини. Виходячи з цієї ідеї, Андрій Бродер у 1997 році сформулював метод, заснований на представленні документа у вигляді множини послідовностей фіксованої довжини [2]. Новизна методу полягала в тому, що послідовності, названі шинглами, склалися не з окремих символів, а зі слів, які йдуть підряд. Цей метод здобув найбільшу популярність і використовується в різноманітних модифікаціях, зокрема для пошуку плагіату

та оцінки оригінальності контенту веб-сайтів. Кількість шинглів практично співпадає з кількістю слів у документі. Якщо потужність перетину множин шинглів двох документів достатньо велика, то такі документи можна вважати схожими.

Подальшим розвитком методу шинглів став запропонований у 2003 році метод «мегашиноглів». При цьому стала відсутньою необхідність у теоретико-множинних операціях. Документ надавався у вигляді сигнатури – вектора, чия довжина фіксована і не залежить від кількості слів у тексті. Таким чином, порівняння документів було зведене до порівняння координат відповідних векторів. Метод «мегашиноглів» використовувався його авторами для розв'язання задачі швидкого порівняння великої кількості веб-сторінок. Кожний документ поділявся на шингли довжиною 5 слів. Для кожного шингла обчислювались 64-бітні контрольні суми – прототипи. Надалі до отриманої множини прототипів застосовувались 84 незалежних ін'єктивних відображень із завчасно підбраної групи. Відображення даної групи обиралися випадково, але після цього група залишалася незмінною. Для кожного відображення із множини прототипів обирався елемент, що дає найменший образ. У результаті кожному документу ставився у відповідність сигнатурний вектор довжиною 84. Таким чином, порівняння документів зводилося до порівняння їх сигнатур, причому довжина сигнатури, а відповідно, і число операцій порівняння фіксовані. При подальшій оптимізації було виявлено, що через випадковість вибору ін'єкцій у групі відповідні координати сигнатур двох документів співпадають з імовірністю, рівною імовірності збігу самих документів. З урахуванням цих міркувань сигнатура документу поділялась на 6 «супершиноглів», де «супершиногл» є конкатенацією 14 прототипів, що йдуть один за одним. Для підтвердження схожості документів достатньо, щоб у них співпали не менше двох пар супершиноглів. Перевірку таких збігів прискорює заміна векторів супершиноглів на вектори мегашиноглів, чії координати являють собою конкатенації всіх можливих пар супершиноглів. Для 6 супершиноглів будуть отримані 15 мегашиноглів, і для схожості документів достатньо збігу однієї пари мегашиноглів.

Висновок. В результаті дослідження було розроблено програмний продукт, котрий забезпечує пошук дублікатів текстових файлів, що в свою чергу збільшило надійність та впорядкованість файлових систем, це дозволяє зменшити кількість полумок, пов'язаних з великою кількістю версій документів.

Список літературних джерел

1. Manber, Udi. Introduction to algorithms: a creative approach : [англ.]. — Addison-Wesley, 1989. — ISBN 978-0-201-12037-0.
2. <https://web.archive.org/web/20161220070250/https://www.cs.cmu.edu/~15859n/RelatedWork/Broder-GenRanSpanningTrees.pdf>

ЕМУЛЯЦІЯ ЦИКЛУ СКАНУВАННЯ ПРОГРАМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЛК НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ

Лосіхін Д. А., Брехов О. В., Тітова О. В., Фурса О. О.

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

Вступ. Сучасні засоби управління на базі мікропроцесорної техніки надають можливість реалізувати аналоги промислових програмованих логічних контролерів (ПЛК) на апаратному та програмному рівні. Тут розглядається підхід до реалізації структури програми управління промислового ПЛК на мікроконтролерах та реалізація взаємодії програми управління на мікроконтролері з периферійними дискретними пристроями.

Основний матеріал. Типова програма ПЛК має робочий цикл, який називається циклом сканування [1]. Розглянемо один із варіантів реалізації циклу сканування ПЛК на прикладі мікроконтролерів сімейства AVR за етапами: налаштування входів мікроконтролера; зчитування даних із модулів введення; програма керування; запис даних у модулі виведення.

Виводи мікроконтролерів, налаштовані в режимі входу, можуть бути запрограмовані підтягнутими до живлення. Для цього необхідно встановити біт, що відповідає входу n порту x : ($\{DDx_n, PORTx_n\} = 0b01$), [2], і в цьому випадку, вхід мікроконтролера буде джерелом струму для периферійного пристрою, наприклад:

```
DDRD &= ~ (1 << PD3); // Налаштування виводу PD3 порту D на вхід;  
PORTD |= (1 << PD3); // Підтяжка входу PD3 до живлення.
```

Для деяких сімейств мікроконтролерів, щоб використовувати вхід мікроконтролера як сток струму від периферійного пристрою, можна забезпечити підтяжку входу до землі фізично, з урахуванням опорів ділянки напруги. Налаштування такого входу на програмному рівні зводиться до скидання біта, що відповідає входу n порту x : ($\{DDx_n, PORTx_n\} = 0b00$), наприклад:

```
DDRD &= ~ (1 << PD2); // Налаштування виводу PD2 порту D на вхід;  
// Переведення входу PD2 у високоімпедансний стан:  
PORTD &= ~ (1 << PD2);
```

Виводи мікроконтролера використовуємо як аналог вхідних/вихідних модулів ПЛК. На програмному рівні дискретні входи/виходи мікроконтролера відображаються відповідними бітами у внутрішніх змінних беззнакового типу розміром 1 байт (залежить від кількості входів/виходів).

Вхідні дискретні дані зчитуємо безпосередньо з відповідного регістру порту у внутрішню змінну для подальшої обробки, а дискретні вихідні дані з внутрішньої змінної записуються безпосередньо у відповідний регістр порту, наприклад:

```
volatile uint8_t X; // Глобальна змінна - дискретні входи;  
X = PORTB; // Оператор читання входів порту в нескінченному циклі;  
X = (PORTB & 0xFC) | (PORTC & 0x03); // Входи X7, ..., X0: PD7, ..., PD2,  
// PC1, PC0;  
volatile uint8_t Y; // Глобальна змінна - дискретні виходи;
```

```
PORTD = Y; // Оператор запису виходів у нескінченному циклі.
PORTC |= (Y >> 4 & 0x0C), // Виходи (старші біти Y7, Y6): PC3, PC2;
PORTB |= (Y & 0x3F); // виходи (молодші біти Y5, ..., Y0): PB5, ..., PB0.
```

Обробка вхідної інформації починається спочатку з визначення стану окремих входів мікроконтролера, і тепер - відповідного стану окремих біт внутрішньої змінної X, яка є відображенням входів у пам'яті мікроконтролера. У процесі обробки даних формуються стани окремих біт внутрішньої змінної Y, що є відображенням виходів у пам'яті мікроконтролера. Для доступу до бітів окремого байту можна використовувати побітові операції. Структура програми може включати, наприклад, оператори розгалуження і виклику необхідних функцій для обробки різних станів входів:

```
#define X0 0
...
#define Y0 0
...
// Оператори обробки дискретних входів:
// Варіант визначення стану окремого поіменованого біту:
if (1 << X5 & X) // якщо вхід X5 == 1,
//тут, виклик функції f51 або блок операторів;
else // якщо вхід X5 == 0,
//тут, виклик функції f50 або/і блок операторів.
// Оператори формування дискретних виходів:
Y |= (1 << Y0); // установка окремого поіменованого біта;
Y &= ~ (1 << Y1); // скидання окремого поіменованого біта.
```

Висновки. Наведені рішення щодо емуляції циклу сканування програми управління промислового ПЛК на мікроконтролері можна використовувати, як у навчальних цілях – для отримання навичок алгоритмізації та програмування мовою C/C++ мікроконтролерів вбудованих систем, так і з метою розробки прототипів ПЛК як технічних засобів промислової автоматизації.

Список літературних джерел

1. Max Rabiee. The Goodheart-Willcox Company, Inc., 2018 : Programmable logic controllers : hardware and programming. - ISBN 9781631269325
2. 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash / DATASHEET. (URL : https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)

ПРИНЦИП ЕФЕКТИВНОГО КЛАСТЕРНОГО УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Лосіхін Д. А., Корсун В. І., Шейкус А. Р., Чорна О. С.

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

Вступ. Розрахунок керуючих впливів у системах управління заснований на базовому принципі зворотного зв'язку. Управління складним технологічним процесом передбачає наявність математичної моделі об'єкта управління та алгоритму управління за математичними залежностями. Ефективне управління, в основному, зумовлене якістю математичної моделі, що враховує статичні та динамічні властивості об'єкта управління, а також якістю алгоритму управління за математичними залежностями.

Основний матеріал. Класичний підхід передбачає застосування алгоритму оптимального управління за математичною моделлю об'єкта управління для реалізації керуючого впливу. Слід зазначити, що втрати при управлінні в контурі зворотного зв'язку неминучі і зумовлені очевидними причинами: динамічними властивостями об'єкта управління, точністю математичної моделі об'єкта, і складністю алгоритму управління. Наприклад, запізнення в контурах об'єкта управління так само, як і тимчасова складність алгоритму управління безпосередньо впливають на старіння інформації в контурі управління. В ідеальному випадку, інтегральний показник якості перехідного процесу в системі управління має бути нульовим, а в реальних умовах – прагнути нуля. У разі стохастичних процесів втрати при управлінні, зумовлені процесом старіння інформації, можуть бути оцінені функцією ризику.

Звичайно, що завдання пошуку оптимального стану об'єкта управління займає певний час. І чим швидше і точніше ми вирішимо завдання, тим менше втрат. Однак, тимчасова складність алгоритму управління та точність математичної моделі пов'язані кількістю оброблюваної інформації та є антагоністичними. Маючи більш точну модель, ми обробляємо більше інформації, і, довше вирішуємо завдання управління. Менш точна модель, із меншою кількістю інформації, дозволяє швидше вирішувати завдання, але у першому випадку втрати збільшуються через старіння інформації, тоді як у другому випадку втрати збільшуються за рахунок меншої адекватності моделі. Ще одне істотне обмеження – своєчасне отримання достовірної інформації про стан об'єкта управління. Зазвичай, ця інформація – сигнали від датчиків, а саме – інформативні параметри вимірюваних фізичних величин. Запізнення у контурах виміру залежить не тільки від фізичних принципів виміру та їх реалізації, а й від кількості вимірювань, необхідних для отримання достовірної інформації в умовах стохастичної невизначеності в термінах метрологічного забезпечення вимірів.

За період часу розрахунку управляючого впливу об'єкт управління перебуває вже в іншому стані і розраховане управління втрачає свою актуальність, що пов'язано з точністю управління. Таким чином, виникає завдання вибору оптимального алгоритму управління за математичною

моделлю об'єкта управління, який мінімізує втрати при управлінні. Вирішенню цього завдання і сприяє запропонований тут принцип ефективного кластерного управління складними об'єктами.

Суть кластерного управління полягає у наявності кластерів алгоритмів управління та застосуванні оптимального набору алгоритмів. Пропонуємо три основні категорії алгоритмів управління:

- статичної оптимізації;
- динамічної оптимізації;
- алгоритми (функції) передбачення.

Для конкретної системи управління маємо безліч алгоритмів кожної з цих категорій. Крім того, розробляємо алгоритм координації алгоритмів управління.

Проведемо аналогію із класичними законами регулювання. Алгоритми статичної оптимізації використовуємо для швидкого, але неточного розрахунку управляючого впливу, тобто жертвуємо точністю. Зауважимо, що вони можуть бути розроблені за спрощеними моделями об'єкта управління та реалізувати менш точні чисельні методи. Більш тривалі алгоритми динамічної оптимізації використовуємо щоб уникнути статичної помилки, тобто доведення вихідної координати об'єкта до оптимального значення із заданою точністю, можливо, з використанням більш точних моделей об'єкта управління та досить точних чисельних методів. Алгоритми передбачення використовуємо на підставі даних про об'єкт управління та на підставі статистичного аналізу тренду вхідних даних. Алгоритм координації, у реальному режимі часу, аналізує стан об'єкта та координує виконання алгоритмів передбачення, статичної та динамічної оптимізації. Наприклад, якщо керований процес нестабільний так, що період часу перехідних процесів в об'єкті управління більше, ніж період часу зміни його вхідних станів, раціонально, за цими умовами використовувати швидкодіючий алгоритм статичної оптимізації, тимчасова складність якого дозволяє своєчасно визначати керуючі впливи на заданій кількості вхідних даних.

Висновки. Запропоновано принцип ефективного кластерного керування складними об'єктами. Кластеризація алгоритмів управління дозволить раціонально розподіляти завдання управління на безлічі ефективних алгоритмів, з метою зменшення втрат при управлінні. Як технічне забезпечення в розподілених системах управління, для реалізації цього принципу можуть бути використані високопродуктивні обчислювальні кластери.

Список літературних джерел

1. K. K. Singh, A. Nayyar, S. Tanwar, M. Abouhawwash / Emergence of Cyber Physical System and IoT in Smart Automation and Robotics : Computer Engineering in Automation / Krishna K. Singh, Anand Nayyar, Sudeep Tanwar, Mohamed Abouhawwash : Springer, 2021. – 217 p. ISBN 978-3-030-66221-9
2. K. Iqbal / A First Course in Control System Design / Kamran Iqbal. – Denmark : River Publishers - 2nd ed., 2020. –289 p. ISBN: 978-87-7022-152-8

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ З ФУНКЦІЯМИ СКАНУВАННЯ QR ТА NFC МАЙБУТНІМИ ФАХІВЦЯМИ ІТ.

Мазур І.-С. В., Скарубський О. В.

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
Тернопіль, Україна

Популярність мобільних технологій та необхідність швидкого обміну інформацією є основою для розробки додатків, спрямованих на оптимізацію процесів через сканування QR-кодів та NFC-міток. Розробка мобільного додатку, створює передумови для забезпечення зручного та ефективного використання технологій сканування QR та NFC, які будуть використовуватися майбутніми фахівцями ІТ з метою автоматизації технологічних процесів. Відповідні технології вже широко застосовуються у бізнесі, медицині, торгівлі та інших галузях.

Для розробки мобільного додатку із функціями сканування QR та NFC, майбутні фахівці ІТ повинні володіти низкою ключових навичок. Починаючи від вибору платформи (iOS, Android) та відповідних модулів, функцій мобільного додатку.

QR (Quick Response) і NFC (Near Field Communication) - це обидві технології, які використовуються для бездротового обміну даними між пристроями.

QR-код – це двовимірний штрих-код, який здатний зберігати значно більше інформації, ніж звичайні одновимірні штрих-коди [2]. Безпосередньо QR-коди використовуються для швидкого зчитування даних за допомогою камери смартфона або іншого пристрою з вбудованою камерою. Вони використовуються в рекламі, продуктах, візитницях, квитках, та інших областях. Ключовою перевагою відповідної технології є простота у використанні, висока місткість інформації, широке використання у різних галузях.

NFC (Near Field Communication) – це бездротовий стандарт для короткодіючого обміну даними між пристроями на відстані, яка зазвичай становить кілька сантиметрів [1]. NFC використовується для безконтактних платежів (наприклад, з використанням мобільних телефонів або карток), обміну контактами, швидкого з'єднання пристроїв (наприклад, парування Bluetooth-гарнітур), доступу до хмарних сервісів. До небагатьох переваг можемо віднести швидкість «зчитування» даними, можливість безконтактних платежів, включаючи технології "дотик і оплати". Обидві технології використовуються для спрощеного обміну інформацією, але в різних контекстах та з різними перевагами. QR-коди частіше використовуються для зчитування інформації з екрану або друку, тоді як NFC використовується для безпосереднього бездротового обміну даними між пристроями на невеликій відстані.

