

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна
машинобудівна
академія



Донецький
фізико-технічний
інститут
ім. А. А. Галкіна
НАН України

ПАТ
«Новокраматорський
машинобудівний
завод»



Інститут економіки
промисловості
НАН України»

Громадська спілка «ІТ кластер
Донеччини» (IT Cluster Donbass)

ТОВ «Інформаційні
технології САПР»



за підтримкою
концерну
Siemens AG

SIEMENS

ЦЕНТР **САПР**

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

МАТЕРІАЛИ
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції

(17–19 квітня 2025 року)

Краматорськ – Тернопіль
ДДМА
2025

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький фізико-технічний інститут ім. О. О. Галкіна НАН України (м. Київ)
Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ)
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
Громадська спілка «ІТ кластер Донеччини» (IT Cluster Donbass)
Micas Simulations Limited
ТОВ «Інформаційні технології САПР»**

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД**

**М А Т Е Р І А Л И
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції**

(17–29 квітня 2025 року)

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

**Краматорськ – Тернопіль
ДДМА
2025**

Рекомендовано до друку вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії
(протокол №10 від 29.05.2025).

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова комітету:

Тарасов О. Ф. д-р техн. наук, проф., зав. каф. КІТ ДДМА

Члени програмного комітету:

Ковальов В. Д. д-р техн. наук, проф., ректор ДДМА

Амоша О. І. академік НАН України, почесний директор ІЕП НАН

Бейгельзімер Я. Ю. д-р техн. наук, проф., головний науковий співробітник
ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН України

Білошенко В. О. д-р техн. наук, проф., зав. відділом ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН

Борисенко О. І. канд. фіз.-мат. наук, Генеральний директор ТзОВ«НВП « Центр САПР»

Вінников М. О. директор ТОВ АРВІ (м. Київ), Chief Operating Officer ARVI VR INC. (Wilmington, DE, USA)

Вовна О. В. д-р техн. наук, проф., проф. кафедри комп'ютерних систем та мереж НАУ, академік
Академії Метрології України

Грибков Е. П. д-р техн. наук, проф., кафедри металургії, матеріалознавства та організації виробництва
«Метінвест Політехніка»

Грушко О. В. д-р техн. наук, проф. каф. опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, дир.
Інституту магістратури, аспірантури та докторантури ВНТУ

Єлецьких С. Я. д-р екон. наук, проф., завідувача кафедрою фінансів, банківської справи та
підприємництва ДДМА

Мельников О. Ю. канд. техн. наук, в. о. зав. кафедри ІСПР ДДМА

Залознова Ю. С. член-кор. НАН України, директор ІЕП НАН України

Клименко Г. П. д-р техн. наук, проф., проф. каф. АВП ДДМА

Кондратюк С. І. генеральний директор компанії «Кварт-Софт» (м. Краматорськ)

Левикін В. М. д-р техн. наук, проф., зав. каф. інформаційних управляючих систем ХНУРЕ

Марков О. Є. д-р техн. наук, проф., зав. кафедрою АВП ДДМА

Мірошниченко О. В. Заступник головного інженера по автоматизованим системам управління
ПАТ «НКМЗ» (м. Краматорськ)

Подлесний С. В. канд. техн. наук, доц. каф. технічної механіки ДДМА

Сагайда П. І. д-р техн. наук, доц., проф. кафедри цифрових технологій та проєктно-аналітичних
рішень «Метінвест Політехніка»

Шеремет О. І. д-р техн. наук, доц., завідуючий кафедрою ЕСА ДДМА

Члени організаційного комітету:

Міхєєнко Д. Ю. канд. техн. наук, ст. викл. каф. КІТ ДДМА

Гетьман І. А. канд. техн. наук, доц. каф. КІТ ДДМА

Турлакова С. С. д-р техн. наук, доц., ст. наук. співроб. відділу фінансово-економічних проблем
використання виробничого потенціалу ІЕП НАН України

Коваленко А. К. асист. каф. КІТ ДДМА

*Відповідальність за достовірність інформації, поданої в збірнику, несуть автори.
Матеріали публікуються за авторським редагуванням.*

Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та
С 91 електропривод : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної
конференції, 17–19 квітня 2025 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. –
Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2025. – 297 с.
ISBN 978-617-7893-00-3

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми створення
та використання інформаційних технологій, автоматизації та електропривод у різних
предметних областях, зокрема у машинобудуванні, бізнесі та медицині.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ, ЕКОНОМІЦІ	10
<i>Бабаши А. В., Новгородський О. О.</i> Розробка програмного комплексу для обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги з використанням середовища Embarcadero Delphi Community Edition	10
<i>Держевецька М. А.</i> Вплив диджиталізації на трансформацію сучасного суспільства	13
<i>Крук О. М., Борисова С. Є</i> Вплив штучного інтелекту на кредитний скоринг у банківському бізнесі	16
<i>Ярмак Б. М., Міхєєнко Д. Ю.</i> Проєкт програмного комплексу для аналізу продуктивності персонального комп'ютера	19
<i>Стрілецький К. О., Коваленко А. К.</i> Вплив штучного інтелекту на ринок праці ІТ сфери	21
<i>Стрілецький О. О., Коваленко А. К.</i> Сумісність баз даних LibreOffice Base та середовища розробки Visual Studio на мові C#	25
<i>Чепурко К. А., Гетьман І. А.</i> Цифровізація кадрових процесів на підприємстві водопостачання	28
<i>Ільченко Д. Є., Малигіна С. В.</i> Використання браузерних інструментів для аналізу продуктивності веб -сайтів та впровадження PWA	31
<i>Кузьмін Р. С., Малигіна С. В.</i> Перспективи розробки модульного медіа програвача з використанням PYTHON	33
<i>Махтієв А. В., Міхєєнко Д. Ю.</i> Проєкт програмного комплексу з реалізації покрокової бойової гри з елементами настільної RPG	35
<i>Балашова О. В.</i> Використання інформаційних систем суб'єктами малого підприємництва України	37
<i>Романенко А. Р., Стукалова Ю. А.</i> Розробка програмного комплексу для відстеження та контролю звичок користувачів	40
<i>Костюченко Є. Є., Коваленко А. К.</i> Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної покроково-рольової гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвід	42
<i>Козюлін І. С., Гетьман І. А.</i> Проєкт програмного комплексу для конфігурації комп'ютерної системи	45
<i>Солод К. А., Гетьман І. А.</i> Розробка гри-головоломки для покращення когнітивних навичок	47

Бондаренко П. О., Гетьман І. А. Розробка програмного комплексу для квіткового магазину з функцією конфігурації букетів	51
Буш М. О., Коваленко А. К. Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Action-Adventure гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення динамічного ігрового процесу та розширення можливостей користувачів	54
Танасюк Д. О., Разживін О. В. MedImageInsights: сучасний підхід до аналізу медичних зображень	56
Сіробаба В. А., Богданова Л. М. Автоматизація робочого місця менеджера магазину з продажу матраців	59
Нечволода Л. В., Крикуненко К. М., Єнєнков М. Р. Розробка мобільного додатку для нормалізації ваги людини	61
Вітрик М. А., Коваленко А. К. Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Tap-To-Earn гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як Nuxt, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвіду	63
Самулінас С. Ю. Особливості управління якістю web-проектів	65
Єлецких С. Я., Волобуєва П. М. Розвиток інформаційних технологій банківської установи	70
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ, МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ	73
Bukovskyi O., Vysloukh S. Information processing in the automated monitoring system for interblock electrical connection parameters	73
Малиновський М. І., Міхєєнко Д. Ю. Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій рендерингу вебдодатків із врахуванням типу та об'єму інформації на сторінках.....	76
Тогобицька Д. М., Поворотня І. Р., Піптюк В. П., Греков С. В., Кукса О. В. Моделювання властивостей хромовмісних феросплавів на рівні міжатомної взаємодії	78
Мантула М. В., Суботін О. В., Періг О. В. Удосконалення корпоративної мережі підприємства з метою підвищення ефективності роботи	81
Белькова А. І., Тогобицька Д. М., Муравйова І. Г., Вишняков В. І., Ходотова Н. Є. Методика оцінки високотемпературних властивостей залізорудних матеріалів з урахуванням їх розподілу по перетину доменної печі	84
Курбацька А. С., Гетьман І. А. Дослідження фреймворків для розробки телеграмм ботів, як засобу реалізації системи сховища книг	87

Єлецьких С. Я., Мимоходова А. В., Власова Т. В. Формування інтегральної моделі оцінювання банкрутства підприємства в системі антикризового фінансового управління	90
Никон Ю. Є. Застосування сценарного аналізу у процесах визначення напрямів цифрової трансформації підприємств	93
РОЗДІЛ 3. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ	96
Сердюк Т. В., Разживін О. В. Інтеграція штучного інтелекту з робототехнікою для оптимізації складських процесів	96
Abhari P. B., Tokar V. O. Multi-service corporate campus network design for a manufacturing enterprise using Cisco Packet Trace	99
Зубер Л. О., Задорожня І. М. Шляхи використання можливостей штучного інтелекту для стійкого розвитку енергетичної галузі України.....	101
Аносов О. В., Богданова Л. М. Аналіз стратегій автоматичного масштабування ресурсів у Kubernetes	104
Меделяєв Д. О., Задорожня І. М. Технологія Smart Grid як запорука відновлення енергетичного потенціалу України.....	106
Семіошко Є. О., Гетьман І. А. Аналіз впливу змін цін криптовалют на ціни відеокарт Nvidia	109
Приймак М. С., Задорожня І. М. Аспекти впровадження технологій штучного інтелекту в енергетичний сектор в контексті Четвертої промислової революції	113
Дудник О. В., Тарасов О. Ф. Методи та моделі штучного інтелекту для автоматичного виявлення і супроводу об'єктів безпілотними літальними апаратами.....	116
Бугайов І. М., Суботін О. В. Розробка модулю віддаленого завантаження керуючої програми в пам'ять верстатної лінії з ЧПУ	117
Плуталов Я. А., Нефедченко О. О., Сагайда П. І. Людино-машинна командна робота: сучасний стан та напрямки розвитку.....	120
РОЗДІЛ 4. НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ	123
Міхєєнко Д. Ю. Роль адитивних технологій у формуванні напрямів смартспеціалізації регіонів з промисловим потенціалом	123
Турлакова С. С. Концептуальні засади модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості	125
Reznikov R. Methodology for Developing and Implementing Digital Strategies for Enterprise Development Under Global Crises	129

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО) ...	132
<i>Ушкаренко О. О.</i> Моделювання процесів системи пуску аварійного дизель-генератора суднової електроенергетичної системи засобами UML	132
<i>Яйчук О. О., Поворотний В. В.</i> Аналіз термонапруженого стану конструкцій методом скінченних елементів.....	135
<i>Кравченко В. І., Міхєєнко Д. Ю., Добряк С. К., Стукалова Ю. А., Хахалєв Д. В.</i> Моделювання інформаційних потоків в системі автоматизації проектування косозубих циліндричних зубчатих передач.....	138
<i>Свинаренко Т. І., Гаврікова А. В.</i> Омніканальний маркетинг у сучасному ритейлі	141
РОЗДІЛ 6. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ	144
<i>Гітис В. Б., Пономаренко І. В.</i> Програмний додаток для дослідження ефективності застосування чисельних методів при розв’язанні диференціальних рівнянь	144
<i>Kravchenko V. I., Malygina S. V., Vasilieva L. V., Kabatskyi O. V., Stukalova Y.A.</i> Mathematical forecasting of stock exchange share price	146
<i>Оболенський В. Є., Богданова Л. М.</i> Постановка задачі розробки програмного комплексу для обліку особистого часу та аналізу ефективності дій користувача	150
<i>Стукалова Ю. А., Коляса О. А., Кравченко В. І.</i> Розробка програмного комплексу для налаштування гри Minecraft	151
<i>Жаріков Д. С., Гетьман І. А.</i> Інформаційна система для автоматизації управління технічним обслуговуванням медичного автотранспорту	154
<i>Фазулов Д. О.</i> Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій розробки онлайн перекладача у месенджері з використанням DeepL API.....	158
<i>Трухачов А. А., Кравченко В. І.</i> Формування сценарію дій чат-боту для автоматизації роботи комп’ютерного магазину	161
<i>Шаля А. Р., Гетьман І. А.</i> Формування вимог до програмного комплексу для автоматизації робочого місця менеджера магазину, який займається продажами книжок та канцтоварів	164
РОЗДІЛ 7. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ’ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСІВ	

ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	167
Кунов О. А., Аносов В. Л. Розробка прикладного програмного забезпечення з проектування технічних виробів засобами C# у взаємодії з SolidWorks API	167
Прідьма І. П., Коваленко А. К. Навчання нейронної мережі TensorFlow на даних моделювання QForm 3D	169
Тарасов О. Ф., Васильєва Л. В., Алтухов О. В., Мирошниченко Д. В. Розробка програмного модуля для сумісного використання САЕ-системи та штучної нейронної мережі	171
Голуб Д. М. Розробка програмного комплексу для автоматизованого проектування технології підвищення стійкості штампового інструмента	173
Малигіна С. В., Бережна О. В., Бережний М. О. Розробка кінцевого автомата для автоматизації процесу наплавлення присадкового металу на поверхню зношеної деталі	177
Бабенко М. О., Вірич С. О. Стратегічні можливості проектування процесів обробляння різанням поверхонь обертання при використанні Autodesk Fusion	180
РОЗДІЛ 8. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ	183
Туболов В. О., Коваленко А. К., Тарасов О. Ф. Оптимізація обробки даних для штучного інтелекту за допомогою клітинних автоматів у задачах прогнозування технологічних процесів.....	183
Голяк Д. В., Міхєєнко Д. Ю. Прогнозування поведінки матеріалів під час пластичної деформації за допомогою нейронних мереж.....	186
Алтухов В. О., Богданова Л. М., Алтухов О. В. Застосування глибокого навчання для обробки відеопотоків: класифікація та сегментація об'єктів на Google Coral	189
Мельников О. Ю., Пеліх Є. П. Об'єктно-орієнтоване проектування програмного забезпечення для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти за допомогою «Телеграм-бота»	190
Бабаиш А. В., Бороденко П. М., Миронова А. О., Сойнікова С. Д., Черемісова Т. В. Дослідження можливостей Teachable machine для створення моделей машинного навчання.....	196
Руденко В. М., Ільїнський М. І. Система обліку енергоспоживання з використанням сенсорних мереж	200

Ларченкова Л. А. Методи та інформаційні технології прогнозування курсів акцій на фондовій біржі	203
Ковригін В. В. Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для підвищення швидкості читання та засвоєння інформації	209
Карпенко М. О., Гетьман І. А. Автоматизована обробка даних засобами агентних систем	212
Краснолуцький В. І. Порівняльний аналіз моделей машинного навчання для ціноформування залізничних квитків	215
Зубрицький О. О. Визначення класів шкідливого ПЗ на основі статичного аналізу, шляхом кластеризації DBSCAN	217
РОЗДІЛ 9. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	220
Ковалевський С. В. Використання середовища R для статистичного моделювання і контролю якості у технічних системах	220
Сус С. П., Суботін О. В. Контроль технологічних зазорів в тунельних печах при випалюванні керамічних виробів	223
Сус С. П., Суботін О. В. Підвищення надійності роботи оптичних датчиків в умовах інтенсивних оптичних перешкод	226
Чміль М. С., Богданова Л. М. Прогнозування відмов жорстких дисків сервера	229
РОЗДІЛ 10. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЦО	233
Суботін О. В., Сус С. П., Булава А. С. Модернізація та дослідження системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу	233
Шевченко В. В., Шайда В. П. Пропозиції щодо продовження часу експлуатації турбогенераторів на блоках теплових електростанцій	236
Суботін О. В., Петрухін Я. І., Новіков Д. С. Аналіз оптичних та електромагнітних промислових завод, що ускладнюють роботу засобів автоматизації	239
Булава А. С. Шляхи підвищення ефективності й продуктивності обертових печей	242
РОЗДІЛ 11. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ	245
Клюєв О. В., Садовой О. В., Сохіна Ю. В. Дослідження взаємного розташування векторів напруги статора і потокозчеплення ротора при пуску асинхронної машини	245
Липський Р. С. Розробка математичної моделі автоматизованої системи регулювання режимами дуття доменної печі	248

Мірошниченко С. А. Дослідження системи керування електроприводу конвеєру завантаження сушильного барабану	251
Чередниченко І. І., Задорожня І. М. Аспекти проєктування автоматизованих систем електроприводів металорізальних верстатів з інтелектуальним керуванням на основі синергетичного підходу	255
Ступак П. П., Задорожня І. М. Алгоритми та методи ефективного керування електроприводами металорізальних верстатів на основі інтелектуалізації процесів з використанням комплексного підходу	259
Горбачов О. С. Етапи діагностики регульованого електроприводу	262
Гриценко С. О. Методи управління та діагностики регульованого електропривода	265
Топор К. О. Підвищення точності обробки на фрезерному верстаті з використанням магнітостикційного приводу мікропереміщень.....	268
РОЗДІЛ 12. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ	271
Подлєсний С. В., Єрьомін М. В. Сучасні тенденції підготовки фахівців вищої кваліфікації в галузі інформаційних технологій	271
Podlyesnyy S. V., Ieromin M. V. Integration of Artificial Intelligence into the Educational Process of Training Highly Qualified Computer Science Specialists	274
Жирова Т. О., Котенко Н. О. Інструменти контролю якості коду в освітньому процесі та аспекти Green coding	277
Мельников О. Ю. Розрахунок відповідності тематики переліку тез доповідей конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» галузям знань за допомогою спеціальної програмної системи власної розробки.....	279
Кабацький О. В. Організація деталювання складального кресленику із використанням комп'ютерної графіки	284
Касьянюк О. С., Самойленко Д. О. Вивчення Wokwi та MQTT в рамках напрямку Internet of Things.....	285
Касьянюк О. С., Самойленко Д. О. Використання GitHub Actions для навчання студентів основам автоматизованого тестування програмного забезпечення .	288
Касьянюк О. С. Використання Entity Framework Core 9 при навчанні студентів роботі з базами даних для вибіркових дисциплін	292
Міхєєнко Д. Ю., Гетьман І. А. Викладання дисципліни «Системний аналіз» у контексті підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук.....	295

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ, ЕКОНОМІЦІ ТА МЕДИЦИНІ

Розробка програмного комплексу для обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги з використанням середовища Embarcadero Delphi Community Edition

Бабаш А. В., Новгородський О. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних реаліях, коли військові дії та інші кризові ситуації змушують багатьох людей залишати свої домівки, потрібні ефективні рішення для організації процесу видачі гуманітарної допомоги внутрішньо переміщеним особам (ВПО). Одним з таких рішень є автоматизація процесу реєстрації ВПО та його інформування. Для цього було розроблено програмний комплекс з використанням середовища Embarcadero Delphi Community Edition [1]. Це середовище дозволяє створювати крос-платформні додатки для Windows, Android, macOS, Linux на основі єдиної кодової бази. У поєднанні з багатофункціональним сервісом Firebase та Telegram API інструмент забезпечує зручне керування даними та швидке сповіщення користувачів.