На етапі проектування мобільного додатку слід визначити його основні функціональні особливості до яких входить: зчитування інформації з відповідного бездротового стандарту NFC; отримання відповідної

інформації; виконати підбір відповідних бібліотек та фреймворків для реалізації функціональності сканування QR та NFC.

В процесі розробки додатку слід враховувати відповідні архітектурні вимоги та принципи «чистого коду». Розробка мобільного додатку у нашому випадку включатиме використання функції активації прослуховування nfc модуля. На рисунку 1 наведено фрагмент програмного коду.

```
runNfcScan() {
  this.showRetryButton = false;

  if (this.isIOS) {
    console.log('NFC: start for IOS');
    this.nfc.scanNdef().then(
      tag => {
        this.processNfcData(tag);
      },
      err => {
        console.log('NFC: Error ', err);
        this.showRetryButton = true;
      }
    );
  } else if (this.isAndroid) {
    console.log('NFC: start for Android');
    this.$readerMode.unsubscribe();
    this.$readerMode = this.nfc.addNdefListener().subscribe(
      next: data => {
        this.processNfcData(data.tag);
      },
      error: err => {
        console.log('NFC: Error ', err);
      }
    );
  } else {
    console.log('NFC: scanner not available');
  }
}
```

Рисунок 1 – Програмний код функції активації прослуховування nfc модуля

Застосування модуля для перевірки дозволу додатка на використання камери. Якщо ця функція запускається вперше, додаток запитуватиме дозвіл на використання камери. Фрагмент даного модуля відображено на рисунку 2.

```
async initScannerQR(): Promise<{ result: boolean, data?: any }> {
  if (this.isNeedPrepare === false) {
    return {result: true};
  }
  this.updateQRStatus(QR_STATUS.disabled);
  return new Promise<{ executor: async (resolve) => {
    try {
      const status = await Camera.requestPermissions({permissions: ['camera']});
      if (status.camera === 'granted') {
        // camera permission was granted
        // start scanning
        this.isNeedPrepare = false;
        resolve({value: {result: true}});
      }
      if (status.camera === 'denied' || 'prompt-with-rationale') {
        // camera permission was permanently denied
        resolve({value: {result: false, data: status}});
      } else {
        // permission was denied, but not permanently. You can ask for permission again at a later time.
      }
    } catch (error: any) {
      resolve({value: {result: false, data: error}});
      console.log('Error is', error);
    }
  }});
}
```

Рисунок 2 – Програмний код модуля для надання дозволу додатка на використання камери.

Розробка функціоналу сканування QR-кодів включає в себе: огляд процесу розробки та використання бібліотек для сканування QR-кодів, логіку сканування, отримання інформації, а також обробку усіх можливих помилок, що збільшить надійність додатку. Щодо розробки функціоналу NFC в даний етап слід віднести: опис процесу розробки та використання бібліотек для взаємодії з NFC, що включає в себе сканування та запис даних з NFC наклейок, а також встановлення зв'язку між додатком та NFC-пристроями. Розгляд практичних кроків і бібліотек, які допомагають реалізувати цей функціонал для покращення інтерактивності додатку.

Також слід виокремити налаштування дозволів та сертифікатів що включає: пояснення необхідності та розбір процесу налаштування дозволів для камери, NFC та створення необхідних сертифікатів для забезпечення функціонування додатку на платформах IOS та Android. Враховуючи основні етапи розробки мобільного додатку, доцільно було б розглянути орієнтовану структуру додатка, яка включатиме:

- Ергономічний та зручний інтерфейс для максимальної доступності користувачам.
- Модуль сканування QR-кодів та NFC-міток з оптимальним алгоритмом обробки зчитаної інформації.
- Модуль взаємодії з базою даних для зберігання та обміну отриманою інформацією.
- Налаштування для персоналізації та оптимізації додатку.

Розробка мобільного додатку з функціями сканування QR та NFC для майбутніх фахівців ІТ не лише сприятиме їхньому поглибленню в сучасних технологіях, але й дозволить здобути практичний досвід, необхідний для успішної кар'єри в індустрії розробки програмного забезпечення. А також використати переваги розроблених мобільних додатків для відповідних автоматизованих систем.

Список літературних джерел:

1. NFC. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/communication> (дата звернення 15.10.2023).
2. QR. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 15.10.2023).

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРУ ФІЛАМЕНТА ДЛЯ 3D ДРУКУ

Марченко Д. М.¹ Ткач М. О.²

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

² НТУ «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

У сучасному світі переробка пластикових відходів має велику актуальність, тому що одна з найбільших екологічних, соціальних та технічних проблем на сьогоднішній день – забруднення планети різними видами відпрацьованого пластику. Переробка пластику методом екструзії відбуватиметься за допомогою переробки пластикових відходів у нитку для 3D-друку. В наші дні актуальність використання 3D-принтерів як ніколи потрібна, можна друкувати практично будь-які деталі. Отриманий пластик відрізняється невеликими відхиленнями у розмірі під час друку їм необхідно постійно контролювати розмір нитки та коригувати подачу.

Датчики для вимірювання філаменту на оптичному принципі чутливі до складу та коліру філаменту. При використанні оптичного лінійного датчика збільшується ціна пристрою [1]. Датчики побудовані на двох датчиках хола не такі точні [2].

Запропонована нами комп'ютеризована система вимірювання діаметру філаменту - це система, яка призначена для точного вимірювання діаметру філаменту, який використовується у 3D-друці.

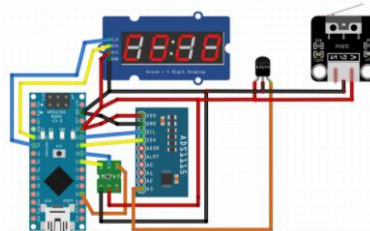


Рисунок 1 – Схема вимірювання діаметру філаменту

Основними функціями цієї системи є вимірювання діаметру філаменту, відображення його на дисплеї та можливість корегування параметрів друку, таких як швидкість подачі матеріалу та заповнення, залежно від вимірювань діаметру.

Система вимірювання діаметру філаменту дозволяє збільшити точність та якість друку, уникнути пошкоджень, дефектів та зменшити відходи матеріалу.

Список літературних джерел

1. Filament Width Sensor with 3 LEDs, TSL1401CL, and Arduino Pro Micro. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.thingiverse.com/thing:704897>

2. Inline Filament Diameter Estimator. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.printables.com/model/57154-infidel-inline-filament-diameter-estimator-lowcost>

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ API ІНТЕРФЕЙСУ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ БІБЛІОТЕК

Марченко Е. В., Коротка Л. І.

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

Ключовим елементом сучасного програмування, який дозволяє різним програмам та сервісам взаємодіяти між собою є API (Application Programming Interface) [1]. Інтерфейси надають можливість обміну даними та функціональністю між різними програмами і компонентами. Вони використовуються в різних галузях, від веб-розробки до IoT і облікового обладнання.

API можуть бути представлені у вигляді набору функцій, процедур, класів або способів обміну даними. Вони дозволяють створювати додатки, які взаємодіють із сторонніми сервісами і використовують їхню функціональність.

Як відомо, бібліотеки – це готові набори функцій, класів та ресурсів, які розробники можуть включити в свій код для спрощення роботи та забезпечення високої якості програмного забезпечення [2].

API та бібліотеки є важливими інструментами для розробників, які дозволяють полегшити взаємодію між програмами, використовувати готовий код і ресурси, та полегшити розробку програмного забезпечення.

Хмарні сховища (cloud storage) є технологічними інструментами, що дозволяють користувачам зберігати, керувати та отримувати доступ до своїх даних через Інтернет, а не на локальних пристроях. Ці технологічні інструменти змінили спосіб роботи з даними та забезпечення доступу до них. Хмарні сховища надають можливість зберігання даних на серверах, що належать великим компаніям, таким як Amazon, Google та Microsoft. Вони є важливими для користувачів, бізнесу та організацій.

Зростаюча популярність хмарних сховищ свідчить про їхню зручність. Однак важливо враховувати як переваги, так і недоліки цієї технології, і використовувати її з обачністю, враховуючи власні потреби та вимоги.

Проектування інформаційної системи або програмного продукту для монтування хмарних сховищ, як мережевих дисків, вимагає ретельної розробки та реалізації алгоритмів, які забезпечують синхронізацію даних та авторизацію користувачів. Далі наводяться деякі ключові аспекти цих алгоритмів.

Визначення змін: алгоритм повинен визначити, які файли чи дані змінилися, як на локальному комп'ютері, так і на хмарному сховищі. Це може виконуватися за допомогою порівняння даних та міток часу.

Ефективність передачі даних: синхронізація повинна бути ефективною, враховуючи можливі обмеження мережі, такі як швидкість передачі даних. Використання компресії та інших способів оптимізації може покращити продуктивність.

Розв'язання конфліктів: синхронізація може викликати конфлікти, коли той самий файл змінюється на локальному комп'ютері та хмарному сховищі. Алгоритм повинен вирішувати такі конфлікти та виробляти стратегії їх розв'язання.

Інформування користувача: користувач повинен бути проінформованим про хід синхронізації та про можливі проблеми чи конфлікти.

Захист даних: синхронізація повинна забезпечувати захист даних під час передачі через мережу та під час збереження на стороні хмарного сховища.

Аутентифікація: алгоритм повинен перевіряти ідентифікацію користувача з допомогою логіна та пароля або інших методів аутентифікації, таких як біометричні дані чи двофакторна аутентифікація.

Авторизація прав доступу: після аутентифікації користувача, програма повинна визначити, які права доступу він має до даних у хмарному сховищі. Це включає в себе визначення, які файли можуть бути доступні для читання або запису, і які – ні.

Захищене зберігання авторизаційних даних: паролі та інші авторизаційні дані повинні бути безпечно збережені та передані через захищені канали.

Використання стандартів безпеки: важливо використовувати стандарти безпеки, такі як OAuth, OpenID Connect та інші, для забезпечення найвищого рівня безпеки та захисту даних користувачів.

Конкретна реалізація цих алгоритмів буде залежати від вибору конкретного хмарного сховища та технічних особливостей. Важливо також враховувати законодавчі та регуляторні вимоги, які можуть вплинути на проектування та реалізацію системи для забезпечення відповідності їх вимогам щодо захисту даних та приватності користувачів.

Загальний процес проектування інформаційної системи включає в себе аналіз вимог, розробку архітектури, реалізацію та тестування, а також постійне удосконалення та підтримку системи після її впровадження. Важливо також враховувати вимоги користувачів та бізнес-середовища, щоб забезпечити задоволення їх потреб.

Хмарні сховища вже давно відіграють важливу роль у роботі індивідуальних користувачів, підприємств та організацій. Цей інструментарій забезпечує зручний доступ до даних, спільну роботу над файлами та автоматичну синхронізацію між пристроями. Проте, багато користувачів стикаються з необхідністю пересилати файли з хмарних сховищ на свій комп'ютер, щоб працювати з ними, і навпаки. API інтерфейси дозволяють створювати мости для доступу до хмарних сховищ як до звичайних мережевих дисків.

Список літературних джерел

1. Johnson, R. (2019). Building Modern Libraries with API Integration. *Journal of Software Engineering*, 25(3), 112-130.
2. Lee, C., & Jackson, D. (2020). API-Based Library Management: Challenges and Opportunities. *Journal of Library Automation*, 45(2), 98-115.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ В ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ RFID

Мороз С. В., Хорошилов С. В.

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

Електронні системи контролю доступу стають все більш поширеними в житті багатьох людей. Електронні замки використовуються там, де присутність сторонніх заборонена, наприклад, на складах або в офісах компаній.

Електронний замок - це спеціальний електронний пристрій, який використовується для запобігання проникненню сторонніх осіб у замкнене приміщення або для обмеження виходу сторонніх осіб з приміщення. Система контролю приймає рішення про доступ до приміщення на основі сигналів від різних пристроїв: зчитувача магнітних карток, штрих-коду, біометрії, набірної клавіатури, пульта дистанційного керування та інших датчиків.

У більшості випадків електронний замок є частиною комплексної системи контролю доступу. Електромеханічні та електромагнітні запірні пристрої використовуються як механізми для запобігання доступу в приміщення. Використання мікроконтролера спрощує базові маніпуляції з системою контролю доступу та самим електронним замком.

Тим не менш, електронні системи контролю доступу є досить дорогими для пересічного громадянина. Однак існують рішення, які дозволяють широкому загалу використовувати електронні замки для різноманітних цілей.

З огляду на це, розробка багатофункціонального пристрою контролю доступу на базі мікроконтролера є актуальною задачею.

Метою є розробка системи управління замком та створення робочого макету системи контролю доступу на основі мікроконтролера.

Програмна складова системи була розроблена в середовищі Arduino IDE.

В системі були використані наступні компоненти:

- Мікроконтролер Arduino Uno;
- RFID-зчитувач моделі RC522 та RFID-мітки;
- Сервопривід;
- RGB світлодіоди;
- Кнопки та п'єзодинамік.

Багато підприємств потребують інтелектуальних систем контролю доступу. Технологія RFID може забезпечити як контроль, так і відстеження, реєстрацію проходження карток через певні точки доступу тощо.

Багато хто стверджує, що історія RFID бере свій початок ще з часів Другої світової війни. Хоча методи, що використовуються сьогодні, були вдосконалені і застосовуються в інших сферах, ті ж самі ідеї все ще актуальні [1].

RFID - це абревіатура для радіочастотної ідентифікації. RFID - це назва для всіх процесів, які використовують радіохвилі для ідентифікації об'єктів.

Зазвичай системи RFID складаються з наступних компонентів:

- Зчитувач, який підключений до антени (або інтегрований з нею).
- Антена, яка випромінює радіосигнал.
- Мітка (транспондер), що надає зворотний сигнал з доданою інформацією.

Іноді RFID-зчитувачі та антени інтегровані, а іноді до одного зчитувача під'єднують кілька антен. Зчитувач - це частина, що відповідає за генерацію сигналу, модуляцію, перетворення інформації тощо. Антена - це частина, яка надсилає та приймає радіосигнал. Мітка носить людину, тварину або предметом і зазвичай містить номер (у певному форматі).

Зчитувач зазвичай підключений до сторонньої системи, яка отримує (і зберігає) події RFID і використовує ці події для запуску дій. В індустрії безпеки такою системою може бути система контролю доступу до будівлі [2].

Розглянемо докладніше системи контролю доступу, які складаються з:

- RFID-карток контролю доступу, які зчитуються.
- Зчитувача RFID-карт контролю доступу на дверях.
- Панелі контролю доступу (фізичний контролер), апаратне забезпечення, яке може відкривати замки на дверях.
- Системи контролю доступу (програмне забезпечення), яка керує правами доступу та авторизацією в будівлі.

У світі існує багато різних систем контролю доступу. Більшість з них зберігають права доступу для окремих осіб (або транспортних засобів) і пов'язують цих осіб з чимось, що їх ідентифікує. Зазвичай це номер, який зберігається на картці контролю доступу.

Коли картка контролю доступу (RFID-мітка) підноситься до зчитувача контролю доступу біля дверей (RFID-зчитувач з RFID-антеною), саме цей номер надсилається до центру контролю доступу (фізичного контролера).

Центр управління підключається до програмного забезпечення контролю доступу (на сервері або в хмарі), щоб побачити, хто підключений до цього номера і чи має доступ до дверей, до яких він наближається.

Якщо особа має доступ, подія реєструється на сервері (в журналі подій), а панель контролю доступу отримує запит на відчинення дверей (шляхом надання команди фізичному замку на розблокування).

Основний принцип простий. Отже, багато програмних компонентів і апаратних пристроїв працюють на фізичне відчинення дверей, коли людина з відповідними правами доступу підносить свою RFID-картку до RFID-зчитувача.

Мета роботи, а саме створення системи обмеження доступу в приміщення з використанням технології RFID, була успішно досягнута. Дана система може бути використана в абсолютно будь-якій компанії або організації, яка зацікавлена в підвищенні безпеки своїх об'єктів. Особливістю вказаної системи є можливість зберігати і стирати ID-карту в "режимі очікування" без перепрошивки завдяки кнопці для запису і видалення карт.

Список літературних джерел

1. RFID History — [Електронний ресурс]. URL: <https://www.electronicnotes.com/articles/connectivity/rfid-radio-frequency-identification/developmenthistory.php>

1. What is RFID? — [Електронний ресурс]. URL: <https://www.nedapidentification.com/insights/what-is-rfid/>

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ В АГРАРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Науменко Ю. Ю., Гармідер Л. Д.

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

Ризик є важливим аспектом сільськогосподарського бізнесу. Невизначеність, притаманна погоді, врожайності, попиту та пропозиції, цінам, міжнародній та внутрішній політиці та іншим факторам, що впливають на сільське господарство, може призвести до різких коливань у доходах, витратах та фінансових результатах сільськогосподарських підприємств.

Управління ризиками передбачає вибір варіантів пом'якшення несприятливих фінансових наслідків, що виникають внаслідок такої невизначеності [1;2]. Прийняття рішень з урахуванням ризиків неможливе без ідентифікації, аналізу та оцінки основних ризиків, притаманних бізнесу в аграрному секторі. Ймовірність і серйозність впливу того чи іншого ризику на сільськогосподарське підприємство варіюється і залежить від ряду факторів, у тому числі специфічних для конкретної організації.

Нейтралізація фінансових ризиків – це механізм, який дозволяє сільськогосподарським підприємствам застрахуватися від несприятливих наслідків. Іншими словами, нейтралізація ризиків у сільському господарстві є одним з основних напрямків стратегії забезпечення фінансової безпеки підприємств [3; 4]. Однак не можна сказати, що методи пом'якшення негативних наслідків є універсальними. Можливі методи нейтралізації залежать від виду ризику, і для того, щоб краще зрозуміти природу ризику, розглянемо його основні види:

1) ризик зниження фінансової стійкості. Це ризик того, що нестабільна збалансованість грошових потоків на підприємстві, тобто недостатня координація між використанням власних і позикових коштів, призводить до фінансової незбалансованості, що особливо характерно для сільськогосподарських підприємств. Цей вид ризику є серйозною небезпекою для підприємств і може призвести до неплатоспроможності. Шляхом його нейтралізації в цьому випадку є мінімізація нецільового використання позикових коштів та ефективний розподіл власних коштів протягом календарного року;

2) ризик неплатоспроможності підприємства. Цей ризик виникає через сезонність сільськогосподарського виробництва та неліквідність ліквідних активів. Ризик неплатоспроможності підприємства пов'язаний з незбалансованістю річних грошових потоків. Наслідки та методи мінімізації ризику такі ж, як і для ризику фінансової стійкості;

3) інвестиційний ризик. Існування цього ризику пов'язане зі знеціненням інвестицій під впливом макроекономічних факторів. Іншими словами, це потенційна втрата підприємством інвестиційних коштів. Види інвестиційного ризику можна розділити на ризик реального інвестування та ризик фінансового інвестування. Несприятливі наслідки ризику можна пом'якшити, забезпечивши

компенсацію можливих фінансових втрат, спричинених ризиком, шляхом ретельнішого відбору інвестицій;

4) процентний ризик. Його суть полягає в непередбачених змінах процентних ставок. Цей вид ризику викликаний змінами кон'юнктури фінансового ринку, в основі яких лежать зміни співвідношення попиту і пропозиції на грошові ресурси, державне регулювання та інші фактори. Негативні фінансові наслідки цього виду ризику можуть виникнути при інвестуванні в проекти з тривалими термінами реалізації;

5) інфляційний ризик. Оскільки цей ризик присутній у будь-якій фінансовій діяльності, він не може бути повністю нейтралізований так само, як вищезгадані ризики. Однак цей вид ризику не є типовим для сільськогосподарських підприємств;

6) податкові ризики. Для підприємств цей вид ризику є непередбачуваним, а тому має дуже негативний вплив на господарську діяльність і важко піддається нейтралізації;

Пильна увага керівництва до вищезазначених ризиків та загроз сприятиме підвищенню стабільності та стійкості сільськогосподарських організацій. Розвиток та поширення професійною та науковою спільнотою кращих практик оцінки та управління ризиками з урахуванням специфіки галузі сприятиме підвищенню якості управління ризиками в аграрній промисловості та підвищенню конкурентоспроможності вітчизняного сільського господарства на національному та міжнародному ринках.

Список літературних джерел

1. Ємельянов О. Ю. Діагностування рівня фінансової стійкості підприємств агропромислового комплексу. Агросвіт. 2020. С. 3-9.
2. Гонтарук Я. В. Перспективи розвитку страхування фінансових ризиків під час проведення реструктуризації переробних підприємств агропромислового комплексу. Інфраструктура ринку. 2018. Вип. 14. С. 90-96.
3. Шмельова В. В. Пріоритетні заходи з підвищення фінансової стійкості підприємств агропромислового сектору України. Агросвіт 2016. С. 38-45.
4. Кубай О. Г., Заставнюк О. А. Удосконалення фінансово-економічної безпеки в системі антикризового управління аграрного підприємства. Агросвіт 2022. С. 68-78.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ МЕТАЛООБРОБКИ

Нечипоренко О. В., Нетахата Ю. В., Семененко Д. А.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Автоматизована система контролю виробничого процесу металообробки допомагає підвищити продуктивність, якість та ефективність виробництва, забезпечуючи оптимальне функціонування обладнання та процесів металообробки. Переваги використання цієї системи включають підвищену точність обробки, зменшення відхилень, зниження витрат на матеріали та енергію, покращення безпеки роботи та забезпечення стабільної якості продукції [1-2].

Мета роботи - розробка системи автоматичного вимкнення металообробних верстатів при перемиканні на резервне живлення за допомогою мікроконтролера.

У процесі дослідження використовувалися системи розробки і програмування для Arduino UNO (Arduino IDE), і система моделювання і візуалізації роботи програми (Proteus Design) [3].

Arduino UNO (Arduino IDE) – ця плата була обрана через її доступність та надійність, а фірмове середовище програмування використовує легку для вивчення мову.

Proteus Design – це середовище надає інструменти для створення та моделювання електронних схем з використанням графічного інтерфейсу, дозволяє виконувати симуляцію роботи електронних схем в реальному часі

В ході дослідження було створено модель та програму які виконують необхідні дії поставленої в задачі по контролю верстатів на підприємстві.

Після вмикання плати Arduino Uno, контролер перевіряє наявність високого потенціалу на контакті 0. Якщо ця умова виконується, програма продовжує виконувати подальші дії. Далі відбувається моніторинг стану кожного верстата за допомогою SENSOR1 та SENSOR2, які підключені до контактів 1 і 2 відповідно. Ці сенсори служать для виявлення закінчення роботи верстатів та при наявності вхідного сигналу на PIN0, програма видає керуючі сигнали на контактах 8 та 9 для вимкнення верстатів.

Після вимкнення верстатів програма проводить аналіз значень, отриманих з контактів 3 і 4. Якщо обидва сигнали мають низький потенціал, програма подає сигнал на контакт 13, вимикаючи при цьому освітлення. Після цього встановлюється затримка тривалістю 5 секунд, і програма подає сигнал на контакт 12 для перемикання живлення з резервного джерела на основне.

Виконавши данні операції програма завершує свою роботу та переходить на початок циклу, щоб при наступному перемиканні живлення повторити вищезазначений процес. Така послідовність дій забезпечує автоматичний контроль та управління верстатами та живленням у системі.

Програма достатньо гнучка та легко масштабується для контролю більшої кількості верстатів або інших пристроїв.

Сформовану модель можна переглянути на рисунку 1.

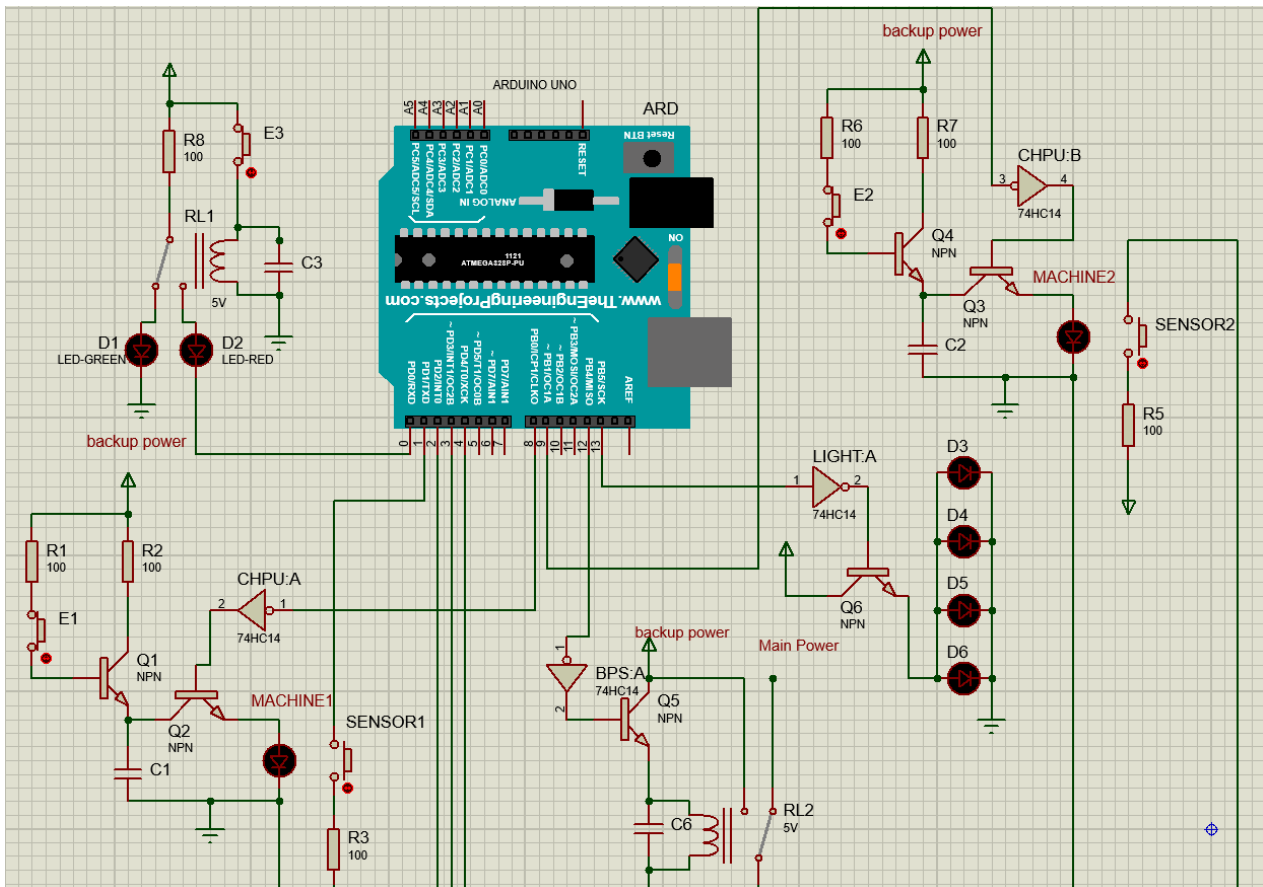


Рисунок 1 – Сформована схема вимкнення верстатів та контуру освітлення за допомогою плати Arduino Uno в середовищі моделювання Proteus

Висновок: в результаті дослідження було розроблено систему, яка забезпечує автоматичне вимкнення металообробних верстатів при перемиканні на резервне живлення, що в свою чергу збільшило надійність та безпеку під час роботи на верстатах, дозволило зменшити кількість поломок, пов'язаних з перепадами живлення та зберегти інструменти від пошкодження.

Список літературних джерел

1. Mikell P. Groover, Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, USA, Lehigh University.—Fourth edition, 2015
2. Tuan Anh Nguyen, Digital Manufacturing: Principles, Systems and Applications, Australia Queensland University of Technology, 2016
3. Плата Arduino Uno [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno/> (дата звернення 25.05.2023) – Назва з екрана.

УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ВЕРСТАТА З ЧПУ**Нечипоренко О. В. , Шаповалова Г. С.**

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Модернізація верстатів з ЧПУ – оновлення компонентів та вузлів, системи управління верстата з метою збільшення надійності обладнання, якості виробів, що отримуються на ньому, а також його продуктивності та функціоналу – є чудовою альтернативою купівлі нового обладнання [1].

Основною метою проекту була заміна контактних схем реле на більш сучасне обладнання, а отже, заміна схем управління на програмовані реле. Це дає

більшу енергоефективність, що полягатиме у споживанні меншої кількості енергії, збільшенні швидкості у переключанні сигналів, зменшенні електромагнітних перешкод та габаритних розмірів.

Для роботи був підібраний токарно-револьверний верстат 1Г340П, що керує обробкою деталей як в ручному, так і в автоматичному режимі [2]. В якості засобів програмування пристроїв управління були використані [3]:

- Мова програмування FBD (Function Block Diagram) – графічна мова програмування, призначена для програмування програмованих логічних контролерів;

- Мова релейної логіки LD (Ladder Diagram) – призначена для програмування промислових контролерів;

- Мова програмування SFC (Sequential Function Chart) – призначений для написання програм послідовного управління технологічним процесом, що описує його у формі близькій до діаграми станів;

- Середовище програмування реле Zelio Logic.

Аналіз показав, що є значна кількість вхідних вихідних сигналів, тому було вирішено використати два програмованих реле.

Реле 1 виконує роль програматора і керує муфтами вибору швидкостей, аналізує стан кнопок управління та датчиків і формує відповідні сигнали управління на виходах.

Реле 2 керує двигуном, подачею і затисканням прутка, охолодженням і змащенням головного приводу, подає робочі сигнали для відповідних функцій управління на силові контакти електромагнітної муфти, електромагніту і контактора, а також подає на двигун напругу мережі. Головний привід починає обертатися, програмоване реле продовжує аналізувати стан вхідних сигналів, захищає від перевантажень і вимикає машину в аварійній ситуації.

Управління пристроєм відбувається за допомогою кнопок і перемикачів на пульті управління верстата. За допомогою програми програмованого реле реалізується управління пристроєм по розроблених алгоритмах.

Стан кнопок управління і датчиків аналізується програмованим реле, що формує відповідні сигнали управління на виходах. Відповідний управлінський сигнал подається на електромагнітні муфти, електромагніти, напруга мережі подається на двигун і головний привод обертається. Аналіз стану вхідних

сигналів продовжується програмованим реле. Відповідно до головного привода вмикаються і інші механізми.

Удосконалена схема управління наведена на рисунку 1.