Мета роботи – створення програмного комплексу, який дозволить автоматизувати облік ВПО та своєчасно повідомляти про надання гуманітарної допомоги. Програма покликана полегшити роботу співробітників, які координують допомогу ВПО, підвищити ефективність розподілу ресурсів і дати можливість самим переселенцям отримати зручний доступ для зв'язку зі співробітниками, які координують процес видачі гуманітарної допомоги. При її розробці були враховані такі вимоги, як простота використання, безпека даних і можливість роботи на різних платформах.

Об'єкт дослідження – мобільний додаток для автоматизації обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги.

Предмет дослідження – аналіз, дослідження можливостей реєстрації користувачів, зберігання даних у базі даних Firebase Realtime Database [2,3] та сповіщення через Telegram бот [4].

Для досягнення цієї мети були визначені наступні завдання:

- аналіз потреб користувачів;
- вивчення потреб персоналу, який реєструє ВПО, та самих переселенців з метою визначення ключових функцій додатку – системи обліку даних, звітності та оповіщення;
- проектування архітектури комплексу, розробка структури додатку, включаючи модулі, які інтегруються з базою даних Firebase в режимі реального часу та надсилають сповіщення, для зручності та масштабованості. Інтеграція Firebase для аутентифікації, використовуючи клас TFirebaseAuth [5] для реалізації реєстрації та входу користувачів за допомогою електронної пошти та пароля, а також функціонал скидання пароля у разі його втрати;
- організувати зберігання даних: створити базу даних Firebase в режимі реального часу та використовувати спеціальні класи Delphi для запису, читання та видалення даних, таких як потреби ВПО та статус підтримки;
- реалізувати систему оповіщення, використовуючи функціонал Firebase для створення модуля, який автоматично сповіщає ВПО про наявність гуманітарної допомоги електронною поштою або іншими каналами;
- зробити тестування додатку, перевірити коректність роботи всіх функцій на різних платформах, усунути помилки та забезпечити безпечну і швидку обробку даних.

Програмний комплекс був розроблений з використанням Embarcadero Delphi Community Edition, що дозволяє створювати додатки для різних платформ з однієї кодової бази. Це дозволяє співробітникам використовувати програмне забезпечення на комп'ютерах під управлінням Windows, а ВПО – отримувати доступ до інформації з мобільних пристроїв на базі Android. Сервіс Firebase став основою для організації аутентифікації та зберігання даних. Клас TFirebaseAuth,

використовувався для безпечної реєстрації та входу користувачів з можливістю відновлення паролів.

Розроблений програмний комплекс демонструє, що поєднання Embarcadero Delphi та Firebase може ефективно вирішити проблему автоматизації обліку та оповіщення осіб ВПО про отримання гуманітарної допомоги. Клас `TFirebaseAuth` має можливість реєстрації (Sign Up) та аутентифікації (Sign In) користувачів у системі. Цей клас також дозволяє користувачам скидати паролі. Щоб зберігати, завантажувати та видаляти записи в базі даних Firebase Realtime DataBase за допомогою розробленого додатку, використано клас `TFirebaseHelper` [6]. Інтерфейс розробленого додатку (платформа MS Windows) представлений на рисунку 1.

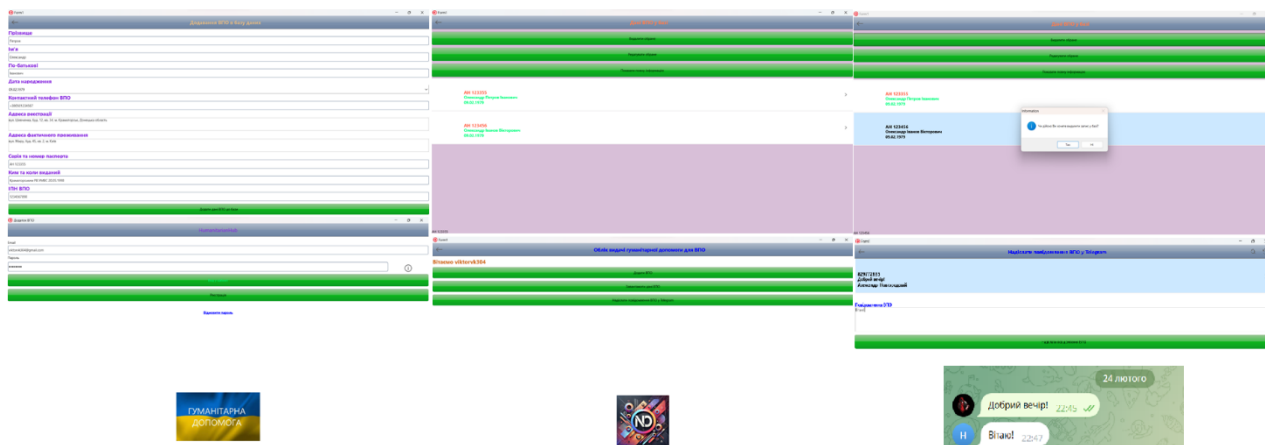


Рисунок 1 – Інтерфейс програмного комплексу для обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги

Таким чином, у середовищі Embarcadero Delphi Community Edition було розроблено програмний комплекс для обліку та оповіщення внутрішньо переміщених осіб про надання гуманітарної допомоги. Додаток дозволяє реєструвати працівника зі створенням його особистого кабінету. Далі працівник вже може працювати з даними особи ВПО.

Література

1. *Embarcadero Delphi Community Edition [Electronic resource] – Available at: <https://www.embarcadero.com/products/delphi/starter>*
2. *Firebase [Electronic resource] – Available at: <https://firebase.google.com/>*

3. *Firebase Auth REST API [Electronic resource] – Availble at: <https://firebase.google.com/docs/reference/rest/auth>*
4. *Telegram APIs [Electronic resource] – Availble at: <https://core.telegram.org/>*
5. *New user registration and authentication capabilities with Delphi FMX Application via Firebase API [Electronic resource] – Availble at: <https://www.softacom.com/blog/new-user-registration-and-authentication-capabilities-with-delphi-fmx-application-via-firebase-api/?fbclid=IwAR1mOGM1gVBmV3YohDtXfZP3jLwBlQdSR4zE8XsbcWPQLAaoU4QcFBGAFow>*
6. *Use of Firebase API for adding, reading, and deleting data in a document-oriented Firebase Realtime Database via a Delphi FMX App [Electronic resource] – Availble at: <https://medium.com/@softacom.com/use-of-firebase-api-for-adding-reading-and-deleting-data-in-a-document-oriented-firebase-realtime-d9aed24882ac>*

Вплив диджиталізації на трансформацію сучасного суспільства

Держевецька М. А.

ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Диджиталізація є одним із найважливіших процесів, що визначають розвиток сучасного суспільства. Вона охоплює всі сфери людської діяльності – від економіки та виробництва до освіти, медицини й управління. Цифрові технології змінюють способи взаємодії між людьми, оптимізують бізнес-процеси та формують нові моделі розвитку організацій та держав.

Глобальна цифрова трансформація є наслідком швидкого розвитку інформаційних технологій, штучного інтелекту, інтернету речей і великих даних. В умовах сучасного світу ці технології стають основою конкурентоспроможності підприємств і держав. Країни та компанії, які швидко адаптуються до цифрових змін, отримують значні переваги у вигляді зниження витрат, підвищення продуктивності та створення нових ринкових можливостей.

Проте диджиталізація несе не лише переваги, а й значні виклики. Це питання кібербезпеки, конфіденційності даних, цифрового розриву між різними соціальними групами та регіонами. Тому вивчення аспектів цифрової трансформації є важливим для ефективного управління цими процесами та забезпечення сталого розвитку суспільства.

Диджиталізація охоплює різноманітні сфери людської діяльності, трансформуючи їх у напрямку цифрової економіки, автоматизації та оптимізації процесів. Вона змінює підходи до ведення бізнесу, організації праці, надання послуг

та прийняття рішень. Одним із ключових напрямів цифрової трансформації є розвиток цифрових технологій та їхній вплив на економіку, освіту та медицину. Застосування цифрових інструментів сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості обслуговування та забезпеченню ширшого доступу до освітніх і медичних послуг. Особливої актуальності набуває впровадження онлайн-освіти, телемедицини та дистанційної зайнятості, що значно змінює традиційні підходи до взаємодії між людьми та організаціями.

Ще одним важливим аспектом є використання штучного інтелекту, який дедалі частіше застосовується для автоматизації бізнес-процесів. Алгоритми штучного інтелекту дозволяють підприємствам ефективніше організовувати внутрішні процеси, автоматизувати рутинні завдання, аналізувати великі обсяги даних та покращувати клієнтський досвід. Прикладами таких технологій є чат-боти, системи управління базами даних, персоналізовані сервіси й аналітичні інструменти.

У сучасному цифровому середовищі важливу роль відіграє аналітика великих даних. Завдяки аналізу даних можливо виявляти ключові тенденції, прогнозувати поведінку споживачів та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Це дозволяє бізнесу краще розуміти потреби клієнтів, оптимізувати маркетингові кампанії, знижувати витрати та підвищувати ефективність загалом.

Цифрова трансформація також помітно впливає на ринок праці. Виникає попит на нові професії, пов'язані з інформаційними технологіями, аналізом даних, кібербезпекою, розробкою програмного забезпечення. Водночас деякі традиційні професії поступово втрачають актуальність або автоматизуються. Це зумовлює потребу в перепідготовці кадрів, гнучких системах освіти та адаптації соціальної політики до нових умов.

Попри численні переваги, диджиталізація ставить перед суспільством і певні виклики. Одним із найактуальніших питань є забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних. У зв'язку з розширенням використання цифрових сервісів зростає ризик кібератак, витоку конфіденційної інформації та зловживань. Це вимагає впровадження сучасних технологій захисту та відповідного нормативного регулювання.

Використання штучного інтелекту також викликає етичні дискусії. Питання об'єктивності алгоритмів, прозорості рішень та відповідальності за їх наслідки набувають особливої важливості в таких сферах, як фінанси, охорона здоров'я та судочинство.

Ще одним важливим викликом є цифрова нерівність. Незважаючи на активний розвиток технологій, не всі верстви населення мають рівний доступ до цифрових ресурсів. Цифровий розрив спостерігається як між регіонами, так і між соціальними групами, що вимагає реалізації інклюзивних політик та інвестицій у цифрову інфраструктуру.

Україна активно долучається до глобального процесу диджиталізації, розвиваючи електронне врядування, цифрові сервіси для громадян і бізнесу, підтримуючи стартап-екосистему. Водночас для подальшого успішного розвитку цифрової економіки необхідно вдосконалювати нормативно-правову базу, стимулювати інновації та залучати інвестиції у відповідну інфраструктуру.

Висновки. Диджиталізація є ключовим фактором модернізації сучасного суспільства. Вона відкриває нові можливості, але водночас ставить перед нами низку викликів, які потребують системного вирішення. Подальші дослідження в цій сфері мають сприяти створенню ефективних механізмів інтеграції цифрових технологій у всі сфери життя.

Література:

1. Мінцифра України. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2025 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thedigital.gov.ua>
2. Цифрова економіка: підруч. / А. Ю. Голобородько, О. Ю. Гусева, С. В. Легомінова, Київ: Видавництво ДУТ, 2020. 400 с.]. – Режим доступу: <https://vstup.htek.com.ua/wp-content/uploads/2024/10/27.4-Holoborotko.pdf>
3. Zhyvko, Z., & Derzhevetska, M. (2023). INTRODUCTION OF THE INTELLECTUAL CAPITAL MANAGEMENT MECHANISM AT MACHINE-BUILDING ENTERPRISES. *Economics, Finance and Management Review*, (3), 83–98. <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2023-3-83-9>

Вплив штучного інтелекту на кредитний скоринг у банківському бізнесі

Крук О. М., Борисова С. Є.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах цифрової трансформації банківський бізнес активно впроваджує новітні технології для підвищення ефективності операцій, мінімізації ризиків і покращення клієнтського досвіду. Однією з актуальних сфер застосування інновацій є кредитний скоринг – процес оцінювання кредитоспроможності позичальників. Традиційні скорингові моделі, засновані на статистичних методах, поступово поступаються місцем інтелектуальним системам, які базуються на алгоритмах штучного інтелекту (ШІ).

Кредитний скоринг – це кількісна оцінка ймовірності виконання позичальником зобов'язань за кредитом, тобто математична або статистична модель, яка дозволяє банку оцінити ймовірність своєчасного повернення кредиту потенційним позичальником на основі його кредитної історії за останні 1-2 роки [1]. Традиційні моделі ґрунтуються на обмеженому наборі змінних: рівень доходу, кредитна історія, зайнятість тощо, проте не завжди враховують приховані закономірності, не здатні ефективно адаптуватися до змін середовища. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні підходів до скорингу шляхом використання новітніх технологій. Одним із таких рішень є застосування ШІ. Технології ШІ, зокрема методи машинного навчання, відкривають нові можливості для побудови більш гнучких та точних моделей оцінювання кредитного ризику, вони здатні обробляти великі обсяги різномірної інформації, включаючи нестандартні джерела даних, такі як активність у соціальних мережах, цифрові сліди, поведінкові патерни користувачів тощо. Вони враховують складні, нерідко нелінійні взаємозв'язки між численними змінними, що дозволяє виявляти приховані закономірності у поведінці позичальників. Через механізми самонавчання ці моделі можуть постійно вдосконалюватися на основі нових даних, що підвищує їхню адаптивність до змін середовища [2]. Використання ШІ забезпечує високу швидкість оброблення інформації, що дає змогу приймати кредитні рішення майже миттєво, у режимі реального часу.

Завдяки таким можливостям технології ШІ поступово інтегруються в банківські процеси, зокрема в систему кредитного скорингу, що зумовлює зростання інтересу до практичних результатів їхнього впровадження та переваг, які вони надають фінансовим установам.

Однією з головних переваг використання ШІ в банківській сфері є суттєве підвищення ефективності кредитного скорингу. Шляхом аналізу великої кількості даних, включаючи не лише фінансові показники, а й поведінкові та соціальні фактори, системи на основі когнітивних технологій можуть точніше оцінювати платоспроможність клієнтів. Такий підхід дозволяє значно знизити рівень дефолтів і пов'язаних із ними кредитних втрат, оскільки ризики неповернення ідентифікуються на ранньому етапі. Автоматизація рутинних процесів оцінювання позичальників суттєво зменшує залежність від людського фактору, мінімізуючи помилки, затримки та суб'єктивні думки. Через здатності ШІ до глибокого аналізу клієнтської поведінки банки отримують змогу формувати персоналізовані кредитні пропозиції, враховувати індивідуальні потреби та фінансові звички кожного користувача [3], що сприяє підвищенню прибутковості банків і покращенню якості обслуговування клієнтів.

Попри численні переваги, використання ШІ у сфері кредитного скорингу супроводжується низкою важливих викликів. Ключовою проблемою залишається непрозорість алгоритмів («чорна скринька»), що ускладнює аудит і пояснення рішень для клієнтів і регуляторів. Існують також значні етичні ризики: алгоритми можуть успадковувати упередження історичних даних, приводячи до дискримінації. Регуляторні обмеження додатково стримують розповсюдження технології. Для подолання цих викликів необхідно: впроваджувати пояснювані моделі (XAI) з регулярними аудитами на упередженість; розвивати якісні набори даних; запроваджувати гібридні моделі прийняття рішень з обов'язковим людським контролем; розробити чіткі стандарти на основі міжнародного досвіду; інвестувати в кібербезпеку та систему надійних резервних механізмів. Важливим кроком є створення екосистеми, де технологічні інновації поєднуються з етичними стандартами

і ефективним регулюванням. Незважаючи на певні ризики, використання ШІ у кредитному скорингу забезпечує вищу точність оцінювання ризиків, швидкість ухвалення рішень, зниження рівня дефолтів і можливість індивідуалізованих фінансових рішень для клієнтів.