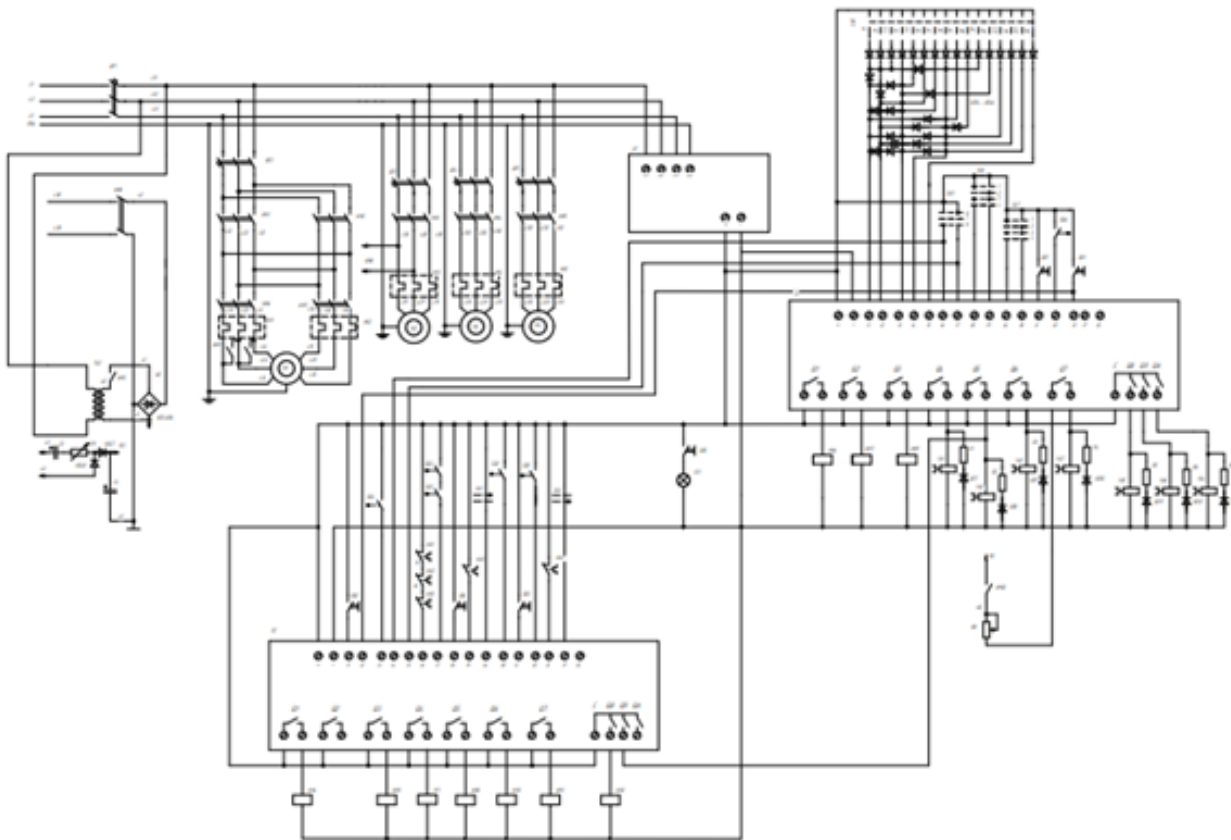


Рисунок 1 – Модернізована електрична схема

Висновок: при заміні контактних реле на більш сучасні ми отримали більшу надійність, що не дає зношуватися та вимагати регулярного обслуговування або заміни, меншу кількість споживання енергії, оскільки не вимагають струму утримання контактів, швидкодію у перемиканні сигналів значно швидше, менша схильність до вироблення електромагнітних перешкод.

Список літературних джерел

1. Теряєв В. І. Автоматизований електропривод ч. 2: навчальний посібник / В. І. Теряєв. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 204 с.
2. Павленко І. І. Роботизовані технологічні комплекси. Монографія / І. І. Павленко, В. А. Мажара. – Кропивницький: Видавництво ТОВ «КОД», 2019. – 382 с.
3. Тігарев А. М. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи: Програмування ПЛК. Вивчення мови релейних діаграм (LD) / А. М. Тігарев. – Одеса: Видавництво Друкарня ВМВ, 2019. – 20 с.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СХЛОПУВАННЯ КОВІТ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕФЕКТУ ЮТКІНА У ВИХРОВИХ ТА РОТОРНО ІМПУЛЬСНИХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРАХ

Нікольський В. Є, Яриз В. А., Козлов Я. М., Павлюс С. Г., Гнатко О. М.
ДВНЗ «Український держаний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

Явища, пов'язані із застосуванням ефекту Юткіна знайшли відбиток у широкому діапазоні технічних завдань в яких здійснюється несталий рух [1].

У вихрових та роторно імпульсних теплогенераторах ефект Юткіна застосовується, як засіб, що дозволяє поліпшити ефективність схлопування ковіт, що утворюються в робочій частині зазначених пристроїв, в результаті процесу кавітації. За оцінками, у найбільш енергоефективних апаратах, в яких реалізуються теплові ефекти кавітації, відсоток схлопування ковіт не досягає 20-25%.

З метою підвищення енергоефективності вихрових та роторно імпульсних апаратів застосовано ефект Юткіна. У цьому випадку відсоток схлопування ковіт в результаті гідроудару збільшується, енергоефективність апарату підвищується, так як при схлопуванні виділяється додаткова теплова енергія, яка акумулюється в ковітах, що підвищує термічний ККД пристрою в цілому.

Основним питанням, яке виникає в цьому випадку – енергія (її кількісна оцінка), що виділяється при схлопуванні. Аналітичне вирішення подібного завдання досить складне і вимагає спрощення у самій постановці завдання дослідження.

Припустимо, що ковіта має форму сфери газової бульбашки змінного радіусу $R=R(t)$, і знаходиться в безмежній рідині, що не стискається, щільністю $\rho_0 = 1$ і тиском P_0 . Силою тяжіння, в'язкістю, поверхневим натягом, конденсацією газу (водяної пари) у бульбашці – нехтуємо.

Знайдемо закон зміни радіусу бульбашки $R(t)$, оскільки він характеризує процес схлопування.

Швидкість руху рідини, яка виникає за рахунок зміни радіусу бульбашки в даний момент часу t залежить від відстані r точки до центру бульбашки і дорівнює:

$$\frac{dr}{dt} = r' \quad (1)$$

Порівнявши витрати рідини на межі розділу фаз (межі бульбашки) і концентричній з нею сфери радіуса r знайдемо:

$$4\pi r^2 R' = 4\pi r'^2 r = \Phi, \quad (2)$$

де $\Phi = \Phi(t)$ – деяка функція часу

Таке співвідношення дозволяє обчислити кінетичну енергію всієї маси рідини на момент часу t :

$$E = \int_R^\infty \frac{1}{2} \left(\frac{\Phi}{4\pi r^2} \right)^2 \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{\Phi^2}{8\pi R} = 2\pi R^3 \cdot (R')^2. \quad (3)$$

Вважаємо, що в початковий момент часу t_0 рідина в стані спокою і $R_0=R(0)$, різниця між тиском рідиною P_0 і тиском газу усередині бульбашки P , є постійна величина. Без урахування сил поверхневого натягу отримуємо:

$$dE = -4\pi R^2 R' P dt. \quad (4)$$

Знак «-» пояснюється тим, що швидкість $R' < 0$, звідки проінтегрувавши знаходимо, що енергія дорівнює:

$$E = \frac{4}{3} \pi P (R_0^3 - R^3). \quad (5)$$

Порівняємо вираз (5) з виразом (3) отримуємо диференціальне рівняння із змінними, що розділяються, звідки:

$$(R')^2 = \frac{2P}{3} \cdot \frac{R_0^3 - R^3}{R^3}. \quad (6)$$

Проінтегруємо вирази (6) та отримуємо:

$$t = \sqrt{\frac{3}{2P}} \cdot \int_R^{R_0} \sqrt{\frac{r^2}{R_0^3 - r^3}} dr, \quad (7)$$

звідки можна знайти залежність $R=R(t)$.

При $R=0$ (з рівняння 6) швидкість R' необмежено зростає, що свідчить про гідравлічний удар. В результаті бульбашка (ковіта схлопується).

Приймаючи у рівнянні (7) $R=0$ знаходимо час схлопування:

$$\tau = \sqrt{\frac{3}{2P}} \cdot \int_0^{R_0} \sqrt{\frac{r^2}{R_0^3 - r^3}} dr \approx 0,9 \cdot \frac{R_0}{\sqrt{P}}. \quad (8)$$

Висновки Виконані аналітичні дослідження дозволяють розрахувати час схлопування ковіт і як наслідок оцінити тепловий еквівалент від ефекту Юткіна. Впливаючи розрядом через електроди, встановлені в робочій камері роторно імпульсного апарату або вихрового, ефективність схлопування ковіт підвищується, енергоефективність апарату в цілому зростає.

Список літературних джерел

1. Veleriy Nikolsky Modern energy efficient methods of heat generation/ The book contains unconventional methods of obtaining thermail energy based on pulsed processing of process fluids. – 2021. – 214.
2. Численное решение многомерных задач газовой динамики / Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я. и др. – М.: «Наука». – 1976. – 400 с.
3. Методы теории функций комплексного переменного / Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. – М.: «Наука». – 1976. – 736 с.

ІНФОРМАЦІЙНА AGILE-ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОМАНДНОЮ РОБОТОЮ

Олійник І. О., Ляшенко О. А.

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

Сьогодні все більше інформаційних систем з'являється для задоволення потреб користувачів. Цей тренд є відображенням зростаючої важливості та залежності від інформаційних технологій у сучасному житті. Інформаційні системи розробляються з метою полегшення та поліпшення різних аспектів повсякденного та професійного життя [1-3]. Сучасні ІТ-компанії стикаються з необхідністю ефективного управління робочим часом розробників для підвищення продуктивності та покращення якості розробки [4]. Створення інформаційної підсистеми, що призначена для організації та планування робочого часу розробників, є актуальним завданням [5], вирішенню якого присвячена ця робота.

Для створення продукту необхідно обрати відповідні технології та інструменти. Програмне забезпечення має бути надійним, безпечним та зручним у використанні. Розробка може включати наступні етапи:

- проектування бази даних для зберігання інформації про співробітників, проекти, завдання та робочий час;
- створення інтерфейсу користувача, який дозволить співробітникам вносити інформацію про свій робочий час і завдання;
- інтеграція системи з існуючими інструментами, такими як календарі та системи управління проектами.

Оцінка сучасного стану проблеми:

- обмежені можливості для складних проектів: Trello, хоч і простий у використанні, може обмежувати можливості для більш складних і великих проектів, де потрібна складніша структура та управління;
- відсутність функцій докладної звітності: Trello надає обмежені можливості для створення докладних звітів та аналітики, що може бути недостатнім для компаній, які потребують глибокого аналізу даних;
- обмежені опції налаштування: Trello надає менше опцій налаштування порівняно з Jira, що обмежує можливості адаптації системи під специфічні потреби організації;
- не завжди підходить для більш формальних проектів: Trello з картками та дошками може не відповідати формальним вимогам управління проектами у деяких галузях, таких як фінанси чи медицина.

Функціональне призначення інформаційної підсистеми організації та планування робочого часу розробників полягає в автоматизації наступних завдань:

- збір даних про робочий час розробників;
- аналіз даних про робочий час розробників;
- планування та організація робочого часу розробників.

На рис. 1 представлено фрагмент підсистеми щодо відстеження прогресу виконання завдань.

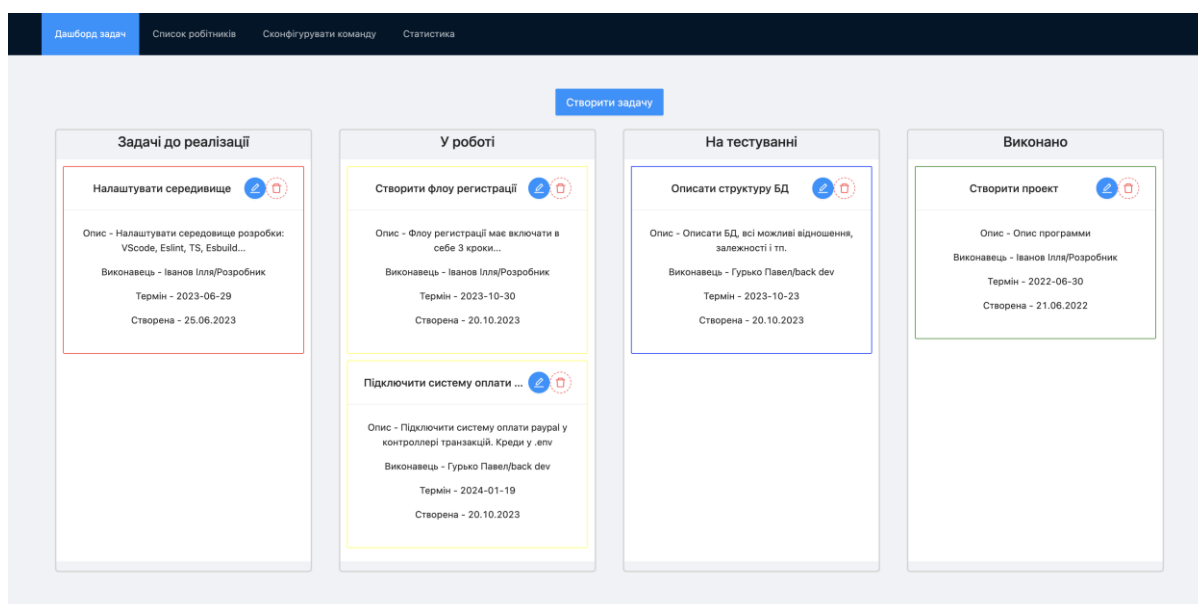


Рисунок 1 – Візуальний вигляд дошки задач

Проведено огляд предметної області, аналіз актуальності розв'язування задачі, огляд програмних аналогів та детальний огляд платформ Trello та Jira, аналіз структурних на функціональних особливостей проекту. Створено інтерфейс застосунку та реалізовано задачі створення та редагування профілю робітника, створення видалення та редагування задачі, переміщення задач для зміни статусів. Реалізована дошка для візуалізації завдань, яка містить набір статусів для ефективної роботи, а також цикл змін статусів для кожної задачі.

Список літературних джерел

1. Ляшенко О.А., Кузьменко І.В. Побудова функціональної моделі розрахунку навантаження професорсько-викладацького складу кафедри // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2012. – №17. – С. 20-26.

2. Василенко І.А. Розробка online-сервісу для організації наукових заходів / І.А. Василенко, О.А. Ляшенко, С.О. Куманьов // Молодий вчений. – 2017. – №4. – С. 519-522.

3. Liashenko O. A. Kalinichenko IV Formuvannja kompleksu osnovnyh metodychnyh, organizacijnyh zahodiv ta programnyh zasobiv dlja pidnjattja pozycij vyshiv v merezhi Internet [Formation of the complex of Main Methodical, Organizational Measures and Software Tools for Improving Positionns of Educational Institutions in the Internet]. Visnyk Kremenuchuk'kogo nacional'nogo universytetu imeni Myhajla Ostrograds' kogo [Transactions of Kremenuchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University], 2018, no. 6 (113).

4. Бабаєв В. М. Управління проектами / В. М. Бабаєв // Управління проектами : [навч. посіб.]. – Х. : ХНАМГ, 2006. – 244 с.

5. Corona E., Pani F.E. A Review of Lean-Kanban Approaches in the Software Development. 2013. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/0725/482b6ced393863440f7e063c268e3790d18c.pdf>

ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Осташко І. О., Москаленко М. Л.

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

Тестування веб-додатків - це важливий етап у розробці та впровадженні веб-проектів. Особливості тестування веб-додатків включають в себе наступні важливі аспекти: якість та стабільність; безпека; сумісність; високе завантаження; задоволення користувачів; зменшення ризиків [1].

Існує безліч інструментів і фреймворків для тестування веб-додатків, які допомагають розробникам і тестувальникам забезпечити високу якість і надійність веб-системи. До найбільш популярних інструментів для тестування веб-додатків відносять наступні:

1. Selenium є одним із найпопулярніших інструментів для автоматизованого тестування веб-додатків. Він дозволяє розробникам створювати та виконувати тестові сценарії на різних мовах програмування, імітуючи дії користувача в браузері.

2. Cypress - це інший популярний інструмент для автоматизованого тестування веб-додатків. Він простий у використанні та має можливість тестувати в реальному часі.

3. Jest - це фреймворк для тестування JavaScript, який часто використовується для тестування фронтенду веб-додатків. Він підтримує тестування компонентів, функцій та інтеграційні тести.

4. Puppeteer - це бібліотека Node.js для керування браузером Chromium. Вона використовує для автоматизації тестів, збору даних та інших завдань, пов'язаних з веб-додатками.

5. Postman - це інструмент для тестування API. Він також створює, надсилає та аналізує запити до веб-серверів та перевіряє відповіді.

6. TestCafe - це інструмент для автоматизованого тестування веб-додатків, який не потребує наявності спеціального розширення для браузера. Він підтримує програмування багатьох браузерів і мов.

7. JIRA - це інструмент для керування завданнями та багами. Він спроможний повністю створювати, відстежувати і вирішувати проблеми, які були виявлені під час тестування.

8. LoadRunner - це інструмент для завантажувального тестування, який дозволяє виміряти продуктивність і надійність веб-додатків під великим завантаженням.

Вибір конкретного інструмента залежить від потреб і вимог проекту. Багато команд набирають комбінацію інструментів для різних видів тестування, таких як функціональне тестування, тестування безпеки, тестування навантаження тощо.

Важливість тестування веб-додатків важко переоцінити, крім того, це сприяє забезпеченню якості, безпеки та надійності веб-систем, а також сприяє задоволенню потреб користувачів та уникненню фінансових втрат і проблем з репутацією.

Список літературних джерел

1. Кодола Г. М. Автоматизоване тестування веб-додатків з різномірневою архітектурою / Г. М. Кодола, Н. С. Волинець, І. В. Сербулова // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : New solutions in modern technology : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – № 5 (1330). – С. 91-100.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**Павлик Г. В.**

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Основними задачами технічного діагностування є розробка методів і способів побудови алгоритмів контролю й діагностики. Розробка діагностичного забезпечення є складною задачею, тому що необхідно задовольняти цілому ряду найчастіше суперечливих вимог до швидкодії, апаратурних витрат, надійності функціонування і т.д. [1]. Тому одержує поширення системний підхід до дослідження та проектування структури засобів діагностування, що дозволяє врахувати множину факторів і знайти оптимальну реалізацію системи. Також певну проблему представляє контроль складних цифрових систем у зв'язку з великою кількістю можливих станів і труднощів моделювання та значна функціональність. Типові задачі: пошук мінімальних тестів, вибір оптимального складу перевірок та ін. є логіко-комбінаторними задачами з перебором значної кількості варіантів. Рівень складності сучасних автоматизованих систем діагностування настільки високий, що для їхнього проектування, як і для проектування самих систем, потрібно застосовувати автоматизовані методи.

Розроблено програмне забезпечення для формування діагностичних моделей, контрольних та діагностичних тестів, що дозволяє автоматизувати процес розробки діагностичного забезпечення, скоротити строки розробки, і підвищити його якість за рахунок формування мінімальних тестових послідовностей та спрощення схеми контролю [2, 3]. Програма [2] призначена для побудови діагностичних моделей дискретних пристроїв для заданого виду відмов. Для опису вихідних даних розроблена спеціалізована проблемно-орієнтована вхідна мова. Програма [3] призначена для побудови контрольних і діагностичних тестів з урахуванням вартості реалізації перевірок. В основі роботи програми лежить послідовна генерація перспективних варіантів побудови тестів, аналіз їхніх властивостей, формування множини рішень, оцінка їхньої вартості, вибір мінімального за вартістю.

Список літературних джерел

1. Baron P., Panda A. Technical Diagnostics //Application of Troubleshooting Tools in the Monitored Production Processes. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. – С. 5-10.
2. Комп'ютерна програма "Electronics simulation"// Павлик Г.В., Доценко Н.В., Кошовий М.Д., Анікін А.М., Доценко М.І. – Свід. про реєстр. автор. права на твір № 108349 – Зареєстр. в ДП "Укрпатент"30.09.2021.
3. Комп'ютерна програма "TEST"// Павлик Г.В., Сіроклин В.П., Анікін А.М., Доценко М.І. – Свід. про реєстр. автор. права на твір № 118504 – Зареєстр. в ДП "УКРНОІВІ" 26.04.2023.

CRM HR: УНІФІКОВАНИЙ ІНТЕРФЕЙС ДЛЯ РЕКРУТИНГУ ПЕРСОНАЛУ

Приходько А. Є., Чернуха В. І.

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

Для сучасного бізнесу критичними показниками є швидкість, ефективність та точність в усіх сферах діяльності. В рекрутингу та управлінні персоналом ці вимоги є найважливішими, так як вибір правильних співробітників визначає успіх компанії.

Для підвищення ефективності та швидкості пошуку кандидатів необхідно реалізовувати нестандартні рішення, що зменшують необхідність у ручній праці. Проект представляє інноваційний підхід до рекрутингу та HR-управління, що допоможе підприємствам пришвидшити відбір кандидатів і оптимізувати процес найму.

Основним функціоналом, який пропонує веб-додаток, є мапінг даних вакансій за допомогою правил, які будуть прописані в системі, але можуть бути змінені користувачем за бажанням. Оскільки всі ресурси для пошуку кандидатів відрізняються формами подання вакансій, то цей підхід допоможе коректно перетворити вакансію, описану один раз, у будь-яку вакансію іншого ресурсу, без необхідності повторно заповнювати форму створення вакансії. Таке явне зв'язування вакансій між багатьма зовнішніми ресурсами дозволяє керувати (змінювати, вимикати) з одного місця, а також зекономити час на виконання певних дій. Візуалізація роботи зображена на рисунку 1.

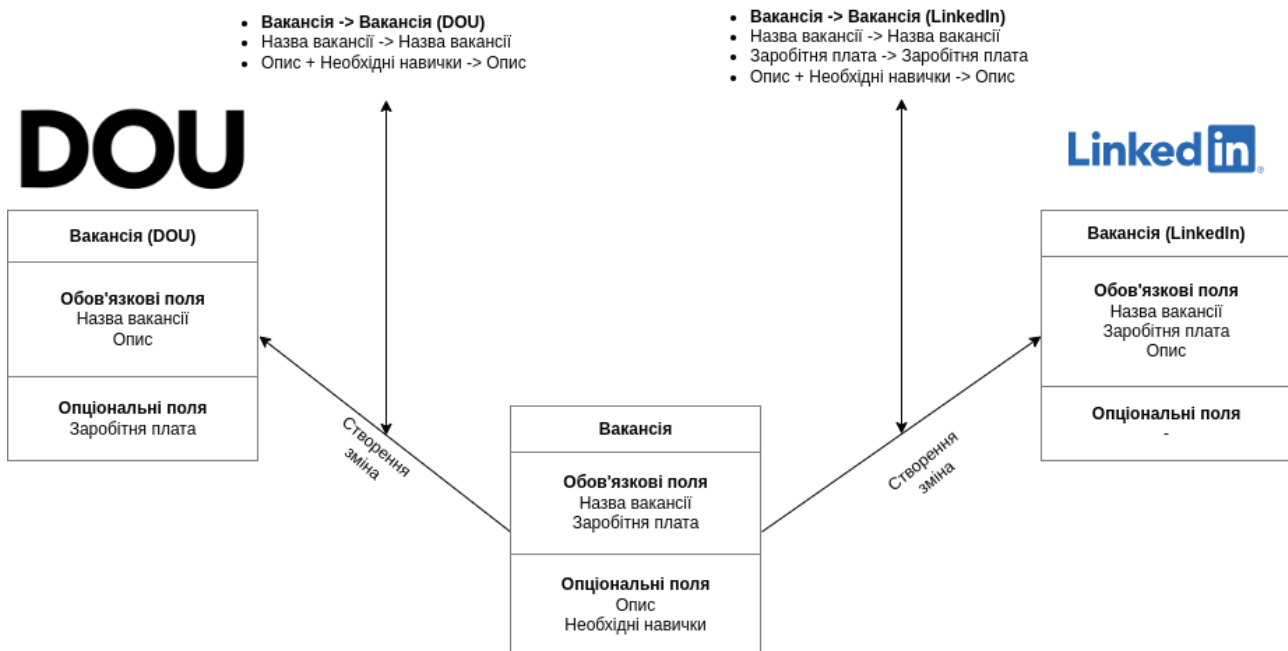


Рисунок 1 – Схема роботи вакансій та правил

Проект передбачає наявність синхронізації з сторонніми ресурсами за допомогою хмарні функції (Cloud Functions), що будуть запускатися через

певний проміжок часу та збирати інформацію про кандидатів, які відгукнулися на вакансію.

Конкретний функціонал функцій буде наступним:

1. **Запуск через певний інтервал часу.** Хмарні функції будуть запускатися автоматично через певний проміжок часу для забезпечення постійної синхронізації даних проекту та сторонніх ресурсів.
2. **Запуск за вимогою користувача.** Користувач має змогу викликати хмарні функції самостійно, а тобто запросити синхронізацію даних без необхідності очікування автоматичної.
3. **Збір інформації про кандидатів.** Хмарні функції будуть перевіряти підключені ресурси на наявність нових кандидатів та витягувати інформацію про кандидатів з подальшим додаванням її до бази даних проекту.
4. **Логування.** Хмарні функції повинні вести внутрішнє логування для подальшого аналізу оптимальності алгоритму їх праці або зберігати помилки, що виникають під час роботи.
5. **Сповіщення користувачів.** Після успішного виконання хмарної функції, користувач має отримати сповіщення у разі наявності нових кандидатів за допомогою електронного письма, смс-повідомлення чи сповіщення від мобільного додатку.

Усі описані дії є складними та потребують багато часу на виконання, а отже мають працювати не в основній частині проекту щоб не впливати на інший функціонал проекту, а саме не сповільнювати обробку запитів клієнтської частини, що погіршить досвід користувача (UX) під час користування проектом.

Загальна архітектура проекту у початковому вигляді працює наступним чином:

1. **Користувачі.** Користувачі взаємодіють з веб-додатком, надсилаючи запити через браузері або інші клієнтські програми (мобільні додатки).
2. **Веб-сервер (Next.js, React Application на Cloud Run).** Веб-сервер, розгорнутий на Google Cloud Run, відповідає за рендерінг та надсилання веб-сторінок користувачам. Він взаємодіє з REST API сервером для отримання та відправлення даних.
3. **GraphQL Сервер (NestJS на Cloud Run).** API Сервер, розгорнутий на Google Cloud Run, забезпечує обробку запитів, які потребують доступу до бази даних та інших операцій.
4. **База даних (Cloud SQL).** База даних Google Cloud SQL, що використовується для зберігання даних додатка, включаючи вакансії, кандидатів, зв'язки між ними та іншу інформацію.
5. **Система зберігання файлів (Cloud Storage).** Google Cloud Storage використовується для зберігання файлів (зображень, файлів резюме). Вони можуть бути завантажені або отримані через додаток.

6. **Функції для автоматизації (Cloud Functions).** Google Cloud Functions використовуються для автоматичної обробки даних із зовнішніх ресурсів, таких як сторонні сайти для пошуку кандидатів.

Така архітектура дозволяє створити масштабований веб-додаток, який може обробляти багато запитів користувачів та забезпечує надійне зберігання та оновлення даних, але при цьому потребує мінімального налагодження та грошових ресурсів [1]. Кожен компонент розміщений на інфраструктурі Google Cloud. На рисунку 2 наведено загальну початкову архітектуру проекту.

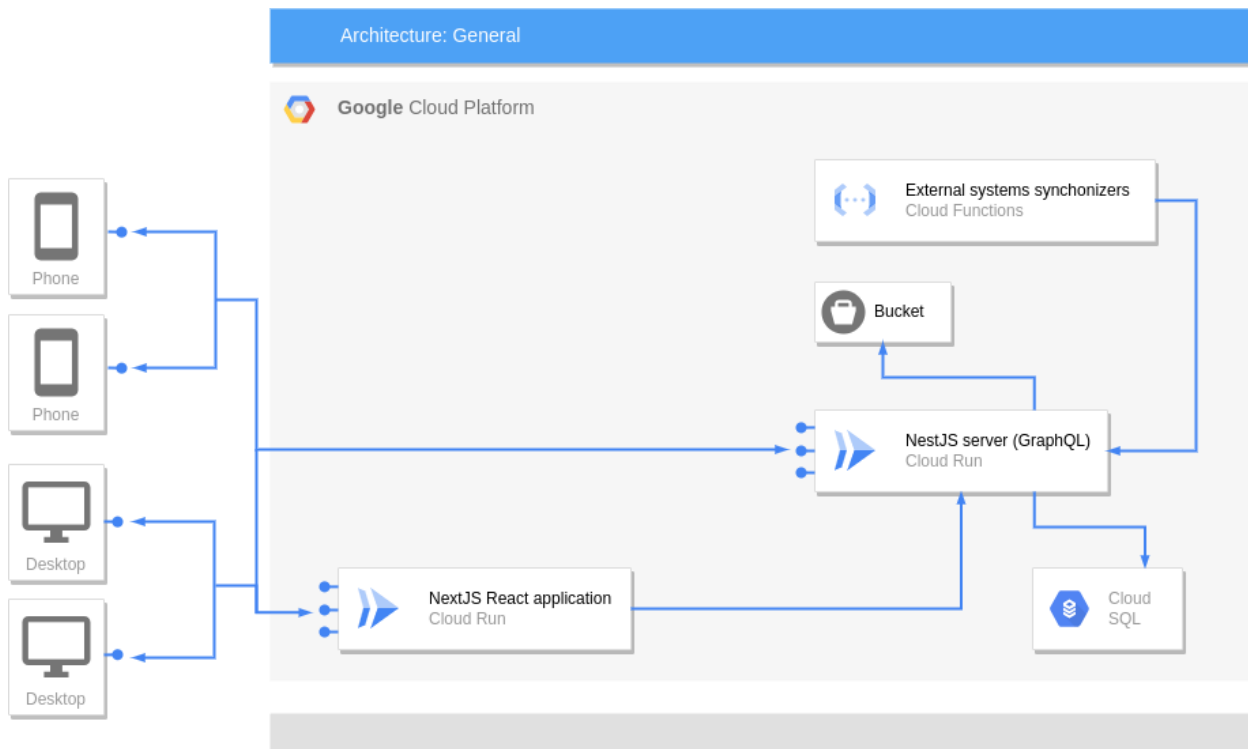


Рисунок 2 – Початкова архітектура компонентів проекту та їх комунікації

Проект пропонує інноваційний підхід до рекрутингу та управління персоналом, об'єднуючи в собі потужний стек технологій та інфраструктуру Google Cloud Platform. Проект дозволяє покращити ефективність і точність набору персоналу для підприємств та HR-агентств, спрощуючи процеси пошуку кандидатів та управління вакансіями.

Список літературних джерел

1. Cloud Architecture Guidance and Topologies | Google Cloud [Електронний ресурс].— Режим доступу: <https://cloud.google.com/architecture> (дата звернення: 10.10.2023). — Назва з екрана.
2. Цимбалюк С.О. Рекрутинг персоналу : підручник / С.О. Цимбалюк. — Київ : КНЕУ, 2019. — 355с.
3. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця. Дисципліна "Рекрутинг". – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4083>.

ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ФІНАНСІВ

Ситник Р. С., Гнатушенко Вік. В.

Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна

Вступ. Технології блокчейну застосовується та розвиваються у сферах цифрових фінансів та цифрових системах обліку, так званий Distributed ledger technology, або технологія розподіленого реєстру [1]. Однак ландшафт блокчейн систем дуже фрагментований, і різні мережі використовують різні протоколи та технології, і потреба у взаємодії між цими мережами у різних сферах застосування блокчейну, від фінансів до корпоративного сегменту, призвела до нових викликів у цій технології та потреби моделі, який допомагає здійснювати переходи між різними блокчейнами та забезпечувати взаємодію між ними [2].