Світовий досвід демонструє активне впровадження технологій штучного інтелекту в банківському секторі. Наприклад, JPMorgan Chase використовує ШІ для аналізу кредитних заявок у режимі реального часу, що забезпечує оперативність прийняття рішень [4]. Китайська компанія Ant Financial застосовує алгоритми машинного навчання для оброблення понад 3000 параметрів з Big Data з метою точної оцінки кредитного ризику [5]. В Україні Monobank також інтегрує елементи ШІ у скорингові системи, використовуючи поведінкові та транзакційні дані клієнтів [6].

ШІ має значний потенціал для трансформації кредитного скорингу в банківській системі, він дозволяє зменшити ризики, підвищити ефективність кредитування та адаптуватися до вимог цифрової економіки. Водночас необхідне забезпечення етичності, прозорості та регуляторного контролю, аби уникнути зловживань і дискримінаційних рішень. У майбутньому очікується ще ширше використання ХАІ та гібридних моделей, що поєднують традиційний підхід з інтелектуальними технологіями.

Література

1. Мовчанюк О. А. Кредитний скоринг як метод оцінки кредитного ризику. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/28aa996a-c9b3-4f00-bc79-0affd0e1da37/content>
2. Холяк Н., Садчикова І., Колоток М. Напрями використання штучного інтелекту у банківських установах. Проблеми і перспективи економіки та управління. 2023. № 2(34). С. 192-203. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2\(34\)-192-203](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-2(34)-192-203)
3. Мірошник О., Шубіна С., Шульга В. Проблеми визначення кредитоспроможності позичальника. Фінансово-кредитні системи: перспективи розвитку. 2023. № 4(11). С. 41-47. DOI: <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2023-4-04>
4. Пилинів І. У JPMorgan заявляють, що технології ШІ починають приносити дохід. URL: <https://epravda.com.ua/news/2023/11/29/707160/>
5. Фареню Н. В. Неофінанси світової економіки: монографія. URL: https://www.iir.edu.ua/sites/default/files/2023-12/Neofinance_A5_blok.pdf
6. Більше грошей, безпеки та довіри клієнтів: як банки використовують штучний інтелект. URL: <https://surl.li/fduokj>

Проект програмного комплексу для аналізу продуктивності персонального комп'ютера

Ярмак Б. М., Міхєєнко Д. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та інтенсифікації обчислювальних процесів питання ефективного використання апаратних ресурсів персонального комп'ютера набуває особливої актуальності. Продуктивність комп'ютерних систем безпосередньо впливає на якість виконання професійних, навчальних та дослідницьких завдань, що потребують високої обчислювальної потужності, швидкодії та стабільності. З огляду на зростання обсягів даних і складності програмних продуктів, постає потреба у створенні інструментів, здатних забезпечити комплексний аналіз стану системних ресурсів у режимі реального часу та надавати користувачеві достовірну інформацію про рівень завантаженості та ефективність роботи ПК.

Незважаючи на наявність певної кількості програмних засобів для моніторингу системних характеристик, більшість із них мають обмежений функціонал, неадаптований інтерфейс або не забезпечують можливості гнучкої інтеграції з іншими системами. У цьому контексті розробка універсального програмного комплексу для аналізу продуктивності персонального комп'ютера є актуальним завданням, що відповідає сучасним потребам користувачів та сприяє підвищенню ефективності експлуатації комп'ютерної техніки. Такий комплекс може знайти застосування як у професійній діяльності фахівців ІТ-сфери, так і в навчальному процесі закладів вищої освіти.

Програмний комплекс для аналізу продуктивності персонального комп'ютера розробляється з метою забезпечення користувача широким спектром функціональних можливостей для моніторингу та діагностики системних ресурсів у режимі реального часу. До основних функцій програмного комплексу належать:

- Моніторинг центрального процесора (CPU): відображення

поточного рівня завантаженості, кількості активних потоків, частоти роботи та температури ядер процесора [1].

- Аналіз використання оперативної пам'яті (RAM): визначення обсягу доступної, використаної та зарезервованої пам'яті, а також виявлення процесів із надмірним споживанням ресурсів [2].

- Контроль стану графічного процесора (GPU): оцінювання рівня навантаження, температури, обсягу використаної відеопам'яті та поточної тактової частоти [3].

- Моніторинг стану накопичувачів (HDD/SSD): відстеження швидкості читання та запису, ступеня фрагментації, залишкового ресурсу та температури за допомогою технології S.M.A.R.T [4, 5].

- Аналіз мережевої активності: вимірювання вхідного та вихідного трафіку, швидкості передавання даних, виявлення активних мережевих процесів.

- Побудова графіків та діаграм: візуалізація змін параметрів продуктивності у динаміці з метою полегшеного аналізу.

- Формування звітів: автоматичне або ручне створення звітів про стан системи у форматах PDF, CSV або HTML для подальшого аналізу чи архівування.

- Налаштування параметрів моніторингу: вибір інтервалу оновлення даних, фільтрація відображуваних параметрів, збереження конфігурацій користувача.

- Системні сповіщення: генерація повідомлень про перевищення критичних значень температури, навантаження чи інших системних параметрів.

У результаті виконання проєкту розроблено програмний комплекс для аналізу продуктивності персонального комп'ютера, що забезпечує комплексний моніторинг основних апаратних компонентів системи в режимі реального часу. Реалізований функціонал охоплює збір, обробку та візуалізацію ключових показників роботи центрального процесора, оперативної пам'яті, графічного адаптера, пристроїв зберігання даних і мережевих інтерфейсів. Особливу увагу приділено точності отримуваних даних, стабільності функціонування програмного засобу, а також можливості адаптації інтерфейсу до потреб користувача.

Запропонований підхід до розробки програмного комплексу є актуальним з огляду на зростаючу потребу в ефективному управлінні ресурсами обчислювальних систем, що використовуються в професійній, науковій та освітній сферах. Створене програмне забезпечення може слугувати як інструмент практичного контролю за роботою комп'ютерної техніки, так і як навчальний засіб для здобувачів освіти технічних спеціальностей. Перспективними напрямками подальшого розвитку проекту є розширення функціональних можливостей шляхом впровадження інтелектуального аналізу даних, підтримки хмарної інтеграції та забезпечення мультиплатформенності рішення.

Література

1. Центральний процесор – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Центральний_процесор (дата звернення: 12.04.2025).
2. Пам'ять з довільним доступом – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Пам'ять_з_довільним_доступом (дата звернення: 12.04.2025).
3. Графічний процесор – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Графічний_процесор (дата звернення: 12.04.2025).
4. Жорсткий диск – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Жорсткий_диск (дата звернення: 12.04.2025).
5. SSD – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/SSD> (дата звернення: 12.04.2025).

Вплив штучного інтелекту на ринок праці ІТ сфери

Стрілецький К. О., Коваленко А. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

Штучний інтелект або скорочено ШІ – це галузь інформаційних технологій спрямована на створення імітації машинами процесу міркування, аналізу або прийняття рішень подібно людині. Визначення ШІ з'явилося ще в далекому 1956 році коли професор Дартмутського коледжу Джон МакКарті очолив невелику команду вчених для того щоб з'ясувати, чи можуть машини вчитися, як людина, методом спроб і помилок, та в результаті розвинути формальне мислення.[1]

Стрімкий розвиток штучного інтелекту, для аналізу існуючої інформації та даних, був обумовлений кількома факторами:

- збільшення обсягу інформації;
- покращення алгоритмів виконання завдань аналізу та пошуку математичних та аналітичних залежностей;
- вдосконалення апаратної складової комп'ютерної техніки;
- інвестиції провідних компаній в розвиток ШІ.

Значний прогрес у галузі штучного інтелекту суттєво збільшив перелік завдань які може виконувати ШІ. Спочатку треба визначити яку саме роботу може виконувати ШІ. Штучний інтелект використовується для розуміння природної мови та аналіз тексту, керування прийняттям рішень, візуальне розпізнавання (включаючи зображення, обличчя та відео) та віртуальні або розмовні інтерфейси («чат-боти») а також роботизована автоматизація процесів. І це неповний перелік можливостей ШІ. Отже, професії, що залежать від рутинних та повторюваних завдань, найбільше ризикують зникнути. Також вагомими причинами заміни людини на ШІ є: старіння персоналу, коли людина має залишити роботу через вік але нових спеціалістів з цієї області немає, коли необхідне пришвидшення виконання роботи через обмеження в часі, для збільшення продуктивності та зменшення витрат.[2]

Вплив штучного інтелекту на ринок праці і заробітну плату неоднозначний і може сильно залежати від типу штучного інтелекту, який використовується, його покращень, а також від ринкових умов. Емпіричні дані, засновані на штучному інтелекті, отримані за останні 10 років, не підтверджують ідею загального зниження рівня зайнятості та заробітної плати в професіях, які піддаються впливу штучного інтелекту.[3]

Дослідження ринку праці за останні роки показують що близько 63 % ІТ індустрії та телекомунікацій вже впровадили ШІ у свою роботу. Також інші галузі, які лідирують у впровадженні штучного інтелекту, включають високі технології, автомобільну та складальну промисловість, транспорт і логістику, фінансові послуги, роздрібну торгівлю та охорону здоров'я. В ході досліджень, згідно до демографічних характеристик, професії, які вимагають вищих навичок, суджень і накопиченого досвіду, як правило, більш схильні до заміни на ШІ,

в результаті чого більш освічені працівники та працівники старше 30 років піддаються більшому впливу. Також було виявлено, що працівники чоловічої статі мають більший ризик заміни штучним інтелектом, це пояснюється тим, що професії, де домінують жінки, як правило, вимагають більше навичок міжособистісного спілкування, а робочі місця, де домінують чоловіки, як правило, вимагають більше технічних навичок. Також професії, які вважаються найбільш схильними до впливу ШІ, включають висококваліфіковані професії, які вимагають виконання нестандартних когнітивних завдань, наприклад лаборанти, інженери, радіологи, юристи вважаються дуже вразливими, тобто існує збіг між завданнями, які включають ці професії, і завданнями, які ШІ може виконувати. Однак висока вразливість не обов'язково означає, що робочі місця в цих професіях зникнуть. Деякі проблемні моменти в розвитку штучного інтелекту залишаються: люди перевершують штучний інтелект у творчому та соціальному інтелекті, навичках міркування. Навіть коли штучний інтелект сприяє автоматизації певних завдань, це все одно залишає інші завдання, які можуть виконувати лише люди [4].

Працівники деяких професій в сфері комп'ютерних наук, наприклад тестувальник програмного забезпечення, системний адміністратор, розробник програмного забезпечення та вебсайтів, оператор баз даних, контент-менеджер, знаходяться в зоні ризику втрати роботи через стрімке покращення моделей ШІ, які можуть замінити працю людини. Для того щоб залишатись затребуваним на ринку праці фахівці цих професій мають володіти більш широким спектром навичок, а також вміти використовувати інструменти ШІ для підвищення продуктивності роботи.

Штучний інтелект не зможе замінити всі професії ІТ, він стане зручним інструментом для вже існуючих фахівців які прагнуть покращувати свою кваліфікацію та навчатись новому, також ШІ змінить вимоги до працівників на ринку праці. Нові спеціалісти будуть потрібні для розробки, покращення та впровадження штучного інтелекту:

- фахівці роботи з даними та розробники штучного інтелекту (Data Scientists, AI/ML Engineers) - вміння використовувати дані для прогнозування, створення алгоритмів і моделей, навчання ШІ;
- хмарні інженери - потрібні навички розгортання і підтримка хмарної інфраструктури;
- спеціалісти з кібербезпеки - інструменти штучного інтелекту можуть бути використані для покращення безпеки в мережі Інтернет або для захисту персональних даних;
- автоматизатори тестувань - заміна ручного тестування на сценарії та алгоритми тестувань.[5]

Хоча штучний інтелект здатний виконувати деякі здавалося б непрості завдання, але деякі проблеми на шляху впровадження ШІ все ще залишаються, і багато чого він не в змозі виконати, тому ще є багато професій, на яких можуть працювати тільки люди. Такі навички як критичне мислення та творчий підхід у вирішенні проблем, ініціативність, ефективне усне і письмове спілкування, вміння оцінювати та аналізувати інформацію не зможе замінити штучний інтелект.

Література

1. Матеріал з Вікіпедії, стаття Штучний інтелект [Electronic resource] – Available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучний_інтелект
2. Havryk A., Nazarova T.: Artificial intelligence and its role in the labor market and financial sector itself: US point of view [Electronic resource] – Available at: <https://isg-journal.com/isjmef/article/view/719>
3. Michael Webb. The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market [Electronic resource] – Available at: https://www.michaelwebb.co/webb_ai.pdf
4. Zhiqing Bian. Research on the Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market [Electronic resource] – Available at: https://www.researchgate.net/publication/377734217_Research_on_the_Impact_of_Artificial_Intelligence_on_the_Labor_Market
5. Marguerita Lane, Anne Saint-Martin The impact of Artificial Intelligence on the labour market [Electronic resource] – Available at: https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-impact-of-artificial-intelligence-on-the-labour-market_7c895724-en

Сумісність баз даних LibreOffice Base та середовища розробки Visual Studio на мові C#

Стрілецький О. О., Коваленко А. К.
Донбаська державна машинобудівна академія

Реляційні бази даних — це системи для зберігання, організації та управління даними, які побудовані на основі реляційної моделі. У цій моделі дані представляються у вигляді таблиць, де кожен запис містить інформацію про окремий об'єкт, а кожне поле запису описує властивості цього об'єкта. Важливою особливістю таких баз даних є зв'язки між таблицями, які дозволяють пов'язувати дані між різними таблицями за допомогою ключів.

Реляційні бази даних надають можливість зберігати дані у впорядкованому вигляді, що спрощує доступ. Завдяки реляційній моделі можна гарантувати, що дані будуть несуперечливими і пов'язаними між собою, що в свою чергу забезпечує можливість ефективного пошуку, фільтрації та аналізу даних.

Реляційні бази даних є необхідним інструментом для багатьох галузей у сучасному світі, зокрема:

Бізнес – для зберігання даних клієнтів, управління фінансами, логістикою.

Медицина - для зберігання даних пацієнтів, результатів обстежень, історії лікувань.

Освіта – для управління інформацією про студентів, викладачів, розклад занять.

Розваги – для роботи потокових платформ, онлайн-ігор, соціальних мереж.

Наука - для зберігання результатів досліджень та аналізу даних.

Оскільки реляційні бази даних є основою сучасних інформаційних систем, фахівці що вміють працювати з ними є затребуваними. Для того щоб вивчати основи створення баз даних та здобувати вміння роботи з реляційними базами даних необхідне програмне забезпечення. Через це для створення та роботи з базами даних в освітніх цілях наявність безкоштовного програмного забезпечення є неймовірно важливою [1].

LibreOffice — вільний та крос-платформовий офісний пакет. Він працює на різних операційних системах, зокрема Microsoft Windows, Gnu/Linux та macOS. Цей офісний пакет є одним з провідних безплатних аналогів Microsoft Office.

LibreOffice Base — є частиною офісного пакету LibreOffice, вільне програмне забезпечення, яке має відкритий код, спеціалізується на створенні та адмініструванні реляційних баз даних.

Цей інструмент може працювати з вбудованими і зовнішніми файлами бази даних. Вбудовані файли бази даних зберігаються використовуючи як механізм збереження HSQLDB на основі Java [2].

HSQLDB (HyperSQL Database) — це реляційна база даних, написана мовою Java, яка підтримує стандарти SQL. Вона використовується для зберігання даних у додатках Java, має свої переваги, зокрема невеликий розмір а також швидкість роботи, яка забезпечується інмеморі режимом (In-Memory Mode), усі дані зберігаються в оперативній пам'яті, забезпечуючи надзвичайно високу швидкість роботи. Основним недоліком HSQLDB є прив'язаність до Java, тобто не підтримує нативну інтеграцію з іншими мовами без додаткових драйверів або API [3-4].

«Microsoft Access» (повна назва Microsoft Office Access) — система управління базами даних, один з інструментів Microsoft Office. Має широкий спектр функцій, зокрема створення і керування реляційними базами даних за допомогою графічного інтерфейсу.

Дані, та програмний код зберігаються у файлі з розширенням .accdb (або .mdb у старіших версіях).

Простий інтерфейс є важливою перевагою Access, він дозволяє користувачам без глибоких технічних знань створювати таблиці, запити, форми, звіти та макроси. Також Access легко інтегрується з Excel, Word та іншими програмами Office, що спрощує обмін даними. Одним з недоліком Access є відсутність кросплатформеності, це програмне забезпечення працює тільки на Windows [5-6].

HSQLDB є базою даних, яка призначена для роботи в середовищі Java. Однак Visual Studio Windows Forms на мові C# працює в середовищі .NET, яке використовує власний набір бібліотек і API для роботи з базами даних. Основні причини відсутності прямої сумісності між HSQLDB і Visual Studio C#:

- HSQLDB розроблена для використання в середовищі Java і вимагає JRE(Java Runtime Environment) для роботи, а Visual Studio орієнтований на .NET. Через це бібліотеки HSQLDB не можуть бути напряму використані в C#.