Основна частина. Можливістю комунікації та переходу даних та активів між різними блокчейн-системами називають інтеперабельністю, і для її досягнення пропонується використати варіацію шаблону проектування "Міст": за допомогою ряду програмних рішень, побудувати блокчейн-міст, де ці мости відіграють ключову роль у забезпеченні передачі активів, даних та інформації між ізольованими або несумісними блокчейнами. Їх основна функція полягає в тому, щоб виступати в ролі посередників, перекладаючи і підтверджуючи транзакції та інформацію між кількома мережами, ці мости складаються з декількох компонентів, таких як валідатори та смарт-контракти, які співпрацюють для передачі активів та інформації між двома ланцюжками [3].

Загальний алгоритм роботи такого мосту виглядає наступним чином:

1. Смарт-контракти: Смарт-контракти розгортаються як на вихідному, так і на цільовому блокчейнах. Ці смарт-контракти виступають в якості основних компонентів моста і керують блокуванням і розблокуванням активів.

2. Блокування активів: Щоб перемістити актив з вихідного блокчейну в блокчейн-приймач, користувачі ініціюють транзакцію, яка відправляє їх активи (наприклад, ефір або токени) смарт-контракту на вихідному блокчейні. Ця транзакція по суті блокує активи у вихідному блокчейні.

3. Доказ блокування: Смарт-контракт на вихідному блокчейні генерує криптографічний доказ блокування, який вказує на те, що активи заблоковані і не можуть більше використовуватися на вихідному блокчейні.

4. Вузли-валідатори: Вузли-валідатори розподілені як у вихідному, так і в цільовому блокчейнах. Вони відповідають за підтвердження і валідацію транзакцій і доказів, пов'язаних з мостом.

5. «Майнінг» активів: Після того, як доказ блокування підтверджено на вихідному блокчейні, вузли-валідатори на цільовому блокчейні використовують цей доказ для карбування еквівалентних активів на цільовому блокчейні, ці активи часто представлені у вигляді обгорнутих токенів і можуть бути використані в цільовому блокчейні.

6. Двостороння прив'язка: користувачі цільового блокчейну тепер можуть використовувати ці викарбувані активи, які по суті прив'язані до заблокованих

активів у вихідному блокчейні. Міст підтримує прив'язку 1:1 між активами в обох блокчейнах.

7. Розблокування і повернення: Коли користувач хоче повернути активи назад до вихідного блокчейну, він ініціює зворотній процес. Він відправляє свої загорнуті активи в смарт-контракт на блокчейні призначення.

8. Доказ розблокування: Смарт-контракт на цільовому блокчейні генерує підтвердження розблокування, яке вказує на те, що загорнуті активи були повернуті і можуть бути розблоковані.

9. Повернення до вихідного блокчейну: Після перевірки підтвердження розблокування вузлами-валідаторами в цільовому блокчейні, заблоковані активи користувача вивільнюються зі смарт-контракту в вихідному блокчейні, і користувач повертає собі право власності на свої початкові активи.

Висновки. Блокчейн-мости є важливими інструментами для досягнення справжньої інтероперабельності блокчейну. Вони пропонують численні можливості для інновацій як у фінансовому, так і в корпоративному секторах. Оскільки технологія блокчейн продовжує розвиватися, роль мостів у з'єднанні та полегшенні комунікації між розрізненими мережами буде лише зростати, сприяючи подальшому впровадженню та співпраці в екосистемі блокчейн.

Список літературних джерел

1. El Ioini, Nabil, and Claus Pahl. "A review of distributed ledger technologies." In *On the Move to Meaningful Internet Systems. OTM 2018 Conferences: Confederated International Conferences: CoopIS, C&TC, and ODBASE 2018, Valletta, Malta, October 22-26, 2018, Proceedings, Part II*, pp. 277-288. Springer International Publishing, 2018.

2. Belchior, R., Vasconcelos, A., Guerreiro, S. and Correia, M., 2021. A survey on blockchain interoperability: Past, present, and future trends. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54 (8), pp.1-41.

3. Zala, Kirtirajsinh, Vyom Modi, Deepakkumar Giri, Biswaranjan Acharya, Saurav Mallik, and Hong Qin. "Unlocking Blockchain Interconnectivity: Smart Contract-driven Cross-Chain Communication." *IEEE Access*, 2023.

НАТИВНИЙ ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАКЛАДУ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Смагло Р. В., Осташко І. О.

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

Нативний програмний додаток (Native Application) - це програма, розроблена для конкретної операційної системи або платформи і використовує мову програмування та інструменти, які оптимально підходять для цієї платформи. Нативні додатки мають доступ до всіх можливих операційних систем та пристроїв, на яких вони запущені, і працюють швидше та ефективніше, порівняно з іншими типами додатків, такими як веб-додатки чи гібридні додатки [1].

Основні переваги нативних добавок включають високий рівень продуктивності, доступ до можливостей апаратних пристроїв, кращу інтеграцію з операційною системою та більший контроль над внутрішніми процесами. Однак для розробки нативних додатків може знадобитися більше часу та ресурсів, замінених іншими методами розробки, і вони завжди підтримують лише конкретну платформу [2].

"Нативний програмний додаток" - це програмне забезпечення, яке розроблене для конкретної операційної системи або платформи. Це означає, що програма оптимізована для роботи в цій операційній системі, використовуючи її функціональність та інтерфейс.

Термін "нативний" в контексті програмування і технологій фактично означає, що щось (наприклад, програмний додаток) розроблено або призначено для конкретної платформи або операційної системи, використовуючи її нативні функції та інтерфейси [3].

Нативний код: Код, написаний на мові програмування, який спеціально призначений для конкретної платформи. Наприклад, код, написаний на мові асамблери для певного мікропроцесора, є нативним для цього мікропроцесора.

Нативний інтерфейс користувача (UI) : Графічний інтерфейс, розроблений так, щоб інтегруватися одночасно з операційною системою або платформою, і мати вигляд та функції, характерні для цієї системи. Наприклад, нативний інтерфейс користувача для Android виглядає і веде себе іншим, ніж інтерфейс для Windows.

Програмний додаток для функціонування закладу харчування може бути різного типу та включати різні функції, залежно від потреби конкретного закладу. Ось деякі основні функціональні можливості та можливі компоненти, які можна включити до такого програмного додатку:

1. **Замовлення та обробка замовлень:** Додаток може дозволити клієнтам робити замовлення онлайн або через мобільний додаток, а також надавати можливість персоналу кухні та офіціантам обробляти ці замовлення.

2. **Меню та ціни:** Додаток може публікувати інформацію про меню закладу з відображенням страв, цін та описів. А також можливість змінювати меню в режимі реального часу.

3. Резервування столиків: Функція бронювання столиків для клієнтів, які планують відвідати заклад у певний час.

4. Система оплати: Інтеграція із системами оплати, такими як кредитні картки, мобільні гаманці, а також можливість оплати при замовленні.

5. Знижки та акції: можливість змінити різні знижки, акції та лояльні програми для клієнтів.

6. Управління запасами: Функції контролю за запасами та автоматичного замовлення споживачів, коли вони закінчуються.

7. Звіти та аналітика: Можливість створення звітів щодо продажів, статистики використання ресурсів та іншої аналітики для прийняття рішень.

8. Управління персоналом: Система для управління ролями та доступом персоналу до різних функцій програми.

9. Контроль за доставкою (якщо є доставка): Для ресторанів, які надають послуги доставки, програма може включати систему для відстеження та координації доставок.

10. Інтеграція з касовими апаратами : Якщо заклад має вимоги щодо фіскальної звітності, додаток може бути інтегрованим з касовими апаратами для обліку продажів.

Ці функції можуть відрізнятися відповідно до типу закладу (ресторан, кав'ярня, пекарня, швидкий обід і т. д.) та його конкретних потреб. Розробка такого програмного додатка може виконуватися на основі наявних платформ, або ж розробники можуть створювати власний нативний додаток для певних мобільних платформ (Android та iOS) та веб-системи для онлайн-замовлень.

В даній роботі вирішується завдання створення програмного додатка, який дозволить закладу громадського харчування оптимізувати свою діяльність та забезпечити зручну та ефективну роботу персоналу. Програма призначена для ресторанів, кафе, пекарень та інших суб'єктів галузі громадського харчування, які бажають полегшити процеси прийняття замовлень, обліку продуктів, звітності та управління робочим процесом. Ця програма, розроблена для операційної системи Windows, розширює можливості власників та персоналу громадського харчування, надаючи широкий набір функціональних можливостей та інструментів для ефективного управління закладом. Вона має на меті покращення продуктивності та конкурентоспроможності закладів громадського харчування. Програма має багатий функціонал, спрямована на автоматизацію та раціоналізацію різних аспектів роботи закладу харчування.

Список літературних джерел

1. Niki Dealey. (2018). The Impact of Mobile Apps on Customer Engagement in the Restaurant Industry. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 12, 78-92.

2. Joe Conway, Aaron Hillegass "iOS Programming: The Big Nerd Ranch Guide" *Journal*, 23(3), 198-212.

3. Bhaval Patel. (2020). Native App Development: Best Practices for Restaurants. *Restaurant Technology Journal*, 15(3), 45-58.

ЗВУК ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ФАКТОР ПРО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ (БПЛА)

Сокол Г. І., Михальов Д. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Вступ

Останнім часом безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали часто використовуватися у цивільній та військовій сферах. БПЛА бувають з фіксованим крилом, квадрокоптерні (має чотири гвинта), мультикоптерні (має більш ніж чотири гвинта) та інші, але їх усіх об'єднує те, що в них є наявності хоч один гвинт. Основними джерелами шуму при польоті БПЛА є його двигуни та гвинти. В сучасних БПЛА найчастіше використовуються електродвигуни, вони є найтихішими серед двигунів, тому гвинт виступає основним джерелом шуму. Він є типовим випромінювачем низькочастотного звуку.

Як вже було показано вище, низькочастотний звук при розповсюдженні має низький коефіцієнт затухання у повітрі. Тому його можна використати для реєстрації джерела випромінювання звукового сигналу.

Низькочастотне звукове випромінювання дозволило зафіксувати явище "співаючих дюн" на Куршській косі, де постійний вітряний потік обдуває піщані пагорби-дюни. Люди, що знаходяться неподалік, відчують відчуття пригніченості і страху [1]. У атмосфері низькочастотні хвилі дозволяють визначити пересування літаків із великими швидкостями. Fasbender J. виміряв рівні звукового тиску і дослідив спрямоване поширення низькочастотних хвиль від турбогвинтових літаків. Рівні низьких частот від турбогвинтових літаків становлять 75 – 90 дБ [1]. При зльоті Спейс Шаттла – 2, Скайлеб – 1, Аполлона – 14 зареєстровані низькі частоти у вигляді хвиль в атмосфері [1]. За допомогою реєстрації низькочастотного звуку можна знаходити місце його випромінювачів: літаків, ракет тощо. Наприклад, у військовій сфері, реєструючи низькочастотний шум від літального апарату, можна провести його пеленг та потім знищити БПЛА. Звідси і виникає потреба в розрахунку акустичного поля, що генерується при польоті літального апарату, а тобто, його гвинта. Цей випадок поширюється на БПЛА.

Основний матеріал

Об'єктом дослідження виступає БПЛА з фіксованим крилом FPV Raptor V2 (Рис. 1). Цей БПЛА проектувався спеціально для польотів з фотокамерою на борту для створення відео зйомок [2]. На ньому встановлений електродвигун, тому основним джерелом шуму є його гвинт. Акустичне поле виникає при періодичному впливі обертових лопатей ротора БПЛА на навколишнє середовище. Для опису характеристик такого звукового поля застосовуємо теорію Л.Я. Гутіна, що описує звукове поле повітряного гвинта [2]. Цю модель використовуємо для визначення акустичних характеристик гвинта безпілотника. В [2] розроблена методика та проведені розрахунки характеристик акустичного поля гвинта дволопатевого гвинта БПЛА для п'яти гармонік. Для проведення розрахунків використана програма MathCAD [2]. Програма дозволила на ґрунті

початкових даних визначити та побудувати характеристики направленості акустичного поля гвинта безпілотної літака.



Рисунок 1 – БПЛА FPVraptor V2, що оснащений фотокамерою

На рисунку 2 наведений вигляд характеристик направленості шуму гвинта.

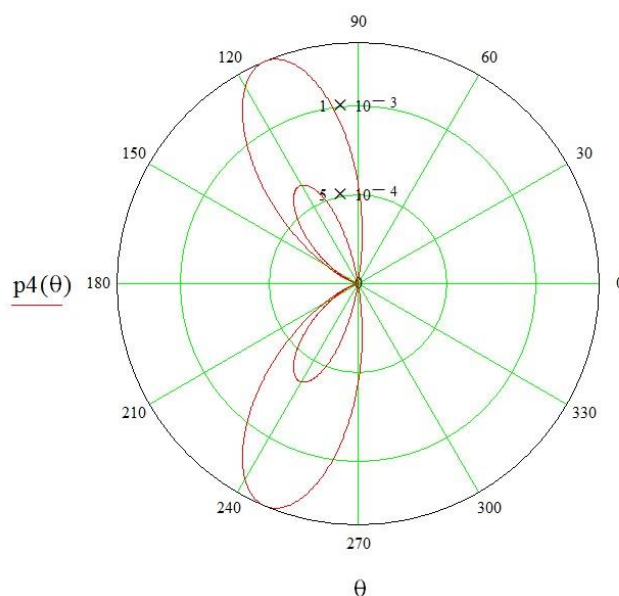


Рисунок 2 – характеристики направленості шуму гвинта.

Висновок

За результатами розрахунків побудовані графіки спрямованості акустичного поля гвинта БПЛА. Наявність спрямованості шуму дає можливість розробити методику зареєстрації шуму і далі використанням звукореєструючої апаратури визначити місцезнаходження літального апарату. Найбільший рівень звукового тиску спостерігається для основного тону, менший рівень для другої гармоніки, ще менший для третьої, і так далі. Для основного тону максимальний рівень звукового тиску становить 1.9222Па або 99.655dB , що спостерігається при кутах приблизно 132° та 48° [2].

Список літературних джерел

1. Сокол Г.И. Особенности акустических процессов в инфразвуковом диапазоне частот. Монография. - Д: Промінь, 2000. - 134с.
2. Сокол Г.І., Алексеєнко С.В., Михальов Д.В. Характеристики акустичного поля гвинта БПЛА: Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки: Зб. Наук. Праць, том XXXI /за наук. Ред. докт. техн. наук, проф. М. М. Дронь. Дніпро: Ліра, 2022. С. 81-94.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ARDUINO UNO

Сокол Г. І., Лозовський В. В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Вступ. Розроблений комплекс з пристроєм та вимірювальних приборів та методика експериментальних досліджень на основі вже відомих у роботах [1-3]. Особливістю пристрою є те, що він має в своєму складі рупор кінцевої довжини. Методика полягає у визначенні скалярних та векторно-фазових характеристик акустичних полів експериментальним шляхом. У даному разі скалярна величина – рівень звукового тиску у горлі рупора p_r , векторна – коливальна швидкість частинок у горлі рупора ζ_x .

Основний матеріал. На першому етапі можна припустити, що коливальна швидкість частинок у горлі рупора визначається величиною коливальної швидкості збудливого елемента [4]. Для вимірювання акустичної потужності тут достатньо мати акселерометр 4344, укріплений на поршні, та конденсаторний мікрофон 4165, встановлений у горлі рупора. Фаза між p_r і ζ_x фіксувалася фазометром 2971.