- Для підключення до різних баз даних у C# використовуються специфічні драйвери. HSQLDB не надає офіційних драйверів для .NET.

- У C# для роботи з базами даних зазвичай використовується ADO.NET, який очікує стандартні підключення через ODBC, OLE DB або спеціалізовані .NET-провайдери. HSQLDB використовує JDBC (Java Database Connectivity), що несумісно з ADO.NET.[7]

Розглянувши популярні інструменти для створення баз даних та роботи з ними було наведено особливості, переваги та недоліки відповідного програмного забезпечення. Також було розглянуто відповідні фактори які розкривають можливості цих програм щодо сумісної роботи з Visual Studio на мові C#.

Література

1. Матеріал з Вікіпедії, стаття Штучний інтелект [Electronic resource] – Availble at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Штучний_інтелект
2. Havryk A., Nazarova T.: Artificial intelligence and its role in the labor market and financial sector itself: US point of view [Electronic resource] – Availble at: <https://isg-journal.com/isjmef/article/view/719>
3. Michael Webb. The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market [Electronic resource] – Availble at: https://www.michaelwebb.co/webb_ai.pdf
4. Zhiqing Bian. Research on the Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market [Electronic resource] – Availble at: https://www.researchgate.net/publication/377734217_Research_on_the_Impact_of_Artificial_Intelligence_on_the_Labor_Market
5. Marguerita Lane, Anne Saint-Martin The impact of Artificial Intelligence on the labour market [Electronic resource] – Availble at: https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-impact-of-artificial-intelligence-on-the-labour-market_7c895724-en

Цифровізація кадрових процесів на підприємстві водопостачання

Чепурко К. А., Гетьман І. А.

ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Сьогодні розвиток цифрових технологій відіграє ключову роль у підвищенні ефективності функціонування підприємств різних форм власності, зокрема комунальних. Автоматизація внутрішніх управлінських процесів дозволяє не лише знизити адміністративні витрати, а й покращити якість послуг, що надаються населенню. Одним із важливих напрямів цифрової трансформації є автоматизація кадрового обліку – процесу, що охоплює ведення особових справ працівників, контроль за трудовою дисципліною, оформлення відпусток, лікарняних, звільнень тощо.

Комунальне підприємство «Кам'янський водоканал» забезпечує безперебійне водопостачання та водовідведення у місті Кам'янське, обслуговуючи тисячі абонентів – як побутових, так і комерційних. На підприємстві працює значна кількість співробітників, і кадрова служба стикається з необхідністю обробки великого обсягу документації. Існуючі методи обліку – переважно на базі електронних таблиць або паперового документообігу – не відповідають сучасним вимогам щодо оперативності, точності та захисту персональних даних.

У зв'язку з цим актуальним постає завдання розробки програмного забезпечення, яке дозволить автоматизувати кадрові процеси на підприємстві, тому було створено програмний комплекс, який реалізує облік особового складу працівників, супровід кадрових процедур (прийом, переведення, звільнення), формування звітності, контроль за строками документів, управління відпустками та іншими подіями у трудових відносинах.

У межах роботи було проведено повноцінний цикл розробки програмного комплексу, що охоплює аналіз бізнес-процесів кадрової служби, проєктування інформаційної системи, розробку архітектури бази даних та реалізацію програмного продукту з сучасним користувацьким інтерфейсом.

На першому етапі здійснено збір вихідної інформації: вивчено регламенти кадрової діяльності КП «Кам'янський водоканал», типові документи, маршрути їхнього погодження, склад кадрових досьє, а також інструменти, які використовуються у відділі кадрів. Виявлено основні проблеми: надмірна трудомісткість при введенні та оновленні даних, відсутність єдиного сховища інформації, недостатній рівень захисту персональних даних, неможливість автоматичного формування звітів та сповіщень.

На основі результатів аналізу було побудовано інформаційну модель системи, що охоплює такі ключові функціональні модулі:

- Облік працівників – збереження повної історії трудових відносин, включаючи прийняття на роботу, переведення, звільнення, присвоєння категорій та посад;
- Управління кадровими подіями – автоматизація процесів подання, погодження та обліку заяв (відпустки, лікарняний, переведення);
- Звітність і аналітика – формування звітів для керівництва, зокрема щодо чисельності, руху кадрів, структури персоналу;
- Моніторинг строків дії документів – нагадування про необхідність поновлення сертифікатів, медичних довідок, контрактів;
- Адміністрування доступу – розмежування прав користувачів за ролями (інспектор, начальник відділу, керівник підрозділу).

Для реалізації проєкту було обрано сучасний технологічний стек. У якості СУБД використано PostgreSQL, що забезпечує надійне зберігання даних та підтримку складних запитів. Веб-інтерфейс реалізовано з використанням фреймворку Django (Python), який дозволяє швидко створювати масштабовані системи з чіткою логікою контролю доступу та зручною адмін-панеллю. Front-end частина виконана з використанням HTML/CSS/JS з адаптивною версткою для зручності роботи з планшетів та ноутбуків.

Забезпечено багаторівневу автентифікацію користувачів та журналювання дій в системі, що відповідає вимогам законодавства України щодо обробки персональних даних.

Тестування програмного комплексу проведено на симуляційних даних, які відтворюють структуру персоналу КП «Кам'янський водоканал». Отримано позитивні результати щодо швидкодії системи, точності формування звітів та зручності роботи інтерфейсу.

Очікується, що впровадження програмного комплексу дасть змогу:

- скоротити витрати часу на введення кадрової інформації на 30–50 %;
- зменшити кількість помилок у документах;
- забезпечити єдину централізовану базу даних персоналу;
- підвищити прозорість кадрових рішень і контроль з боку керівництва.

Завдяки модульній структурі система може бути інтегрована з обліковими або фінансовими системами, а також розширена для електронного документообігу чи автоматичного генерування звітів для державних органів.

Висновки. У результаті проведеної роботи отримано універсальне та масштабоване рішення, яке може бути адаптовано для потреб інших комунальних підприємств. Очікується, що впровадження такого програмного продукту на КП «Кам'янський водоканал» сприятиме підвищенню ефективності роботи кадрової служби, покращенню управлінської аналітики та зниженню навантаження на персонал.

Література

1. Морозов В. В. Інформаційні системи і технології: бази даних і управління персоналом. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 312 с. Режим доступу: https://library.hneu.edu.ua/books/IS_IT_DB_Personnel_Morozov.pdf (PDF з бібліотеки ХНЕУ)
2. ISO/IEC 27001:2022 – Information Security Management. Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/27001> (сайт ISO)
3. Григор'єва А. М., Гетьман І. А. Розробка методики дослідження для оптимізації розподілу запасних частин на підприємствах технічного обслуговування автомобілів // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку. – С. 73.
4. Гетьман, І., Держевецька, М., & Несен, Є. (2022). Розробка проєкту програмного комплексу для оптимізації розташування елементів лікарняного фонду. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (6), 15-22. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.6.2>

Використання браузерних інструментів для аналізу продуктивності веб -сайтів та впровадження PWA

Ільченко Д. Є., Малигіна С. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Зростання об'єму веб-ресурсів, таких як HTML, CSS, JS та медіа-файли, призводить до збільшення часу завантаження сторінок та споживання ресурсів пристроїв. Мінімізація цього об'єму є важливим завданням для забезпечення ефективності веб-сайтів [1]. PWA надають можливості для створення веб-додатків, які працюють ефективно на будь-яких пристроях та в умовах обмеженої мережевої доступності [2]. Методи мінімізації веб-ресурсів, спрямовані на зменшення їхнього обсягу, що дозволяє підвищити продуктивність веб-сайтів та прискорити їх завантаження. Основні компоненти веб-ресурсів включають HTML, CSS, JavaScript, медіа-файли (зображення, відео, аудіо), шрифти, метадані та додаткові скрипти чи бібліотеки. Мінімізація кожного з цих елементів вимагає використання відповідних методів і підходів [3]. Загалом, мінімізація веб-ресурсів базується на правильному використанні сучасних технологій, стисненні файлів і зменшенні зайвих даних. Цей підхід не лише покращує швидкість завантаження, але й сприяє економії ресурсів користувачів, що позитивно впливає на загальний досвід роботи з веб-сайтом. Дослідження розглядає різні типи файлів, що використовуються у веб-сайті, включаючи HTML, CSS, JavaScript, медіафайли (зображення, аудіо та відео). Результати дослідження демонструють поетапне застосування різних мінімізаторів веб-ресурсів. Для кожного експерименту оцінено вплив мінімізації ресурсів та впровадження технологій, таких як PWA, на загальний розмір файлів та швидкість завантаження сторінки.

Проведене дослідження продемонструвало, що мінімізація HTML, CSS та JavaScript файлів призводить до незначного зменшення розміру веб-ресурсів та майже не впливає на час завантаження сторінки. Це пов'язано з тим, що текстові файли займають відносно невеликий обсяг у структурі веб-сайту, і їх мінімізація не забезпечує суттєвого покращення продуктивності. Найбільший вплив на

продуктивність досягнуто при мінімізації аудіо- та відеофайлів. Зменшення розміру цих файлів на 12,55 МБ призвело до суттєвого скорочення часу завантаження сторінки до 0,771 секунди. Це свідчить про те, що мінімізація великих медіафайлів є критично важливою для забезпечення швидкої роботи веб-ресурсів. Впровадження технології PWA показало значне покращення часу завантаження при повторному доступі до сторінки. Кешування ресурсів дозволило досягти 96 % прискорення (час завантаження менше 0.001 секунди), що є суттєвим показником для підвищення зручності користувачів.

У ході дослідження проведено низку експериментів, що стосуються мінімізації веб-ресурсів та інтеграції PWA для покращення часу завантаження веб-сайтів. Виявлено, що найбільший вплив на зменшення часу завантаження має мінімізація медіафайлів, зокрема зображень, відео та аудіо. Мінімізація HTML, CSS та JS лише незначно впливає на продуктивність, тоді як стиснення медіа-файлів дало суттєвий результат [4], що також мінімізує веб-ресурси, результати дослідження підтверджують, що стиснення медіа-ресурсів може мати найважливіший вплив на покращення швидкості завантаження. Використання PWA допомогло значно прискорити завантаження при повторному доступі до сайту завдяки кешуванню ресурсів.

Література

1. *Optimized Development of Web Front-end Development Technology*, December 2020, *Journal of Physics Conference Series* 1693(1):012057, DOI:10.1088/1742-6596/1693/1/012057
2. *Dawning of Progressive Web Applications (PWA): Edging Out the Pitfalls of Traditional Mobile Development*, *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* (2020) Volume 68, No 1, pp 85-99. ISSN (Print) 2313-4410, ISSN (Online) 2313-4402.
3. Shan Bin. *Web front-end development technology and optimization strategy analysis* [J]. *Digital Technology and Application*, 2020, 38(4): 83-84
4. K. P. HAZDIUK; M. Yu. GORBATENKO; K. M. DMYTRASHCHUK; V. Yu. VODIANCHUK, *Дослідження інструментів збірки сучасних веб додатків. Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2024-07-01, DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2024.2.19

Перспективи розробки модульного медіа програвача з використанням PYTHON

Кузьмін Р. С., Малигіна С. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

У більшості сучасних медіа-програвачів функціональність реалізується у вигляді вбудованих, часто нероздільних компонентів. Це можуть бути вбудовані декодери аудіо/відео, ручне керування плейлистами, обмежений набір форматів, прості еквалайзери, жорстко задана обробка субтитрів та мінімальні можливості кастомізації. Такі системи зазвичай написані на C/C++, Java або інших високопродуктивних мовах, і хоч вони забезпечують стабільність і продуктивність, однак мають істотні недоліки — складність у розширенні, погану адаптивність до потреб користувача та ускладнену інтеграцію сторонніх рішень [1]. На відміну від цього, модульний підхід у реалізації медіа-програвача дозволяє зробити систему набагато гнучкішою, відкритою до розширення та зручною в обслуговуванні. І саме Python, з його простотою, великою кількістю бібліотек і активною спільнотою, надає розробнику інструменти для створення медіа-системи нового рівня [2], що дозволяє не просто дублювати базовий функціонал типових програвачів, а й зробити його глибоко кастомізованим, масштабованим і легко адаптованим під конкретні сценарії використання.

Однією з актуальних задач сучасного програмного забезпечення є створення гнучких, масштабованих та адаптивних медіа-рішень, які здатні відповідати як на індивідуальні запити користувачів, так і на технічні особливості різних пристроїв — від настільних комп'ютерів до мобільних платформ. У той час як більшість популярних медіа-програвачів (таких як VLC, KMPlayer чи Windows Media Player) пропонують широкий набір функцій, вони зазвичай побудовані як монолітні додатки, де додавання нового функціоналу потребує глибокого втручання в існуючий код або використання складних SDK/API [3]. Модульна архітектура пропонує альтернативний підхід: вона передбачає реалізацію окремих компонентів (модулів), які виконують конкретні завдання — наприклад, відтворення аудіо/відео форматів (MP4, MKV, FLAC,

AVI тощо), підтримка потокового відтворення (HTTP, RTSP), налаштування еквалайзера, вивід субтитрів, керування плейлистами, інтеграція з онлайн-сервісами або обробка метаданих, завдяки чому можна створювати власні плагіни, не змінюючи ядро програми [4]. Python надає розробникам потужні інструменти для роботи з мультимедіа завдяки своїй простій інтеграції сторонніх модулів: FFmpeg: кодування, декодування та обробки мультимедійних файлів [5]; GStreamer - фреймворк для роботи з мультимедійними потоками; Tkinter та PyQt - створення графічних інтерфейсів користувача (GUI). Python має численні бібліотеки (TensorFlow, PyTorch), що дають змогу створювати інтелектуальні функції, наприклад, рекомендаційні системи. Завдяки динамічному імпорту модулів, Python дозволяє реалізовувати плагіни як окремі .py-файли, які можуть бути завантажені в процесі виконання [4]. Модульний підхід дає змогу створити, наприклад, базовий програвач, до якого згодом можна додавати нові модулі, такі як еквалайзер, конвертер форматів чи навіть стримінговий сервіс.

Таким чином, запропонований підхід дає змогу створити медіа-програвач, який не тільки не поступається існуючим рішенням, але й перевершує їх у гнучкості, адаптивності та можливості персоналізації. Саме модульність у поєднанні з можливостями Python відкриває нові горизонти в розробці сучасних медіа-систем.

Література

1. Вілман Д. Майстерність обробки аудіо та відео засобами Python. – Packt Publishing, 2019. – 230 с
2. Python Software Foundation: [електронний ресурс] – <https://www.python.org>
3. mpv (media player) / [електронний ресурс] – <https://www.videolan.org>, <https://mpv.io>
4. Куліш, А. М. Проєктування архітектури програмного забезпечення. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2021.
5. Документація FFmpeg: [електронний ресурс] – <https://ffmpeg.org/documentation.html>

Проект програмного комплексу з реалізації покрокової бойової гри з елементами настільної RPG

Махтієв А. В., Міхєєнко Д. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасна ігрова індустрія активно розвивається у напрямі поєднання цифрових технологій із традиційними механіками настільних рольових ігор. Такі гібридні підходи дозволяють зберігати стратегічну глибину, варіативність і атмосферу класичних RPG, водночас використовуючи переваги комп'ютерної візуалізації, автоматизації розрахунків і зручного керування ігровим процесом. Це створює нові формати інтерактивного досвіду, де гравець може взаємодіяти як з віртуальним середовищем, так і з складною внутрішньою логікою гри, заснованою на сценаріях, випадкових подіях та імовірнісних розрахунках.

Особливу цінність має застосування знайомої багатьом гравцям системи кидків гральної кості, як у Dungeons & Dragons [1], що надає гнучкість, реіграбельність і високий ступінь занурення в ігровий процес. Така система дозволяє не лише урізноманітнити бойові механіки, а й створювати непередбачувані ситуації, що стимулюють тактичне мислення та прийняття нестандартних рішень. У результаті зростає інтерес до подібних ігор як з боку гравців, так і розробників, що робить тему створення таких систем особливо актуальною в контексті сучасного розвитку цифрових розваг.

Розробка програмного комплексу здійснюється з використанням ігрового рушія Unity [2, 3], який забезпечує потужні інструменти для створення 2D та 3D ігрових середовищ, а також підтримує компонентно-орієнтовану архітектуру. Основною мовою програмування, що використовується в проєкті, є C# — високорівнева мова, яка надає широкі можливості для реалізації об'єктно-орієнтованих підходів, управління подіями, а також обробки логіки взаємодії між ігровими об'єктами [4].

Архітектура програмного забезпечення передбачає модульне структурування коду з чітким розділенням відповідальностей. Зокрема, створено окремі компоненти для реалізації:

- генератора випадкових чисел (Random.Range, System.Random) для імітації кидків гральних кісток різного типу (наприклад, d6, d20);
- бойових механік (нарахування урону, захист, критичні влучання);
- обробки станів персонажів (здоров'я, стани, ініціатива тощо);
- взаємодії з користувацьким інтерфейсом (UI), побудованим за допомогою Unity UI Toolkit або стандартного Canvas/UI.

Класова структура включає базові об'єкти, такі як Character, DiceRoller, CombatManager, EventSystem, реалізовані за допомогою C#-скриптів, які зв'язуються через Unity-компоненти (MonoBehaviour). Обробка взаємодій відбувається через подійно-керовану систему, що дозволяє забезпечити адаптивність та повторне використання окремих модулів. Крім того, застосовується принцип інкапсуляції та використання інтерфейсів (IDamageable, IRollable тощо) для забезпечення гнучкості в проєктуванні логіки гри.

У межах дослідження було обґрунтовано доцільність поєднання цифрових технологій із механіками настільних рольових ігор для створення інтерактивного ігрового середовища з високим рівнем занурення. Розробка програмного комплексу покрокової бойової гри на базі рушія Unity із використанням мови програмування C# дозволяє реалізувати модульну систему керування ігровою логікою, побудовану на принципах випадковості, сценарного моделювання та стратегічної взаємодії.

У процесі реалізації запропоновано архітектурне рішення, що забезпечує гнучкість, масштабованість і можливість повторного використання окремих компонентів гри. Застосована система кидків гральної кості, аналогічна до тієї, що використовується в Dungeons & Dragons, успішно інтегрується у бойові механіки, дозволяючи відтворити ключові аспекти настільних RPG у цифровому середовищі.

Результати дослідження можуть бути використані як основа для подальшого вдосконалення ігрових систем, зокрема шляхом розширення функціоналу, додавання багатокористувацького режиму, системи розвитку персонажів та інтеграції з онлайн-сервісами. Запропонований підхід має

практичне значення для розробників інтерактивних застосунків, освітніх симуляторів та інноваційних інтерфейсів у сфері цифрових розваг.

Література

1. *Dungeons & Dragons* – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Dungeons_&_Dragons (дата звернення: 12.04.2025).
2. *Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D, VR & AR Engine*. Unity. URL: <https://unity.com/> (date of access: 12.04.2025).
3. *Unity (ігровий рушій)* – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Unity_\(ігровий_рушій\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Unity_(ігровий_рушій)) (дата звернення: 12.04.2025).
4. *C Sharp* – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/C_Sharp (дата звернення: 12.04.2025).

Використання інформаційних систем суб'єктами малого підприємництва України

Балашова О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сьогодні керувати підприємством без інформаційних систем просто неможливо, вони міцно увійшли до галузі виробничої, управлінської (управління асортиментом та закупівлями) та фінансової (бухгалтерський облік) діяльності. Основною сферою застосування інформаційних систем та технологій з позиції використання їх можливостей є підвищення ефективності праці працівників у ІТ-сферах виробництва та підтримка прийняття рішення на підприємствах. Інформаційні системи забезпечують збирання, зберігання, обробку, пошук, видачу інформації, необхідної в процесі вирішення завдань з будь-якої області, допомагають аналізувати проблеми та створювати нові продукти.

Інформаційна система (ІС) – сукупність організаційних і технічних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів. Інформаційні системи включають в себе: технічні засоби обробки даних, програмне забезпечення і відповідний персонал [1].

Перш ніж розглянути, як застосовуються інформаційні системи на підприємствах малого бізнесу України, необхідно дати однозначне визначення малому бізнесу. Знати за якими критеріями підприємство відносять до малого

бізнесу дуже важливо, бо це дає йому як невеликі переваги або ж, навпаки, додає зайвих обмежень. Саме поняття «малий бізнес», кожен може розуміти по-своєму. Розглянемо поняття малого бізнесу з погляду юриспруденції та держави.

Згідно ст. 55 Господарського кодексу України під малими підприємствами розуміються: по-перше, фізичні особи, зареєстровані в установленому законом порядку як фізичні особи – підприємці, у яких середня кількість працівників за звітний період (календарний рік) не перевищує 50 осіб та річний дохід від будь-якої діяльності не перевищує суму, еквівалентну 10 мільйонам євро, визначену за середньорічним курсом Національного банку України; по-друге, юридичні особи – суб'єкти господарювання будь-якої організаційно-правової форми та форми власності, у яких середня кількість працівників за звітний період (календарний рік) не перевищує 50 осіб та річний дохід від будь-якої діяльності не перевищує суму, еквівалентну 10 мільйонам євро, визначену за середньорічним курсом Національного банку України [2].

Впровадження інформаційної системи, як правило, значно полегшує управління діяльністю підприємства, оптимізує внутрішні та зовнішні потоки інформації, ліквідує вузькі місця в управлінні. Потрібно чітко розуміти, що корпоративна ІС покликана спростити управління організацією, покращити процеси, посилити контроль та забезпечити цим конкурентні вигоди. Тільки з такої точки зору можна оцінювати користь з її впровадження [3].

На малих підприємствах різних сфер діяльності ІС, як правило, пов'язані з вирішенням завдань бухгалтерського обліку, накопиченням інформації з окремих видів бізнес-процесів, створення інформаційних баз даних щодо спрямованості діяльності підприємства та формуванням телекомунікаційного середовища для зв'язку з іншими підприємствами. Для обґрунтування вибору тієї чи іншої ІС для впровадження на конкретному підприємстві необхідно проаналізувати подані на ринку системи за такими критеріями:

- функціональні можливості – відповідність автоматизованої системи тим основним бізнес-функціям, які існують чи плануються до впровадження;

- сукупна вартість володіння ІС – сума прямих та непрямих витрат, які несе власник системи за період життєвого циклу останньої;
- перспективи розвитку та підтримки ІС, які визначаються постачальником та тим комплексом стандартів, який закладено в ЕІС та складові її компоненти (час існування їх на ринку та частка ринку, яку вони займають);
- технічна характеристика: архітектура системи; масштабованість; надійність; засобів архівування та резервного копіювання даних; захисту від навмисних та ненавмисних технічних нападів; підтримувані інтерфейси для інтеграції із зовнішніми системами [2].

Основні фази впровадження інформаційної системи, запропоновані автором, представлено на рис. 1

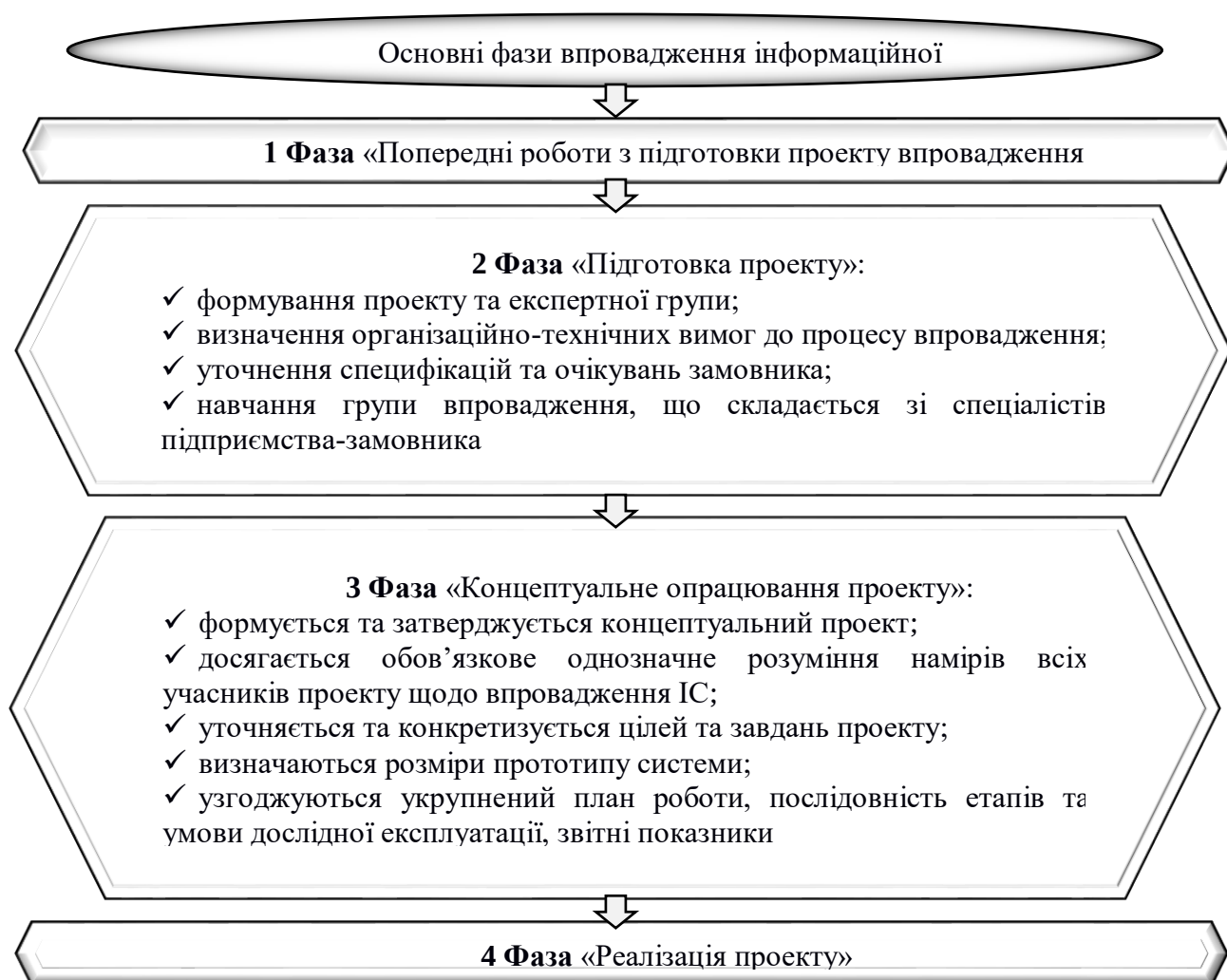


Рисунок 1 – Основні фази впровадження інформаційної системи

Таким чином, застосування інформаційних систем суб'єктами малого підприємництва України дозволить отримати ними ряд позитивних якостей для розвитку, а саме: більш раціональні варіанти рішення управлінських задач за рахунок впровадження математичних методів та інтелектуальних систем тощо; автоматизація роботи; удосконалення структури потоків інформації та системи документообігу; нові ринкові ніші за рахунок унікальних послуг та знижок тощо.

Література

1. Пурій Г.М. Інформаційні системи і технології в управлінні діяльністю підприємства. *Ефективна економіка*. 2019. № 6. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.56>
2. Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 436-IV станом на 28.02.2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15#n380>
3. Пеннер С.О., Римарцов В.В., Лобай Р.Р. Інформаційні технології як інструмент стратегічного управління інноваціями в організації. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-97>

Розробка програмного комплексу для відстеження та контролю звичок користувачів

Романенко А. Р., Стукалова Ю. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах сучасного ритму життя, коли час стає одним із найцінніших ресурсів, здатність ефективно управляти власними звичками набуває особливої актуальності. Все більше людей потребують зручних інструментів для систематизації повсякденних справ, фіксації прогресу та підтримки мотивації [1]. Таким чином, розробка програмного продукту для контролю та моніторингу звичок стає актуальною задачею.

Розроблюваний програмний комплекс призначений для моніторингу та управління звичками користувачів та вирішує наступні задачі: можливість створення, редагування та видалення записів звичок із налаштуванням періодичності. Також користувач може відмічати виконання звички з опцією скасування позначки (рис. 1).

Користувач може не лише додавати звички, але й налаштувати їх так, щоб програма сама нагадувала про них у зручний час. На відміну від схожих додатків, програмний комплекс пропонує не лише нагадування, а й детальну аналітику. Програмний комплекс забезпечує генерацію статистики виконання у вигляді списків та інтерактивних елементів, здійснює аналіз активності користувача та формує звіти про прогрес. Користувач зможе дізнатись, у які дні тижня він найбільш продуктивний, і отримає звіт та детально проаналізувати. Механізм сповіщень реалізує відправлення нагадувань у заданий час з гнучкими параметрами. Збереження даних виконується у базі SQLite з підтримкою резервного копіювання. Інтерфейс реалізований у Windows Forms і оптимізований для зручної взаємодії.



Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для програмного комплексу для відстеження та контролю звичок користувачів

Для реалізації програмного комплексу була обрана архітектурна модель MVC (Model-View-Controller). Цей підхід дозволяє чітко розділити логіку роботи з даними, інтерфейс і взаємодію з користувачем, що спрощує розробку, тестування та підтримку програми. Вибір MVC дозволив створити ефективну та зручну архітектуру, що полегшує роботу з базою даних для збереження, редагування, видалення та перегляду звичок, а також забезпечує чітке розділення між логікою обробки даних та відображенням інформації в інтерфейсі. Це також сприяє гнучкості, полегшуючи додавання нових функцій і адаптацію до змінних вимог.

Впровадження програмного комплексу дозволить користувачам ефективно керувати своїми звичками, забезпечуючи високий рівень прозорості та зручності. Це створить основу для подальшого покращення особистої продуктивності та досягнення поставлених цілей.

Література

1. Stawarz, K., Cox, A. L., & Blandford, A. (2021). Beyond Self-Tracking: Exploring and Designing for Experiences with Personal Data. *Human-Computer Interaction*, 36(1), 1–50.

Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної покроково-рольової гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвіду

Костюченко Є. Є., Коваленко А. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасному цифровому середовищі відеоігри відіграють важливу роль не лише як форма розваги, а й як засіб передачі ідей, формування навичок та створення інтерактивних історій. Особливої популярності набувають ігри з рольовими елементами, які потребують складної логіки взаємодії, продуманої бойової механіки та гнучкої архітектури. У цьому контексті створення інноваційної покрокової бойової системи має значний інтерес як з технічної, так і з геймдизайнерської точки зору [1].

Основна ідея бойової системи полягає у класичному покроковому підході: кожен учасник бою (герой або супротивник) виконує свою дію згідно з чергою, яка динамічно змінюється після кожного раунду. Гравець може обирати одну з кількох доступних дій: використання стандартної атаки, суперздібності, предмета або спроба втечі з бою. Система підтримує до трьох активних учасників у команді, а також до трьох супротивників, що забезпечує збалансованість та тактичну насиченість бою. Кожна атака має низку параметрів: тип (фізична, магічна, спеціальна), ефект (звичайний, з лікуванням тощо), вартість (мана або здоров'я), кількість цілей, а також взаємодію з системою стихій [2].

У бойовій системі реалізовано ієрархію стихій, що визначає переваги та вразливості між класами персонажів: контрольовані, магічні, демонічні, незалежні персонажі та Нокс як домінуюча сила. Це створює унікальну систему взаємодій, де результат бою залежить не лише від сили удару, а й від правильного стратегічного підходу. Особливу увагу приділено реалізації бафів та дебафів — тимчасових змін характеристик персонажів, що впливають на атаку, захист, швидкість або інші параметри. Вони активуються через відповідні атаки та мають обмежену кількість ходів дії. Система автоматично обробляє активацію, тривалість та завершення ефектів [3].

Для супротивників реалізовано штучний інтелект, що підтримує декілька стратегічних моделей поведінки: від випадкового вибору до складної логіки з урахуванням стану союзників, кількості ворогів та типу гравців. Найрозвиненіший тип (Smart) - здійснює аналіз стану поля бою, вибирає ціль на основі різних параметрів та обирає найбільш ефективну атаку з власного набору [4].

На рисунку 1 представлено діаграму прецедентів, яка ілюструє основні сценарії взаємодії гравця з бойовою системою гри.

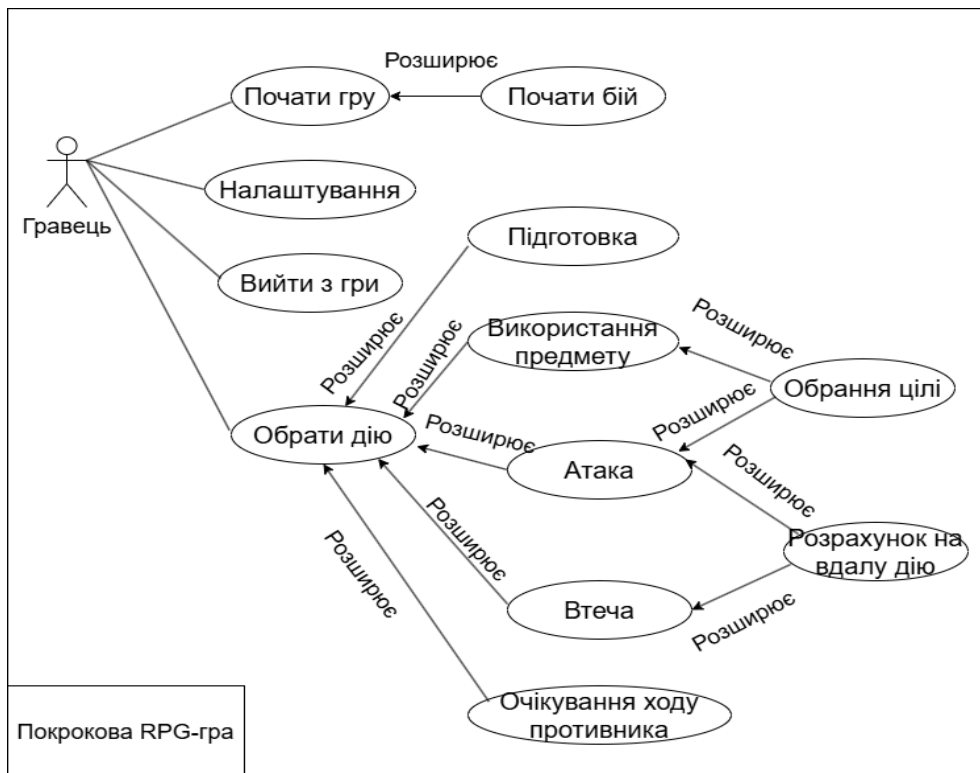


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для програмного комплексу для створення інтерактивної покроково-рольової гри

На діаграмі прецедентів зображено ключові сценарії взаємодії гравця з покроковою RPG-системою. Всі дії відбуваються в контексті бойової підсистеми, де користувач має низку можливостей: почати гру, налаштувати параметри, вийти або безпосередньо вступити в бій.