Визначити активну складову імпедансу на підставі вимірювань тільки p_r і ζ_x можливо лише у разі найпростіших полів: у полі плоскої хвилі, що біжить, та у далекому полі вільної циліндричної та сферичної хвилі. У разі складного звукового поля за наявності стоячих хвиль необхідно знати ще й фазові співвідношення між p_r і ζ_x . Величина p_r – скалярна характеристика звукового поля, що вимірюється мікрофоном за відпрацьованими методиками. Величина ζ_x – коливальна швидкість частинок середовища у звуковій хвилі вимірюється анемометром. У випадку складного звукового поля необхідно розглядати проекції просторового вектору коливальної швидкості [4]. При подачі сигналів з генератора ГЗ-47 через підсилювач потужності 2706 приводилася в коливальний рух діафрагма гучномовця EVM MODEL15L, що був встановлений у горлі рупора. У горлі рупора безпосередньо перед діафрагмою динаміка було встановлено мікрофон 4165. Акселерометр 4344 встановлювався у центрі мембрани гучномовця на клію. Дані вимірювань звукового тиску мікрофоном 4165 і коливальної швидкості центру мембрани гучномовця акселерометром 4344 через підсилювач заряду 2635, блок живлення 2807, фіксувалися візуально на шкалах осцилографа СІ-72 та аналізатора спектра 2031. Частотний діапазон вимірів становив 15-50 Гц. У процесі зіставлення даних вимірювань виявлено, що частинки середовища в місці установки мікрофона 4165 коливалися з такою ж швидкістю, що і поверхня дифузора гучномовця. З метою виключення впливу резонансних явищ електричної частини гучномовця на чистоту експериментальних досліджень частотна характеристика звукового тиску знімалася при постійному рівні коливальної швидкості гучномовця $\zeta_I=0,1\text{ м/с}$.

З метою модернізації експериментального обладнання розроблена програма для відтворення даних з мікрофону на персональний комп'ютер (ПК). Розроблено програмне забезпечення (ПЗ) на мові програмування Python та базі

плати Arduino Uno. Представлена схема не містить осцилограф (С1-72), що повинен формувати візуальне відображення аналогового сигналу з мікрофону, який подається на вхід. Плата Arduino Uno має 6 таких входів, а також вбудований аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Спочатку перетворюють сигнал з аналогової форми у цифрову, а потім побудують графік. Для використання екрану ПК, оскільки такий підхід забезпечить комфортну обробку даних та додання нових до існуючої бази. Після проведення перетворення сигналу у цифрову форму, сигнал передається через послідовний порт зв'язку до ПК, де спеціальне ПЗ на мові програмування Python будуватиме графік сигналу на моніторі. Необхідні компоненти: плата Arduino Uno; резистор 10 кОм; макетна плата; дроти для з'єднання. Джерелом сигналу є конденсаторний мікрофон, котрий включений до ланки простого дільника напруги. Напруга сигналу, який подається на вхід плати, залежить від інтенсивності звуку у мікрофоні. ПЗ на мові Python, що розроблена у даній роботі, отримує дані від плати Arduino через послідовний порт зв'язку (UART) і на їх основі будує графік на екрані ПК. Програма (скетч) для Arduino зчитує дані з виходу АЦП свого аналогового порту і передає їх ПЗ на Python. Використовуються наступні бібліотеки Python: drawnow (дає можливість будувати графіки у режимі реального часу), Matplotlib (будує графіки), Pyserial (дозволяє зчитувати дані з послідовного порту зв'язку). Програма Arduino отримує дані з виходу вбудованого АЦП, після чого очікує сигнал для відправки даних до програми Python через послідовний порт зв'язку (UART). У програмі використовується аналоговий порт «А0» плати Arduino. Програма завантажується безпосередньо на саму плату Arduino. Після запуску програми Python на ПК і підключеної плати Arduino до цього ПК на комп'ютері відобразяться дані, які отримуються у командній строчці оболонки Python і графік на екрані ПК, який змінюється залежно від інтенсивності звуку у мікрофоні.

Висновок. Розроблений комплект апаратури, що дозволило провести експериментальні випробування та акустичні виміри, чим визначається акустичне навантаження на корпус ракетних конструкцій. Розроблена програма на мові Python для заміни осцилографа, що дозволяє отримати відображення даних на екрані ПК.

Список літературних джерел

1. Jurij Prezelj, P. Lipar, Ales Belsak, M. Čudina. On acoustic very near field measurements. *Mechanical Systems and Signal Processing*. Volume 40, Issue 1. - 194-207 pp. - October 2013.
2. Clebe Junior Tonial Vitorino, Nilson Barbieri, Key Fonseca de Lima, Renato Barbieri. Numerical and Experimental Study of Acoustic Horn. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1769 (138) pp. - 2015.
3. Сапожков М.А. Электроакустика. Учебник для студ. высш. уч. заведений. - М.: Связь, 1978. 272 с.
4. Сокол Г.И., Омелюшко О.С. Векторно-фазовые характеристики низкочастотного акустического поля в полости рупора / Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки. Т. XIX, 2018. - С. 13-24.

СТАЦІОНАРНИЙ АВТОНОМНИЙ 3D SCANNER НА ПЛАТФОРМІ RASPBERRY PI

Сохібов Р. Х., Чернецький Є. В.

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

Стаціонарні 3D сканери залишаються актуальними та важливими інструментами у різних галузях. Вони забезпечують високу точність та якість сканування, що є критичним для багатьох застосувань. Незалежно від того, чи має справу інженер, архітектор, медик, вчитель або художник, стаціонарні 3D сканери надають надійний інструмент для створення високоякісних 3D-моделей. Це сприяє інноваціям, покращує якість різних аспектів нашого життя та підтримує промисловий розвиток.

Завдяки широкому спектру можливостей, вони знаходять застосування у промисловості для контролю якості, документування процесів і виробництва, а також у сферах дизайну та моделювання для створення унікальних продуктів. Крім того, вони грають важливу роль у медицині для створення протезів та імплантатів, а також у реверс-інжинірингу для аналізу та розробки нових продуктів.

Освітні заклади використовують стаціонарні 3D сканери для навчання студентів та досліджень, а розважальна індустрія використовує їх для створення відомих візуальних ефектів у фільмах і відеоіграх. Усі ці аспекти роблять стаціонарні 3D сканери актуальними та необхідними інструментами у сучасному світі.

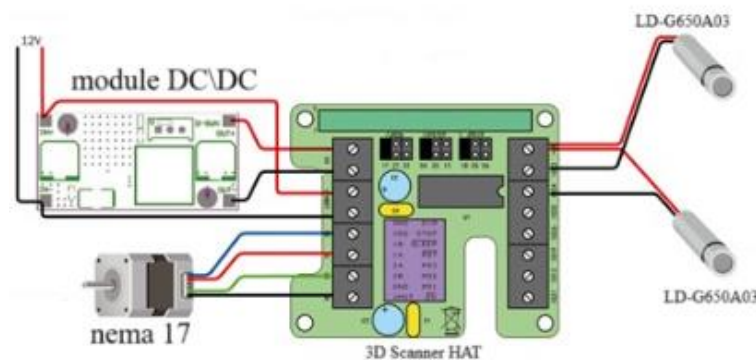


Рисунок 1 – Схема сканеру

Дволазерний сканер використовує два лазера для створення лазерних променів, які сканують поверхню об'єкта. Мотор повертає столик або об'єкт для зчитування даних з різних кутів. Усі ці компоненти підключені до плати розширення, яка керує процесом сканування та допомагає створювати 3D-моделі.

Список літературних джерел

1. Raspberry Pi Laser Scanner [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.instructables.com/Raspberry-Pi-Laser-Scanner/>

РОЗРОБКА ФРОНТЕНД ЧАСТИНИ ДОДАТКУ B2C ECOMMERCE СИСТЕМИ

Сухомудренко В. В., Коротка Л. І.

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

Зростаючий попит на розробку та використання вебдодатків створює безмежні можливості для інновацій і розвитку. Основні тенденції показують що кожен вебдодаток B2C Ecommerce повинен мати у своєму арсеналі, такий потужний інструмент, як збір та обробка аналітичних даних на основі яких, можна виявляти та прогнозувати продажі та успішно проводити різноманітні маркетингові компанії [1].

Інформаційно-аналітична система розроблялася переважно для додатку ресторану швидкого обслуговування “Amazing Pizza”, основним видом діяльності якого є виробництво та продаж продуктів харчування населенню, зокрема піци та супутньої продукції – напоїв.

Проектування інтерфейсу додатку повинно містити: відображення загальної кількості товарів; інтерфейси: опису товару, авторизації/реєстрації користувача, корзини, створення замовлення та історії замовлень. Фронтенд аналітичної системи представляє собою набір графіків, таблиць, а також елементів керування, таких як поля введення та кнопки, які призначені для користувачів системи. У роботі засобами розробки для створення фронтенд частини є середовище Visual Studio Code, мова програмування JavaScript, бібліотеки React, Moment JS та Plotly JS, система управління версіями Git, хостинг – Vercel.

Робота є частиною спільного проєкту зі створення вебдодатку і у кожного розробника своя задача: створення ледінгу для просування піцерії в пошуковій системі; створення фронтенд частини вебдодатку; створення бекенд частини вебдодатку; робота з контентфул. За допомогою методології Agile та канбан-дошки Jira робота кожного учасника команди побудована гнучко. Всі задачі створювалися в єдиному загальному backlog, де кожному додавалась відповідна задача.

Для того щоб мати єдину кодову базу для всіх учасників проєкту було створено GitHub-репозиторій з проєктом У якості хостингу обрано хмаровий VPS сервер Vercel, який дозволяє легко розгортати вебзастосунки. Для розгортання застосунку потрібно перейти на сторінку <https://vercel.com/> та увійти, використовуючи обліковий запис GitHub, після цього автоматично підтягнуться проєкти з GitHub, які будуть доступні для розгортання.

Аналітика веб додатку відіграє ключову роль у покращенні обслуговування клієнтів, оптимізації бізнес-процесів і прийнятті стратегічних рішень для подальшого розвитку.

Список літературних джерел

1. Джестон Дж. Управління бізнес-процесами. Практичне посібник з успішної реалізації проєктів / Дж. Джестон, Й. Неліс - СПб: Символ-Плюс, 2008. - 456 с.

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ НА ТЕРИТОРІЮ ПІДПРИЄМСТВА

Уткіна Т. Ю., Качур С. М.

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Впровадження ефективних систем контролю та управління доступом на територію підприємства стає все більш актуальним завданням сучасних організацій у зв'язку з різноманітністю викликів, які ставлять перед ними швидкозмінні умови бізнесу та зростаючі загрози, як з боку звичайних зловмисників, так і кіберзлочинців [1]. Із загальним переходом до цифрового середовища та розширенням простору обміну даними в мережі, які необхідно зберігати та захищати, підприємства постають перед надзвичайно важливим актуальним завданням – забезпечення надійного контролю доступу до своїх активів з урахуванням вимог сучасних тенденції в галузі безпеки та управління доступом. Рішення цього завдання не лише дозволить забезпечити безпеку такому підприємству, але й сприятиме оптимізації використання його ресурсів та підвищенню продуктивності праці працівників.

Сучасні системи контролю доступу включають різноманітне обладнання, яке дозволяє налаштувати необхідний функціонал для конкретних потреб. Часто такі системи також взаємодіють та/або інтегруються з системами відеоспостереження, охоронної сигналізації, автоматизації, пожежної безпеки тощо [2]. Це дозволяє найбільш ефективно вирішувати завдання забезпечення безпеки на території підприємства.

В результаті проведеного аналізу існуючих рішень (табл. 1) визначені основні особливості сучасних систем контролю та управління доступом, що роблять їх більш ефективними та пристосованими до потреб бізнесу засобами, а саме: 1) електронна ідентифікація, що забезпечує високий рівень безпеки та точності (магнітні картки, Smart-картки, RFID-технології, біометричне розпізнавання відбитків пальців, обличчя, мовлення та ін.); 2) гнучкість (легко розширюються та налаштовуються відповідно до зростаючих потреб підприємства); 3) віддалений доступ та мобільність (керування через мобільні додатки чи віддалено через Інтернет); 4) інтеграція з іншими системами (відеоспостереження, сигналізації, автоматизації, управління), що дозволяє створити комплексну систему безпеки; 5) аналітика та звітність (розширені можливості аналізу і створення звітів використання ресурсів та доступу до них), що дозволяє виявляти несправності, аналізувати активність працівників й відстежувати випадки, що вимагають термінового реагування; 6) захист від кібератак та витоків інформації, що забезпечує безпеку електронних ідентифікаторів і системи загалом; 7) додаткові функції (автоматичне відкривання дверей, інтеграція з системами керування освітленням та опаленням, встановлення різних рівнів доступу для різних категорій працівників); 8) економія ресурсів (оптимізація використання ресурсів, зменшення витрат на охорону й підвищення ефективності використання інфраструктури).

Таблиця 1 – Загальна характеристика існуючих рішень контролю доступу

№	Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
1	Honeywell Access Control	Використання карток, біометричних ідентифікаторів та багатошаровий захист даних.	Широкий спектр продуктів та рішень. Високий рівень безпеки і захисту даних. Багатошаровий захист доступу.	Вища ціна. Складність в налаштуванні для некваліфікованих користувачів.
2	LenelS2	Системи безпеки та контролю доступу, включаючи управління за допомогою мобільних додатків та інтеграцію з іншими системами.	Інтеграція з іншими системами. Керування з мобільних пристроїв. Висока якість обладнання та ПЗ.	Вища ціна. Вимагає високої кваліфікації для налаштування.
3	HID Global	Провідний виробник карток та різноманітних ідентифікаційних технологій, включаючи системи контролю доступу.	Провідний виробник карток та ідентифікаційних технологій. Широкий вибір продуктів та рішень. Високий рівень безпеки.	Вища ціна в порівнянні з іншими виробниками карток. Вимагає інтеграції з іншими системами для повноцінного контролю доступу.
4	Bosch Security Systems	Системи контролю доступу та відеоспостереження, великий асортимент рішень для корпоративних клієнтів.	Широкий спектр продуктів та рішень. Можливість інтеграції з іншими системами. Якісне відеоспостереження та контроль доступу.	Вища ціна. Складність у налаштуванні та використанні.
5	Genetec	Інтегровані рішення для безпеки, які включають контроль доступу, відеоспостереження та аналітику.	Інтегровані рішення для безпеки. Можливість інтеграції з іншими системами. Висока якість обладнання та ПЗ.	Вища ціна. Вимагає кваліфікованого персоналу для управління.
6	Axis Communications	Власні системи відеоспостереження, рішення для контролю доступу, відеокамери для ідентифікації.	Якісне відеоспостереження та контроль доступу. Можливість інтеграції з іншими системами. Висока якість обладнання.	Вища ціна порівняно з іншими виробниками.
7	Kisi	Системи контролю доступу на основі хмарної технології та мобільного додатку.	Використання хмарної технології для контролю доступу. Керування з мобільних пристроїв. Легкість в налаштуванні та використанні.	Для невеликих організацій. Залежність від Інтернет-з'єднання.

Вибір конкретного рішення щодо контролю та управління доступом залежить від потреб підприємства окремої галузі застосування, бюджету та необхідного рівня інтеграції.

Висновок: На основі оцінки призначення, переваг та недоліків розглянутої множини існуючих рішень сучасних систем контролю та управління доступом визначено, що для невеликих організацій кращим рішенням є застосування хмарної інфраструктури Kisi, а для середніх і великих, де потрібні інтегровані рішення з інтелектуальним управлінням, – це системи Honeywell Access Control, LenelS2, HID Global та Genetec.

Список літературних джерел

1. How to Choose the Best Commercial Security System for Your Business or Office? URL: <https://www.pelco.com/blog/commercial-security-systems>
2. Access Control in Cybersecurity and Social Media / N. Kashmar, M. Adda, M. Atieh, H. Ibrahim // Cybersécurité Médias Sociaux. 2021. P. 69-105.