У межах бою основною дією є вибір типу взаємодії — атакувати, використати предмет або спробувати втечу. Кожен варіант має додаткові розгалуження:

- атака (включає обрання цілі та розрахунок ефективності, що дозволяє моделювати складні тактичні ситуації);
- використання предмету (може змінити хід бою — наприклад, за рахунок лікування або бафів);
- втеча є ризикованим кроком (має шанс запустити сценарій очікування ходу супротивника (якщо дія невдала), або уникнути бою (якщо дія вдала)).

Всі елементи діаграми пов'язані з логікою гри, де кожне рішення гравця має наслідки. Це дозволяє формувати адаптивну систему бою, яка не лише реагує на вибір користувача, а й створює відчуття глибини та залученості. Таким чином, діаграма ілюструє не лише технічну реалізацію, а й геймдизайнерський підхід до побудови ігрового процесу.

Література

1. Джууль Є. *Ігри як культурна форма*. — Київ: Артбук, 2019. — 290 с.
2. Батчер Б. *Створення бойових систем для RPG*. — К.: Геймдизайн Україна, 2021. — 380 с.
3. Селін А. *Баланс у геймдизайні: Теорія та практика*. — Львів: ГеймАрт, 2020. — 256 с.
4. Міллер Дж. *AI у відеоіграх: Поведінкові моделі та симуляція*. — Харків: Видавництво "Нове програмування", 2022. — 440 с.

Проект програмного комплексу для конфігурації комп'ютерної системи

Козюлін І. С., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Інформаційні технології відіграють ключову роль у повсякденному житті, зокрема в проектуванні та конфігурації комп'ютерних систем. Потреба в автоматизованому підборі компонентів стала актуальною як для пересічних користувачів, так і для спеціалістів. Це обумовлено складністю вибору сумісних комплектуючих, необхідністю точного планування бюджету та прагненням до оптимальної продуктивності систем [1].

Метою розробки є створення програмного комплексу, що забезпечить користувачеві зручний інструмент для формування комп'ютерної конфігурації, перевірки сумісності компонентів, аналізу продуктивності та енергоспоживання. У системі реалізовано функції автоматичного підбору комплектуючих відповідно до визначених цілей – робота, ігри, графічний дизайн тощо [2].

У межах роботи виконано комплексне опрацювання проекту: проведено аналіз предметної області, визначено потреби користувачів, сформульовано технічне завдання, розроблено UML-діаграми для візуалізації структури та

логіки системи, реалізовано основні програмні модулі та здійснено їх тестування. Для створення програмного комплексу обрано мову програмування C#, яка завдяки своїй об'єктно-орієнтованій природі, високій продуктивності та широкій підтримці бібліотек є ідеальним вибором для реалізації складних логічних систем.

Середовище розробки Visual Studio було використано як основний інструмент програмування. Воно забезпечує зручне середовище для написання, відлагодження та тестування коду, має вбудовані засоби для роботи з базами даних, графічними інтерфейсами та об'єктно-орієнтованими структурами.

Для створення графічного інтерфейсу було використано технологію Windows Forms (WinForms), яка дозволяє швидко створювати віконні застосунки із зрозумілим, гнучким та інтерактивним інтерфейсом. Завдяки цьому користувач може легко працювати з програмою, обирати комплектуючі, отримувати результати перевірки сумісності та оцінювати ефективність конфігурації. Поєднання C#, Visual Studio та WinForms дозволило досягти високої якості розробки, стабільної роботи системи та привабливого візуального оформлення продукту [3-4].

Ключовою особливістю комплексу є можливість оцінки ефективності конфігурації за критеріями продуктивності, вартості та енергоспоживання. Також передбачено оновлення бази даних компонентів через інтернет, що дозволяє підтримувати актуальність інформації. Розробка орієнтована на різні категорії користувачів – від ентузіастів самотійного складання ПК до професійних системних адміністраторів.

Таким чином, програмний продукт покликаний спростити процес конфігурації комп'ютерних систем, зменшити ризик технічних помилок, підвищити продуктивність та забезпечити високий рівень користувацького досвіду.

Література

1. Як зібрати персональний комп'ютер: покрокова інструкція [Електронний ресурс]. URL: <https://qwertyshop.ua/stati/kak-sobrat-personalniy-kompyuter> (дата звернення 08.04.2025)
2. Як підібрати процесор до материнської плати [Електронний ресурс]. URL: <https://click.ua/news/yak-pidibrati-procesor-do-materinskoyi-plati> (дата звернення 08.04.2025)
3. Microsoft Visual Studio [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio (дата звернення 08.04.2025)
4. Windows Forms [Електронний ресурс]. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Windows_Forms (дата звернення 08.04.2025)

Розробка гри-головоломки для покращення когнітивних навичок

Солод К. А., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Ігри – це захоплюючий спосіб провести час, який об'єднує людей, стимулює уяву та дарує неймовірні емоції. Від шедеврів високотехнологічної графіки до настільних ігор, які збирають родини за одним столом, вони об'єднують людей, допомагають поринути у нові світи та стимулюють креативність. Світ ігор постійно змінюється, пропонуючи захопливі пригоди, змагання та шанси для самовираження [1].

Ігри для мобільних пристроїв, комп'ютерів та консолей активно використовуються як для відпочинку, так і для розвитку логічного мислення, реакції, візуального сприйняття. Ринок мобільних та казуальних ігор для всіх вікових груп швидко зростає. Зважаючи на це, створення гри з акцентом на логічні завдання, що базуються на візуальному сприйнятті кольорів і розташуванні елементів, відповідає сучасним тенденціям та попиту.

Основна мета проєкту це створити гру, яка поєднує в собі розважальні та освітні елементи. Сприятиме розвитку таких ключових навичок, як концентрація, спостережливість та когнітивні здібності. Проєкт орієнтований на створення ігрового досвіду, що мотивує гравців до саморозвитку через виконання цікавих завдань та вирішення головоломок.

Для дітей ігри стимулюють когнітивні навички, включаючи пам'ять, увагу та логічне мислення. Вони розвивають просторову уяву завдяки візуальним завданням та інтерактивному середовищу, сприяючи творчому мисленню. Багато сучасних освітніх ігор допомагають дітям опановувати нові знання через ігровий формат, роблячи навчання цікавим та ефективним. Крім того, ігри сприяють соціалізації молодших гравців, навчаючи співпраці в командах, спілкуванню та взаємодії з іншими [2].

Доросле покоління також знаходить значну користь в іграх. Вони допомагають зменшити стрес, покращити настрій і слугують джерелом позитивних емоцій. Ігри розвивають швидкість мислення, реакцію та здатність приймати рішення у складних ситуаціях. У старшому віці ігри можуть бути ефективним способом підтримки активності мозку, поліпшення пам'яті та уваги. Також вони створюють середовище для спілкування та взаємодії між людьми різного віку, сприяючи соціалізації та об'єднуючи різні прошарки населення. Завдяки іграм кожна вікова група має можливість розвиватися та вдосконалювати свої навички.

Гра створена за допомогою мови C# у середовищі розробки Visual Studio. C# – це сучасна, об'єктно-орієнтована мова програмування, що відрізняється високою продуктивністю, зручністю в освоєнні та широкими можливостями для створення програмного забезпечення. C# має широкий набір бібліотек і фреймворків, які дозволяють створювати додатки для Windows, веб-платформ, мобільних пристроїв і навіть ігор [3].

Для більш яскравого інтерфейсу гри використано бібліотеку Guna2, в якій представлені інструменти для графічної розробки. Ця бібліотека містить стильні кнопки, панелі, елементи навігації, які полегшують її адаптацію до вимог користувача. Завдяки використанню Guna2 інтерфейс додатка стає яскравим і цікавим для взаємодії. Таким чином, комбінація Visual Studio, C# та Guna2 забезпечує не лише ефективну реалізацію логіки гри, а й створення яскравого, динамічного та зручного користувацького інтерфейсу [4].

Розглядаючи розроблювану гру можна побачити декілька типів рівнів. Кожен з яких має свої переваги та відповідає за покращення відповідної навички. Перший тип рівня (рис. 1) спрямований на розвиток здатності до розрізнення кольорів і уваги до деталей. Виконуючи завдання, гравці тренують зорове сприйняття та вміння концентруватися на дрібних відмінностях між відтінками. Особливо корисним цей рівень є для розвитку аналітичного мислення, адже пошук відповідного кольору потребує ретельного аналізу представлених варіантів. Крім того, такі вправи допомагають розвивати терпіння та послідовність у процесі виконання завдань. Для успішного проходження рівня гравцям необхідна хороша зорово-моторна координація та уважність, адже будь-яка помилка може затримати процес.

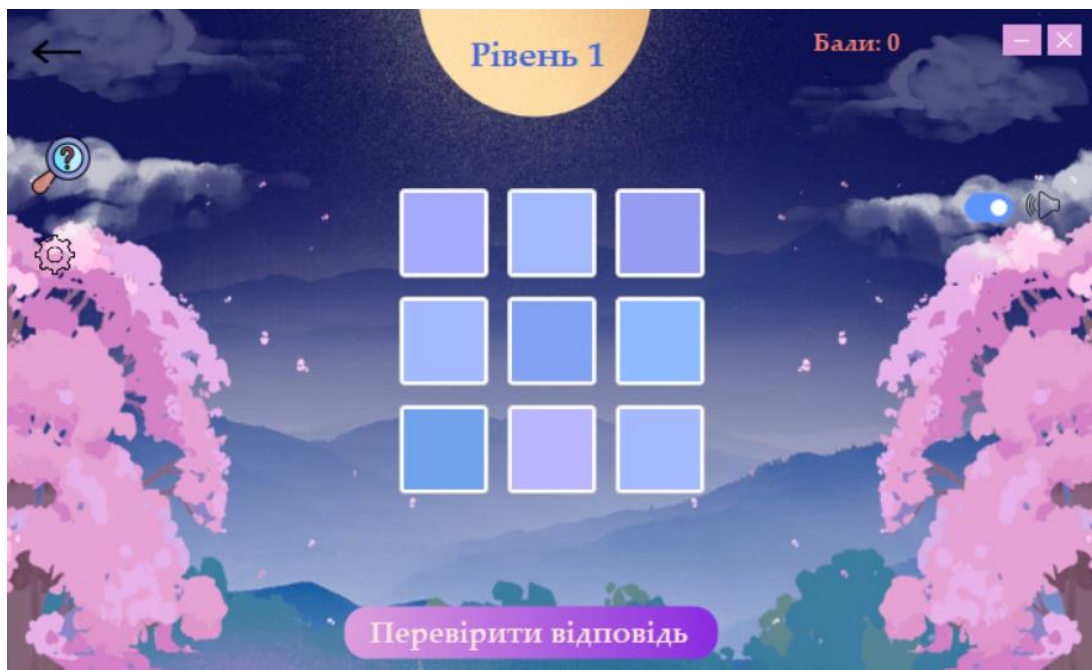


Рисунок 1 – Вигляд рівня знаходження однакових відтінків

Другий тип рівня (рис. 2) у грі-головоломці, а саме рівень розташування відтінків за палітрою, спрямований на розвиток просторового мислення та розуміння кольорових взаємозв'язків.

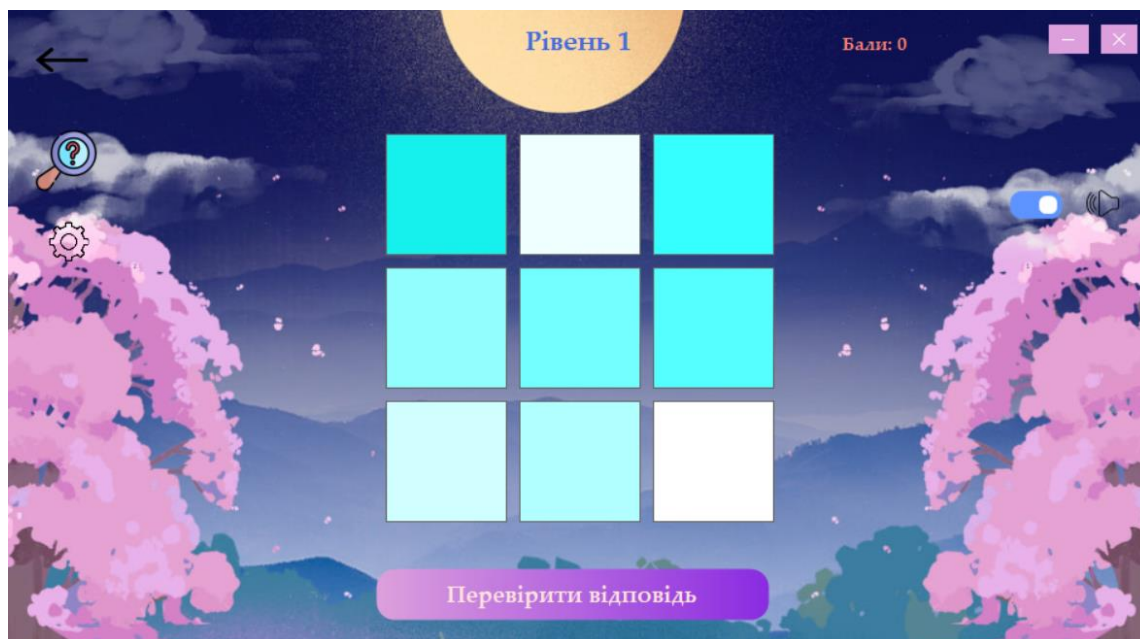


Рисунок 2 – Вигляд рівня розташування за палітрою

Така діяльність активізує творчі здібності, адже необхідно знайти оптимальне місце для кожного елемента, що допомагає розвинути естетичне сприйняття й художню інтуїцію. Завдання також розвивають навички стратегічного планування, оскільки необхідно враховувати не лише поточний крок, а й загальний результат. Подібні вправи корисні для розвитку послідовного мислення та тренують здатність вирішувати складні завдання в кілька етапів, що є важливою навичкою у багатьох сферах життя.

Можна зробити висновок, що створення гри, яка одночасно є розважальною та освітньою, відкриває можливість для розвитку когнітивних навичок та формування корисних звичок у гравців. Такий проєкт дозволяє об'єднати навчання з веселощами, привертаючи увагу до важливості концентрації та спостережливості.

Література

1. Енциклопедія сучасної України [Електронний ресурс]. URL: <https://esu.com.ua/article-4393> (дата звернення 05.04.2025)
2. Важливість гри у розвитку дитячої психології – як гра впливає на формування особистості. [Електронний ресурс]. URL: <https://psychologist.com.ua/vazhlivist-gri-v-rozvitku-dityachoi-psixologii-yak-gra-spriyae-rozvitku-ta-formuvannyyu-osobistosti/> (дата звернення 05.04.2025)

3. С# [Електронний ресурс] URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/C_Sharp (дата звернення 07.04.2025)

4. Популярні IDE для С# [Електронний ресурс] URL: <https://foxminded.ua/cs-seredovyshe-rozrobky/> (дата звернення 07.04.2025)

Розробка програмного комплексу для квіткового магазину з функцією конфігурації букетів

Бондаренко П. О., Гетьман І. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

Квіткові магазини мають унікальну можливість поєднати творчість із підприємництвом. Флористика є мистецтвом, що дозволяє створювати гармонійні композиції з різноманітними кольорами й текстурами. Попит на квіти є стабільним протягом року, оскільки букети є традиційним подарунком для різних урочистостей і свят. Також квітковий бізнес має високу рентабельність, особливо в періоди свят.

Для ефективної роботи квіткового магазину важливо враховувати не лише базовий попит, але й створювати ексклюзивні пропозиції. Основу асортименту складають популярні квіти, такі як троянди, тюльпани, лілії та хризантеми, які завжди мають стабільний попит. Доповнення у вигляді сезонних квітів, як весняні тюльпани чи осінні соняшники, або екзотичних рослин чи авторських композицій варто додавати для залучення клієнтів, які шукають щось унікальне [1-3].

Метою даної роботи є розробка програмного комплексу для квіткового магазину з функцією конфігурації букетів, який забезпечує клієнтам можливість створювати власні квіткові композиції, враховуючи їхні індивідуальні вподобання. Це включає вибір квітів, декоративних елементів та пакування, що сприяє створенню індивідуальних подарунків.

Розробка такого програмного комплексу є надзвичайно актуальною через зростаючий попит на персоналізовані послуги. Клієнти все частіше прагнуть індивідуального підходу, що дозволяє створювати оригінальні композиції. Інструмент для конфігурації букетів допоможе квітковим магазинам виділятися

серед конкурентів, покращувати взаємодію із клієнтами та підвищувати їхню лояльність.

Для розробки програмного комплексу було обрано мову C# через її широку підтримку інструментів для створення застосунків, як середовище розробки було використано Microsoft Visual Studio, яке забезпечує інтегровану платформу з численними інструментами для налагодження та тестування, а також широким спектром функціоналу для ефективної роботи над програмним комплексом. Для створення графічного інтерфейсу користувача застосовано Windows Forms (WinForms), що дозволяє розробляти зручні для користувачів віконні застосунки з багатим функціоналом [4].