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИКИ ПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Федорович О. Є., Беберіна К. О., Шишков Д. М.,

Громенко А. І., Андрєєв В. Р.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Для ефективного функціонування підприємств, в умовах воєнного стану, необхідно формувати нові, відносно безпечні, шляхи постачання комплектуючих, матеріалів та сировини. Особливе це актуально для виробництва озброєння та військової техніки. Вплив загроз, у першу чергу військового характеру, призводить до порушення роботи логістичних центрів, транспортних вузлів та магістралей, складів, місць перевалки вантажів з одного транспорту на інший, тощо. Тому, актуальна тема доповіді, в якій представлені результати дослідження логістичних шляхів постачання для виробництва високотехнологічних виробів.

Проведено аналіз логістики постачання високотехнологічних виробів в умовах можливих загроз. Виявлено особливості постачання в умовах воєнного стану із-за загроз військового характеру.

Створено імітаційну модель, в агентному представленні, для дослідження довгих логістичних ланцюгів постачання. В якості основного показника постачання використовується мінімізація ризиків військових загроз. Пошук оптимального, відносно безпечного шляху постачання, здійснюється за допомогою розробленого оригінального алгоритму маршрутизації, в якому вантажі (заявки) у вигляді конкуруючих клонів розповсюджуються в різномірній транспортній мережі. Найбільш безпечні маршрути представлені для аналізу експертам з військової логістики для вибору, з урахуванням часу та витрат. Показано, що особливостями довгих ланцюгів постачання є великі ризики, пов'язанні з цілим рядом загроз (політико-економічні, кліматичні, терористичні, військові, тощо). Тому, для пошуку найбільш безпечних шляхів необхідно аналізувати велику множину варіантів маршрутів за допомогою моделювання та оптимізації.

Запропонований підхід доцільно використовувати при плануванні постачання комплектуючих, матеріалів та сировини для виробництва високотехнологічних підприємств в умовах воєнного стану країни.

Список літературних джерел

1. Modeling of logistics of war reserve stockpiling for successful combat operation [Text] / O. Fedorovich, M. Lukhanin, O. Prokhorov, Y. Pronchakov, O. Leschenko, V. Fedorovich // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2023. - №1. – С. 183-196. DOI: 10.32620/reks.2023.1.15.

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ

Федорович О. Є., Губка О. С., Малєєв Л. В.,
Рева О. А., Смідович Л. С.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Проблема старіння високотехнологічних виробів, які використовуються в різних галузях промисловості, є однією з актуальних у теперішній час. Фізична деградація та моральне старіння складних виробів потребує проведення своєчасних робіт щодо відновлення та модернізації. Проекти відновлення та модернізації потребують витрат, часу на виконання та мають ризики. Тому, актуальна тема доповіді, в якій представлені результати наукового дослідження щодо модернізації високотехнологічних виробів, які мають компонентну архітектуру.

Аналізується склад високотехнологічного виробу, який представлено у вигляді багаточислової компонентної структури, яка створена на базі множини різних типів компонент. Компонентна архітектура дозволяє спростити процеси як створення, так і демонтажу виробу. Це дозволяє проводити процес відновлення та модернізації з мінімальним часом, витратами та ризиками. Застарілі компоненти можуть бути змінені на нові або модернізовані. Для цього, необхідно проводити своєчасний моніторинг та діагностику стану виробу та за допомогою експертів виділяти ті компоненти, які є застарілими або мають характеристики з порушеннями терміну експлуатації, можливими вразливостями.

Розроблена оптимізаційна лексикографічна модель, за допомогою якої формується впорядкований ряд компонент, які потребують заміну або модернізацію. При вирішенні цього завдання враховуються витрати та час на модернізацію, та відновлення виробу в умовах обмежених можливостей, що актуально під час воєнного стану для відновлення систем озброєння та військової техніки. Проведено імітаційне моделювання логістичного процесу модернізації та відновлення високотехнологічних виробів.

Запропонований підхід доцільно використовувати на початковому етапі планування проекту щодо відновлення та модернізації високотехнологічних виробів, в складних умовах експлуатації, які пов'язані з воєнним станом країни.

Список літературних джерел

1. Використання компонентного методу в логістиці постачання комплектуючих високотехнологічного виробництва [Текст] / О. Є. Федорович, Ю. Л. Прончаков, А. В. Єлізева, Ю. О. Лещенко // Сучасні інформаційні системи. – 2021. – Т. 5, № 3. – С. 40-45. DOI: 10.20998/2522-9052.2021.3.06.

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИРОБНИЦТВ В СУЧАСНИХ МІНЛИВИХ УМОВАХ

**Федорович О. Є., Губка С. О., Рибка А. В.,
Поліщук Є. В., Соловійов В. С.**

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Сучасне високотехнологічне виробництво існує в складних політико-економічних умовах. Кількість загроз та їх характер проявлення може призвести до порушення виконання планів підприємств. Особливо це актуально для високотехнологічних підприємств, які виконують замовлення щодо створення озброєння та військової техніки в умовах воєнного стану. Тому, актуальна тема доповіді, в якій розглядається напрями забезпечення стійкості високотехнологічних підприємств до проявлення зовнішніх та внутрішніх загроз.

Представлена множина напрямків забезпечення стійкості функціонування підприємств, такі як: модернізація енергетичної інфраструктури, диверсифікація виробництва, пошук відносно безпечних логістичних шляхів постачання комплектуючих, релокація підприємства на нове місце розташування, тощо. Проведена класифікація загроз, які впливають на стійкість виробництва та призводять до збудження можливих вразливостей (застарілі технології, обладнання та енергетична структура, кліматичний вплив, фінансові проблеми, тощо). Особливо це актуально для воєнного стану країни.

Досліджена логічна послідовність ланцюгу: проява загрози – збудження вразливостей – виникнення збитків – формування запобіжних превентивних дій.

Створена оптимізаційна модель для мінімізації витрат та часу проведення превентивних заходів щодо забезпечення стійкості підприємства. Проведено імітаційне агентне моделювання прояви загроз та виникнення їх наслідків, які впливають на стійкість підприємства.

Запропонований підхід доцільно використовувати при плануванні проектів щодо забезпечення стійкості високотехнологічних підприємств та формування превентивних дій до нейтралізації або мінімізації наслідків прояви загроз.

Список літературних джерел

1. Modeling of the relocation of high-tech enterprises for the release of innovative products [Text] / O. Fedorovych, O. Prokhorov, Y. Pronchakov, A. Popov, M. Momot // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2023. – № 2. – С. 180-190. DOI: 10.32620/reks.2023.2.15.

МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ В ДОВГИХ ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

**Федорович О. Є., Малєєва Ю. А., Попов А. В.,
Міланов М. В., Єременко Н. В.**

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Глобалізація в економіці призвела до створення високотехнологічних підприємств, які мають розподілений характер виробництва. Логістичний ланцюг: постачання – виробництво – збут реалізується в умовах довгих ланцюгів постачання, виникнення можливих загроз різного характеру (політико-економічних, кліматичних, терористичних, військових, тощо). Реалізація загроз призводить до збудження вразливостей (старіння транспортних мереж, вузькі місця, міста складування, перевалок, тощо) в ланцюгах постачання та появи можливих збитків – матеріальних, а іноді і людських. Тому, актуальна тема доповіді, в якій представлені результати дослідження факторів загроз, які призводять до збудження вразливостей. Проведена класифікація можливих вразливостей в довгих ланцюгах постачання. Вибір шляхів перевезення вантажів та їх оптимізація проводиться з урахуванням множини можливих вразливостей, які збуджуються при прояві загроз.

Проведена оптимізація вибору, відносно безпечних, шляхів постачання з мінімальною кількістю вразливостей. За допомогою експертів в логістиці виявлені основні суттєві фактори, пов'язані з вразливістю та лексико графічно впорядковані.

Проведено імітаційне моделювання прояви загроз, збудження вразливостей та їх впливу на основні показники транспортної логістики (час постачання, логістичні витрати, ризики виникнення загроз, тощо).

Створена агентна модель для інтерактивного моделювання впливу вразливостей на логістику постачання та збуту високотехнологічних виробів.

Запропонований підхід має сенс бути використаним для вибору відносно безпечних шляхів постачання, в умовах можливих збуджень вразливостей з-за прояви зовнішніх та внутрішніх загроз у воєнному стані країни.

Список літературних джерел

1. Modeling the impact of threats and vulnerabilities in transport logistics of a developing enterprise [Text] / O. Fedorovich, Yu. Pronchakov, Yu. Leshchenko, A. Yelizieva // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2021. – № 3. – С. 29-36. DOI: 10.32620/reks.2021.3.03.

ЛОГІСТИЧНІ МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВІЙСЬКОВИХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Федорович О. Є., Рибка К. О., Федорович В. А.,
Коновалова О. В., Пісклова Т. С.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Для ефективного виконання тактичних та оперативних дій, в умовах воєнного стану, необхідно своєчасно формувати потрібні компетентності військових, які використовують сучасну різноманітну військову техніку та озброєння. Проблема підготовки військових, в умовах воєнного стану та обмежених можливостей за часом та виникнення ризиків, є однією з важливих для ефективного проведення бойових дій.

Проведено аналіз множини компетентностей, які необхідні для вивчення військовими. При цьому, використовується компонентна архітектура сучасного озброєння та військової техніки. Множина компетентностей містить базові, які пов'язані з видом озброєння, та спеціальні, які пов'язані з конкретною військовою технікою.

Проведена декомпозиція компетентностей на окремі складові (наприклад, для РСЗВ: пускова установка, система управління, радіолокаційна станція, тощо). Для кожної компоненти потрібні свої компетентності для засвоєння військовими. На нижньому рівні, компетентності представлені у вигляді знань, вмінь та навичок, які будуть засвоєні у логічній послідовності. Створена ієрархічна структура знань для підготовки військових використанню сучасної техніки.

Проведена оптимізація та моделювання процесу навчання та засвоєння компетентностей, в умовах обмежених можливостей за часом, під час дії воєнних загроз. Проаналізовано, як не повне (часткове) засвоєння знань призводить до збільшення ризиків використання техніки та озброєння в бойових умовах. Це може призвести до втрат військових, поломкам та виходу зі строю компонент або цілком всього озброєння.

Запропонований підхід доцільно використовувати при плануванні процесу підготовки військових та засвоєння компетентностей щодо використання сучасного озброєння та військової техніки в умовах воєнного стану країни.

Список літературних джерел

1. Modeling of supply logistics and training of military personnel for the successful use of weapons in a combat area [Text] / Oleg Fedorovich, Igor Shepko, Mikhail Lukhanin, Yurii Pronchakov, Kseniia Rybka, Yuliia Leshchenko // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2022. – № 3. – С. 33-46. DOI: 10.32620/reks.2022.3

РОЗРОБКА СКС ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ**Філенко Л. Д., Чернецький Є. В.**

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

В англomовній літературі досить багато статей присвячених оптимальному розміщенню датчиків [1-4]. Як правило, розв'язуються задачі оптимального розміщення датчиків у прив'язці до існуючих датчиків, але при цьому не враховується структура об'єкту на якому розміщаються датчики. В даній роботі розглянута нова модель з урахування структури об'єкта спостереження.

Розглянута математична модель та проведені розрахунки дозволяють отримати мінімальну кількість камер спостереження, які покривають довільний опуклий об'єкт і таким чином спрощують програмне забезпечення управлінням спостереженням.

Для розробки GSM-сигналізації були використані наступні компоненти: Arduino UNO; GSM Shield Neoway M590; пасивний інфрачервоний датчик HC-SR501; зумер MH-FMD; модуль реле; датчик вологи; макетна плата; датчик газу MQ-2; герконовий датчик відкриття дверей MC-38; корпус; 9v блок живлення.

У процесі розробки GSM-сигналізації була розроблена схема підключення модулів з визначенням послідовності роботи системи.

Знаючи які функції повинна виконувати дана розробка була написана програма в середовищі Arduino.

Зроблено вибір компромісного варіанту для зазначених властивостей рішення оптимізаційної задачі, проведені обчислювальні експерименти, та отримані результати оптимального розміщення датчиків.

Визначено кращі програми для оптимізації. Тож в роботі використані методи оптимізації для розв'язання задачі оптимального розміщення датчиків.

Список літературних джерел

1. Основні поняття оптимізації: URL: https://vuzlit.ru/1125938/osnovni_ponyattya_optimizatsiyi_metodi_modelyuvannya_mashinovikoristannya_roslinnitstvi (дата звернення: 26.11.2023).

2. Anderson B.D.O. Wireless sensor network localization techniques / B.D.O. Anderson, G. Mao, B. Fidan // Computer Networks. – 2007. – № 51. – P. 2529–2553.

3. Cassioli A. Solving the Sensor Network Localization Problem using a Heuristic Multistage Approach [Електронний ресурс] / A. Cassioli. – Електрон. даные (1 файл). – Режим доступа: www.optimization-online.org/DB_FILE/2009/03/2267.pdf. (дата звернення: 30.11.2023).

4. Jiawang Nie. Sum of Squares Method for Sensor Network Localization / N. Jiawang. – University of Minnesota – 2006. – 24 p.

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ З ВІДСТЕЖЕННЯМ ПО ОБЛИЧЧЮ У НАСТІЛЬНОМУ ВЕНТИЛЯТОРІ НА БАЗІ ПЛАТИ ESP-32-CAM

Чайка Р. Р., Дубовик. Т. М.

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

Штучний інтелект - це галузь інформаційних технологій, яка займається створенням програм та систем, здатних аналізувати дані, приймати рішення та виконувати завдання [1].

Відстеження обличч людей є однією з важливих областей застосування штучного інтелекту. Це технологія, яка дозволяє комп'ютерам розпізнавати та відстежувати обличчя людей за зображенням чи в реальному часі [2].

Представлена розробка - настільний вентилятор з вбудованим штучним інтелектом. Корпус вентилятора виготовлений з кабель-каналів, що робить його стильним і компактним. На борту вентилятора розміщена плата керування ESP-32-CAM з камерою OV2640. Два сервоприводи - MG90S для вертикального руху та MG946R для горизонтального руху - керують позицією вентилятора для точного відстеження.

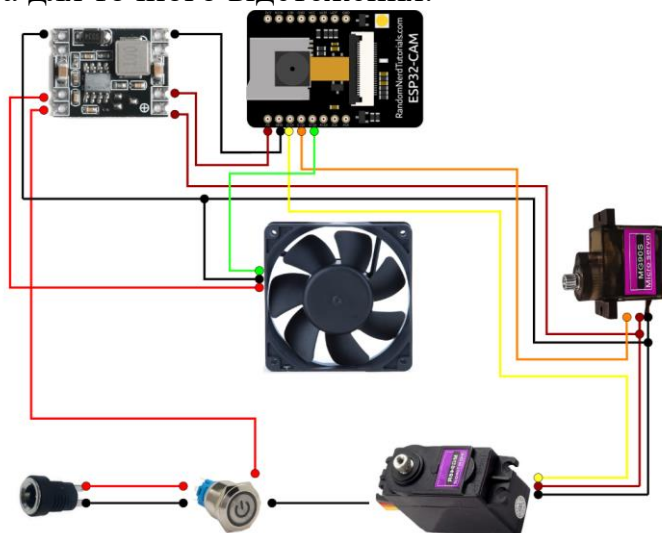


Рисунок 1 – Схема з'єднання розробки

Розробка є прикладом того, як інтеграція штучного інтелекту може покращити функціональність і зручність технічних систем, та створити нові можливості для використання цієї технології в різних галузях.

Список літературних джерел

1. Що таке штучний інтелект? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zfort.com.ua/blog/sho-take-shtuchnii-intelekt>
2. Який принцип роботи систем розпізнавання обличч? Перспективи технології в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kristall-systems.net.ua/ua/novosti>