Розроблюваний програмний комплекс надає можливість додавати різні типи квітів із запропонованими кольорами на панель композиції. Після додавання користувач може змінювати порядок розташування квітів, видаляти або додавати нові елементи, створюючи персоналізовану квіткову композицію. Також доступний вибір декорацій для букета, таких як прикраси на паличках або інші декоративні елементи, а також вибір пакування, що дозволяє завершити оформлення. Комплекс також надає можливість створювати кілька різних композицій одночасно, що забезпечує зручність у роботі з великими замовленнями або різними дизайнами.

Демонстрація роботи конфігуратора квіткових композицій у розробленому програмному комплексі для квітового магазину наведена на рисунках 1, 2.

На основі проведеної роботи можна зробити висновок, що розроблений програмного комплексу для квітового магазину з функцією конфігурації букетів є ефективним і сучасним рішенням для задоволення потреб клієнтів у персоналізації. Комплекс дозволяє створювати унікальні квіткові композиції, обирати декорації та пакування, а також працювати з кількома букетами одночасно. Це сприяє підвищенню зручності для користувачів, покращенню якості послуг квіткових магазинів і забезпечує їх конкурентоспроможність на ринку.

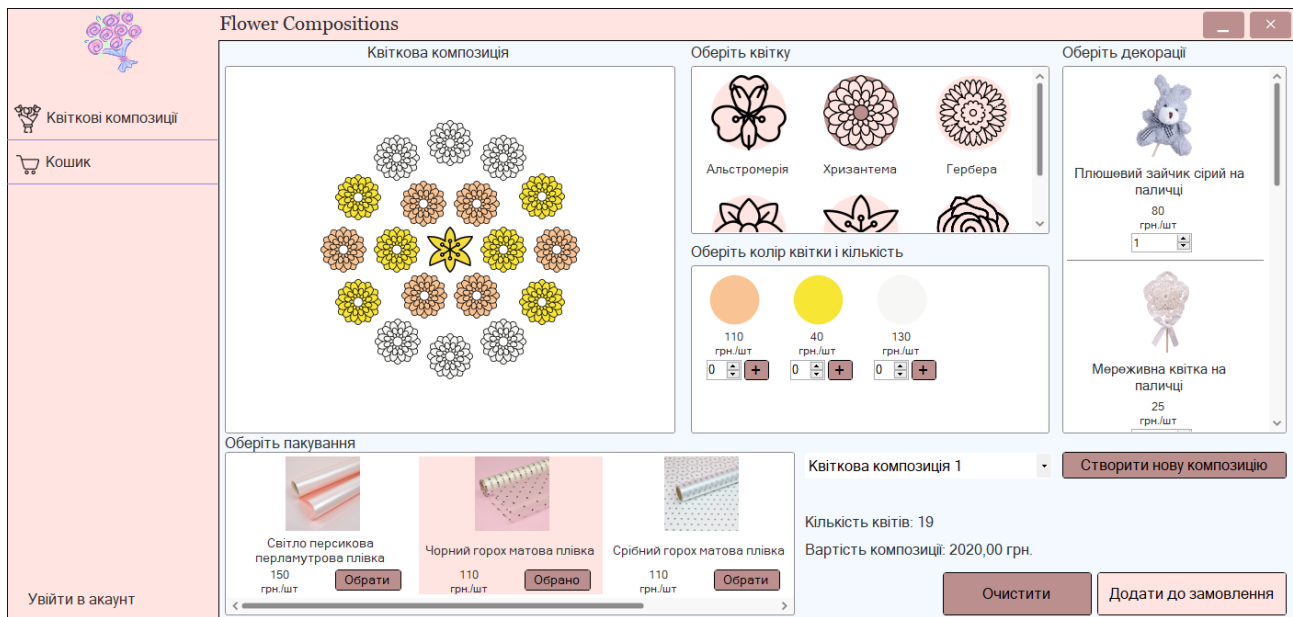


Рисунок 1 – Робота конфігуратора квіткових композицій

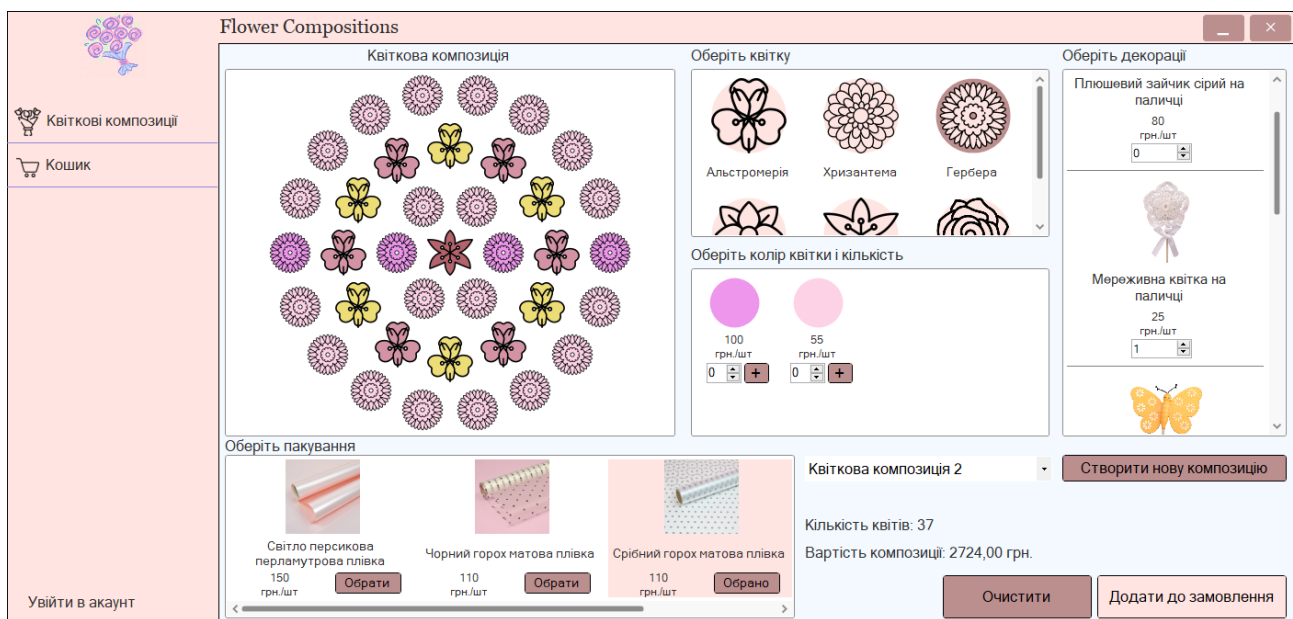


Рисунок 2 – Робота конфігуратора квіткових композицій

Література

1. Квітковий бізнес: як відкрити магазин квітів | Бізнес гайд від OLX. OLX B2B. [Електронний ресурс] URL: <https://business.olx.ua/statti/yak-vidkryty-kvitkovyy-mahazyn/> (дата звернення: 24.03.2025).
2. Як відкрити квітковий магазин з нуля: покрокова інструкція для підприємців. Бізнес Брокер Денис Демчина. [Електронний ресурс] URL: <https://business-broker.com.ua/blog/vidkryttia-kvitkovoho-mahazynu-pokrokovaya-instruktsiia-dlia-pidpriyemtsiv/> (дата звернення: 24.03.2025).

3. Відкриття квіткового магазину або бутіку квітів. Skynum. [Електронний ресурс] URL: <https://skynum.ua/blog/kak-otkryt-butik-tsvetov-ili-tsvetochnyi-magazin> (дата звернення: 24.03.2025).

4. Overview - A tour of C#. Microsoft Learn. [Електронний ресурс] URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/csharp/tour-of-csharp/overview> (дата звернення: 07.04.2025).

Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Action-Adventure гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як React, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення динамічного ігрового процесу та розширення можливостей користувачів

Буш М. О., Коваленко А. К.
Донбаська державна машинобудівна академія

У процесі створення сучасних відеоігор особливу роль відіграє не лише бойова механіка, а й система вільного переміщення, дослідження ігрового світу та інтерактивної взаємодії з персонажами і середовищем. Саме такі функції реалізує Action-Adventure підсистема, яка поєднує в собі навігацію по локаціях, запуск сюжетних подій, діалогів, активацію боїв та квестів. Це дозволяє сформувати цілісний інтерактивний простір, який реагує на дії гравця та створює ефект живого світу [1].

Рух гравця реалізований у режимі реального часу: використовуючи клавіші керування, персонаж пересувається по великих зонах, де фон зміщується відносно положення героя. Локації мають розширену структуру, з підтримкою складних маршрутів, колізій та декількох рівнів доступу. Розміри карт (наприклад, 5000x5000 пікселів) дозволяють створювати масштабні сцени з великою кількістю об'єктів для взаємодії.

Для коректної роботи з середовищем реалізовано систему колізій, які поділяються на кілька типів:

- *solidCollision* — об'єкти, які блокують рух (стіни, перешкоди);
- *dialogCollision* — активація діалогів при вході в зону;
- *fightCollision* — запуск бойової сцени;
- *endCollision* — перехід між зонами/локаціями;

– *npcCollision* — взаємодія з неігровими персонажами.

Це дозволяє створювати різноманітні сценарії: від звичайних зустрічей із персонажами — до складних гілок подій, що залежать від рішень гравця.

Важливою частиною системи є механізм запуску сценаріїв через функцію *scenarioStart*, що активує певні події: діалоги, поєдинки, трансформації чи зміни стану *NPC*. Усі сценарії структуровано у вигляді послідовних кроків з підтримкою затримок, умов, очікування завершення бою, зміни тексту або активації ефектів. Це дає змогу реалізувати повноцінну сюжетну логіку на рівні ігрового коду без втрати інтерактивності.

Користувач також має доступ до внутрішньоігрового інтерфейсу — меню викликається окремою клавішею та дозволяє переглядати інвентар, список квестів, інформацію про команду. Усе це відбувається без паузи гри, що зберігає занурення у процес [2] [3].

На рисунку 1 зображено діаграму прецедентів, яка демонструє основні варіанти взаємодії гравця з Action-Adventure системою: рух по карті, ініціація подій, доступ до інтерфейсу та перехід між локаціями.

Діаграма ілюструє ключові сценарії взаємодії гравця з Action-Adventure підсистемою гри. Основні функції включають переміщення по карті, ініціацію подій, відкриття внутрішньоігрового інтерфейсу та зміну локацій. Кожна дія активується через відповідні колізії або команди та безпосередньо впливає на перебіг гри.

Гравець може вільно досліджувати ігровий простір, взаємодіяти з *NPC*, активувати діалоги, а також переходити між зонами. Система підтримує сценарії, що розвиваються залежно від вибору користувача, формуючи живий і динамічний світ. Діаграма демонструє логічну послідовність дій, що забезпечує інтуїтивну навігацію та занурення в сюжетну структуру пригодницької гри.

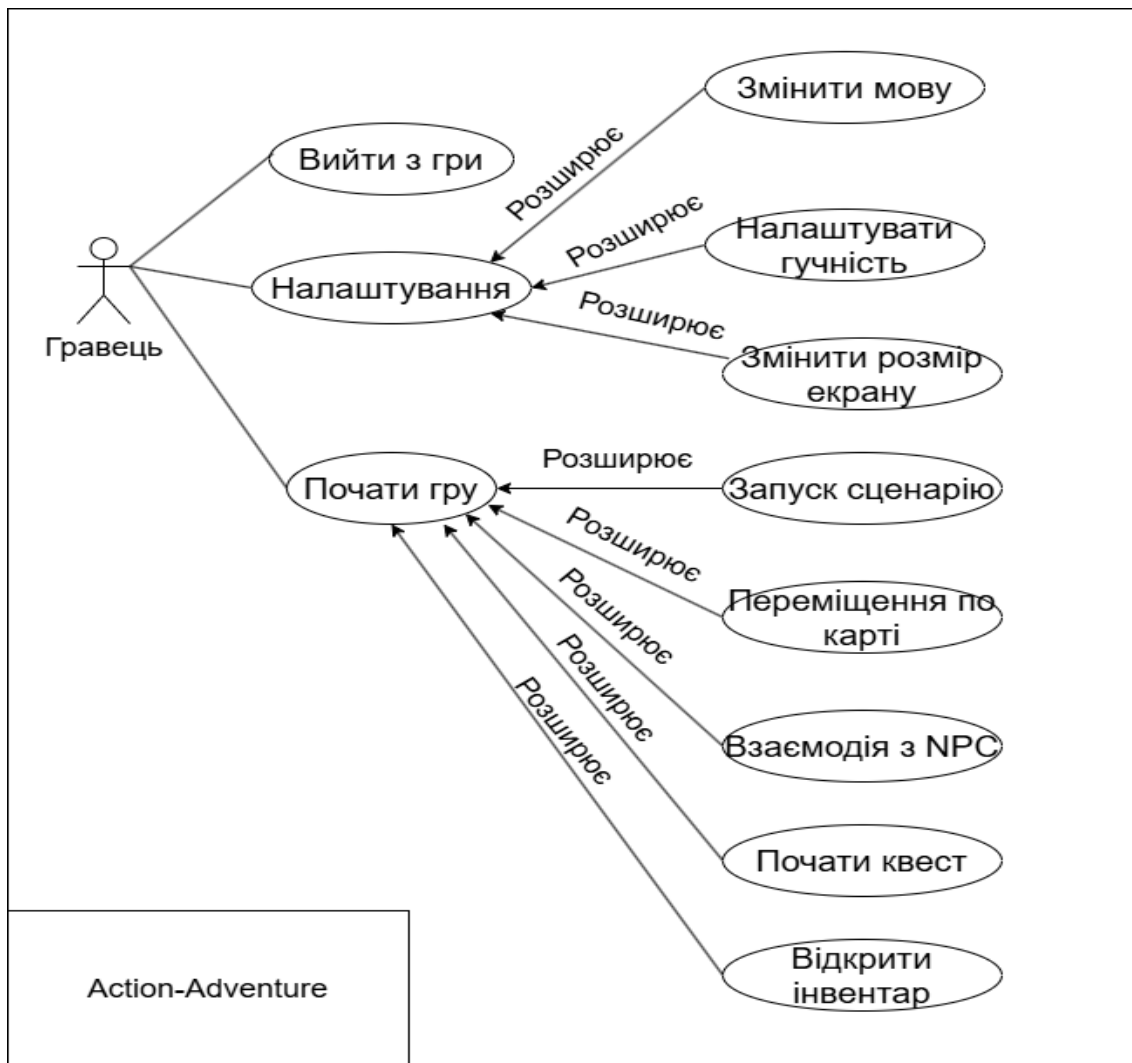


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для підсистеми дослідження та взаємодії в пригодницькій рольовій грі

Література

1. Флінн Д., Ліберман Н. Архітектура ігрових систем: проектування, розробка та підтримка. — Харків: Фактор, 2018.
2. Гейммейкер Дж. Програмування ігор на JavaScript. — Львів: Світ, 2022
3. Шелл Дж. Мистецтво геймдизайну. — Харків: Фактор-Media, 2021

MedImageInsights: сучасний підхід до аналізу медичних зображень

Танасюк Д. О., Разживін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасна медицина значною мірою спирається на аналіз зображень, таких як рентгенівські знімки, КТ та МРТ. Проте, велика кількість таких зображень

створює навантаження на лікарів і підвищує ризик людської помилки. MedImageInsights [1] – це інтелектуальна система, що використовує передові методи штучного інтелекту для автоматизованого аналізу медичних зображень, підвищуючи точність діагностики та оптимізуючи робочий процес медичних фахівців.

Один з основних принципів роботи MedImageInsights – поєднання класичних конволюційних моделей, таких як U-Net [2] або ResUNet [3], з новітніми attention-орієнтованими архітектурами, зокрема Swin-Unet [4]. Це дає можливість ефективно поєднувати сильні сторони обох підходів, забезпечуючи високу точність у сегментації та класифікації медичних зображень. Таким чином, MedImageInsights може досягти кращих результатів в задачах, що вимагають глибокого розуміння контексту зображення, зокрема в складних клінічних випадках.

Ще одним важливим аспектом є уніфікована обробка вхідних медичних зображень, що дозволяє працювати з рентгенографіями, КТ, МРТ та іншими типами даних. Модель здатна масштабуватися як на 2D, так і на 3D зображення, що забезпечує її гнучкість та здатність адаптуватися до різних клінічних задач. Це робить MedImageInsights універсальним інструментом для широкого спектра медичних досліджень та практичного застосування.

Використання потужних енкодерів, таких як ResNet [5], EfficientNet [6] або Vision Transformer [7], дозволяє моделі глибоко виділяти ознаки з медичних зображень, підвищуючи точність аналізу. Ці енкодери здатні знаходити важливі патерни навіть у складних зображеннях, що є критичним для точного діагностування патологій. Завдяки цьому MedImageInsights забезпечує високий рівень розпізнавання деталей, що може бути необхідно для виявлення рідкісних або складних хвороб.

Мультимодальність також є важливою перевагою цієї моделі. Крім зображень MedImageInsights може обробляти клінічні мета-дані, що дозволяє враховувати такі фактори, як вік, стать, історія хвороби або симптоми пацієнта.

Це підвищує точність моделювання та дає можливість отримати більш контекстуалізовані прогнози, що критично важливо для клінічної практики.

Застосування складених функцій втрат, таких як Dice [8] + BCE або focal loss, дозволяє зосередитись на покращенні чутливості до рідкісних патологій. Це важливо в медицині, де необхідно досягти високої точності навіть у випадках, коли патології зустрічаються рідко. Такий підхід значно покращує результати на складних датасетах.

Ще однією перевагою MedImageInsights є фокус на інтерпретованості результатів. Завдяки використанню механізмів self-attention [9] і heatmap-візуалізації, ця модель дозволяє отримувати детальні пояснення щодо того, які саме ділянки зображення були важливими для прийняття рішення. Це дозволяє лікарям краще розуміти роботу моделі, підвищує довіру до її результатів і сприяє точнішому клінічному аналізу.

Можливість тонкого налаштування для конкретних патологій, таких як пневмоторакс, за допомогою fine-tuning на спеціалізованих датасетах, дає змогу адаптувати модель до конкретних клінічних сценаріїв. Це дозволяє значно покращити точність діагностики в умовах реального використання.

MedImageInsights є важливим кроком у розвитку цифрової медицини, що дозволяє значно підвищити ефективність та точність діагностики. Завдяки застосуванню передових технологій штучного інтелекту система відкриває нові можливості для медичних закладів, лікарів та пацієнтів, наближаючи майбутнє, де точна, швидка та доступна діагностика стане стандартом.

Література

1. Codella, Noel CF, et al. "Medimageinsight: An open-source embedding model for general domain medical imaging." *arXiv preprint arXiv:2410.06542* (2024).
2. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)*.
3. Zhang, Z., Liu, Q., & Wang, Y. (2018). Road Extraction by Deep Residual U-Net. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*.
4. Cao, Hu, et al. "Swin-unet: Unet-like pure transformer for medical image segmentation." *European conference on computer vision*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.
5. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. *arXiv preprint arXiv:1512.03385*.

6. Tan, M., & Le, Q. (2019). *EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks*. arXiv preprint arXiv:1905.11946.
7. Dosovitskiy, A., et al. (2020). *An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale*. arXiv preprint arXiv:2010.11929.
8. Milletari, F., Navab, N., Ahmadi, S.A.: *V-Net: Fully Convolutional Neural Networks for Volumetric Medical Image Segmentation*. In: *2016 Fourth International Conference on 3D Vision (3DV)*. pp. 565–571. IEEE (oct 2016).
9. Vaswani, A., et al. (2017). *Attention is All You Need*. *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS 2017)*.

Автоматизація робочого місця менеджера магазину з продажу матраців

Сіробаба В. А., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах активного розвитку електронної комерції [1] все більшої популярності набувають індивідуальні замовлення та багатоканальні продажі. Магазины, що спеціалізуються на продажі матраців, стикаються з потребою швидкої обробки замовлень із маркетплейсів, синхронізації залишків, контролю виробництва, логістики, а також ведення фінансової звітності.

Існуючі готові CRM або CMS-рішення, хоч і покривають базові потреби бізнесу, не дозволяють ефективно автоматизувати специфічні бізнес-процеси магазину, зокрема замовлення індивідуальних виробів, роботу з кількома маркетплейсами, облік складських залишків та управління замовленнями у виробників.

Таким чином, виникає об'єктивна потреба у створенні власного програмно-методичного комплексу, орієнтованого на повну автоматизацію процесів магазину матраців.

Ключові функціональні модулі ПМК

Розроблена система реалізована як web-додаток на базі архітектури клієнт-сервер. Функціонально ПМК охоплює такі групи модулів:

- Клієнтська частина (інтерфейс користувача)

Забезпечує інтерфейс взаємодії з користувачем: форми замовлень, таблиці, повідомлення, валідацію даних, асинхронну обробку через fetch-запити.

- Ядро системи (логіка маршрутизації та координації модулів):

Централізоване керування маршрутами, узгодження дій, обробка запитів та відповідей.

- Функціональні модулі:

- Управління замовленнями – прийом і обробка замовлень з маркетплейсів та вручну;

- Заявки та виробництво – обробка індивідуальних заявок, контроль виготовлення;

- Склад та логістика – облік залишків, резервування, формування доставок;

- Оплата та фінанси – перевірка оплат, ведення історії транзакцій;

- Клієнти, постачальники, маркетплейси – централізований облік усіх суб'єктів.

- Адміністративні та аналітичні модулі:

- Панель адміністратора;

- Генерація звітів;

- Аналітика за KPI;

- Фільтрація;

- Історія дій користувачів;

ПМК дозволяє автоматизувати повний цикл роботи магазину — від прийому заявки до доставки. Враховано специфіку роботи з індивідуальними замовленнями, розгалужену рольову модель, інтеграцію з маркетплейсами, аналітику продажів, гнучкий облік товарів і фінансів.

Таким чином, система є гнучким та масштабованим рішенням для малого або середнього бізнесу у сфері торгівлі матрацами та товарами для сну, що дозволяє підвищити якість обслуговування клієнтів та ефективність внутрішніх процесів.

Література

1. *Маркетинговий менеджмент: Підручник / Ф. Котлер, К.Л. Келлер, А.Ф. Павленко та ін. – К.: Видавництво «Хімджест», 2008. – 720 с*

Розробка мобільного додатку для нормалізації ваги людини

Нечволода Л. В., Крикуненко К. М., Єсєнков М. Р.

Донбаська державна машинобудівна академія

На основі проведеного аналізу, вивчення методів нормалізації ваги та обраного підходу до персоналізованих розрахунків, було розроблено мобільний додаток, що поєднує функції збору, обробки, аналізу та візуалізації даних.

Інтерфейс додатку забезпечує швидкий доступ до основних функцій, має логічну структуру і просту навігацію. Користувач має змогу:

- вводити свої індивідуальні дані, зокрема вагу, зріст, вік, стать;
- обирати рівень фізичної активності (від мінімального до високого);
- миттєво отримувати результат розрахунку індексу маси тіла (ВМІ) з короткою текстовою інтерпретацією;
- бачити рекомендації щодо оптимальної ваги та ідеального діапазону ВМІ;
- переглядати розраховану добову норму калорій відповідно до формули Гарріса-Бенедикта;
- здійснювати пошук продуктів за назвою з автозаповненням і вибирати їх для додавання в денний раціон;
- формувати список з'єдених продуктів з підрахунком калорійності, білків, жирів та вуглеводів;
- переглядати історію змін ваги у вигляді графіків або таблиць;
- зберігати результати в форматі PDF для подальшого використання або надання лікарю/тренеру.

Інтерфейс адаптований під різні розміри екранів мобільних пристроїв на базі Android та підтримує як темну, так і світлу тему оформлення.

Бекенд частина додатку виконує обчислення, аналіз, збереження та обробку даних, забезпечуючи стабільну та безпечну взаємодію користувача з системою. Логіка роботи серверної частини охоплює багато етапів.

Обробка даних користувача – після введення основних параметрів (вік, стать, зріст, вага) сервер проводить розрахунок:

- індексу маси тіла (BMI);
- базової швидкості обміну речовин (BMR) за формулою Гарріса-Бенедикта;
- добової калорійної потреби з урахуванням рівня активності.

Адаптація калорійної норми – реалізовано алгоритм, що динамічно змінює рекомендовану норму калорій відповідно до змін ваги користувача. Для цього застосовується формула з коефіцієнтом корекції (Adjustment Factor), що враховує відхилення фактичної ваги від цільової.

Збереження історії та аналітики – усі дані про користувача, включаючи щоденні записи, графіки змін, статистику, зберігаються в базі даних. Це дає змогу проводити довгостроковий моніторинг і формувати точніші рекомендації на основі накопиченої інформації.

База даних продуктів – бекенд містить вбудовану базу з понад 300 харчових продуктів з інформацією про калорійність, вміст білків, жирів та вуглеводів. Можливе розширення бази та підтримка імпорту з відкритих джерел.

Такий підхід дозволяє зберігати всі необхідні дані локально на пристрої користувача, забезпечуючи автономну роботу додатку без необхідності підключення до зовнішнього сервера чи інтернету.

Література

1. Basal metabolic rate [Електронний ресурс]. URL:: https://en.wikipedia.org/wiki/Basal_metabolic_rate
2. Порівняльна характеристика методів машинного навчання для прогнозування діабету 2-го типу [Електронний ресурс]. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50903/1/HUMAN_IN_THE_WORLD_OF_HIGH_TECHNOLOGY_2020-99-100.pdf
3. Порівняльний аналіз методів оцінки та корекції маси тіла [Електронний ресурс]. URL: <https://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/1523>

Розробка програмного комплексу для створення інтерактивної Tap-To-Earn гри з використанням сучасних веб-технологій, таких як Nuxt, Node.js, Vite та SQLite, з метою забезпечення унікального ігрового досвіду

Вітрик М. А., Коваленко А. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасному цифровому середовищі відеоігри займають важливе місце не лише як форма розваги, а й як інструмент для створення інтерактивних історій та формування нових механік взаємодії. Особливої популярності набувають ігри з елементами Tap-to-Earn та візуальної новели, які поєднують простоту механік із глибиною історичного контенту. У цьому контексті створення гри "Memory Box" має значний інтерес як з технічної, так і з геймдизайнерської точки зору [1].

Основна ідея гри полягає у механіці накопичення балів через дії гравця (кліки), придбання предметів для персоналізації ігрового досвіду та відкриття глав сюжету. Гравець може обирати одну з кількох доступних дій: накопичувати бали, придбати предмет (фон, музичний трек, аватар) або відкрити нову главу сюжету. Система підтримує гнучку адаптацію інтерфейсу за допомогою придбаних предметів, що забезпечує персоналізацію ігрового досвіду. Кожен предмет має низку параметрів: тип (фон, музика, аватар), вартість (балів), ефект (зміна фону, музики тощо), що створює багатогранну систему взаємодій [2].

У грі реалізована система прогресу, де кожна глава сюжету відкривається після виконання певних умов (наприклад, досягнення певної кількості балів). Це створює унікальну систему взаємодій, де результат гри залежить не лише від швидкості накопичення балів, а й від стратегічного підходу до використання предметів та відкриття нових механік. Особливу увагу приділено реалізації фінальної катсцени — ключового моменту історії, який активується після завершення всіх глав [3].

Для збереження прогресу гравця використовується база даних SQLite, що дозволяє зберігати дані про бали, придбані предмети та прогрес сюжету. Це забезпечує безперебійну роботу гри та легкість повернення до ігрового процесу. Додатково, інтеграція з Telegram-ботом (Aiogram) дозволяє гравцям взаємодіяти

грою через популярний месенджер, що розширює аудиторію та полегшує доступ до гри [4].

На рисунку 1 представлено діаграму прецедентів, яка ілюструє основні сценарії взаємодії гравця з механіками гри "Memory Box".

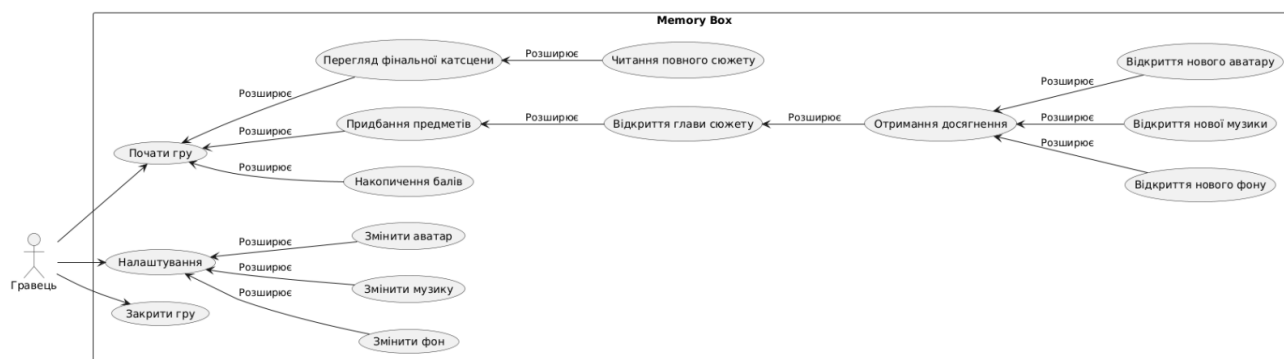


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для програмного комплексу для створення інтерактивної Tap-To-Earn гри

На діаграмі прецедентів зображено ключові сценарії взаємодії гравця з системою гри:

- накопичення балів : гравець натискає кнопку для накопичення балів;
- придбання предметів : гравець витрачає бали на придбання предметів (фон, музика, аватар);
- відкриття глав сюжету : гравець відкриває нові глави, виконуючи вимоги системи (наприклад, накопичення певної кількості балів);
- перегляд фінальної катсцени : після завершення всіх глав гравець отримує доступ до фінальної катсцени, яка завершує історію.

Кожен сценарій пов'язаний з логікою гри, де кожне рішення гравця має наслідки:

- накопичення балів дозволяє гравцеві продовжувати ігровий процес та придбати предмети;
- придбання предметів змінює інтерфейс гри, що створює особистий досвід;

- відкриття глав сюжету надає гравцеві доступ до нових частин історії, що збільшує занурення;
- фінальна катсцена завершує історію, створюючи емоційний момент для гравця.

Всі елементи діаграми пов'язані з логікою гри, де кожне рішення гравця має наслідки. Це дозволяє формувати адаптивну систему гри, яка не лише реагує на вибір користувача, а й створює відчуття глибини та залученості. Таким чином, діаграма ілюструє не лише технічну реалізацію, а й геймдизайнерський підхід до побудови ігрового процесу.

Література:

1. Адамс Е. *Основи геймдизайну: Від ідеї до реалізації*. — Київ: Геймдев Прес, 2021. — 410 с.
2. Сміт Р. *Механіки Tap-to-Earn: Новий погляд на клікові ігри*. — Львів: Інтерактивні Технології, 2022. — 320 с.
3. Петренко О. *Персоналізація користувача у відеоіграх*. — Одеса: Видавництво "Ігровий Світ", 2023. — 275 с.
4. Ковальчук Д. *Telegram-боти у іграх: Від теорії до практики*. — Харків: ТехноГейм, 2023. — 380 с.

Особливості управління якістю web-проектів

Самулінас С. Ю.

ВСП «Краматорський фаховий коледж промисловості, інформаційних технологій та бізнесу ДДМА»

Анотація. У роботі розглянуто особливості управління якістю web-проектів. Проаналізовано історичний розвиток підходів до управління якістю, визначено внесок ключових науковців у формування сучасних стандартів якості. Представлено основні концепції та методології управління якістю, зокрема Загальне управління якістю (Total Quality Management), методологію «Шість сигм» та бережливе виробництво (Lean). Визначено їх вплив на ефективність і результативність процесів у web-проектах, а також охарактеризовано основні підходи до їх практичного впровадження.

Ключові слова: управління якістю, web-проекти, Total Quality Management, Шість сигм, бережливе виробництво, статистичний контроль процесів, методи Тагуті, діаграма Ісікава.

Звід знань з управління проектами від РМІ використовує визначення якості як ступінь, в якій набір властивих характеристик відповідає вимогам [1]. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) визначає якість як сукупність ознак і характеристик продукту або послуги, які впливають на його здатність задовольняти заявлені або неявні потреби [2].

За останні 100 років або близько того погляд організацій на якість кардинально змінився. Відбувся відхід від інспекції до профілактики, використання статистичних заходів контролю процесів, орієнтація на клієнта. Ці зміни відбулися завдяки роботі кількох піонерів якості, серед яких Шухарт, Демінг, Джуран, Кросбі, Ісікава та Тагуті.

У 1924 році Шухарт створив контрольну діаграму для кращого розуміння варіацій і розрізнення визначеної причини і випадкової причини. Щоб допомогти менеджеру в прийнятті наукових, ефективних, економічних рішень, Шухарт розробив статистичні методи управління процесами. Він також вважав, що якість повинна бути безперервним процесом і розробив цикл PDSA – Plan, Do, Study Act.

Едвардс Демінг вважав, що менеджери витрачають більше часу на занепокоєння про проблеми сьогодення і недостатньо на майбутнє. Демінг підрахував, що до 85% усіх проблем з якістю можна виправити шляхом внесення змін у процес, і лише 15% можуть контролюватися робітниками на лінії. Демінг розширив цикл PDSA Шухарта і застосував його до всіх типів процесів, які існують в організації.

У 1951 році Джуран опублікував «Довідник з контролю якості», в якому говориться, що якість слід розглядати більше з точки зору придатності до використання клієнтом, ніж з точки зору дотримання виробником специфікацій. Джурану також приписують принцип Парето, або правило 80/20.

Каору Ісікава навчався під керівництвом Демінга і також вірив у безперервний підхід до підвищення якості, в якому беруть участь усі

працівники від вищого керівництва до працівників найнижчого рівня. Найбільш відомий своєю роботою «Керівництво з контролю якості», опубліковане в 1972 році. У цій роботі він створив якісні кола і розробив діаграму Ісікава, яку зазвичай називають діаграмою риб'ячої кістки через її схожість зі скелетом риби. Діаграма Ісікави – це причинно-наслідковий інструмент, який допомагає працівникам виявити справжню першопричину проблем з якістю. Ісікава підтримав ідею про те, що якість завжди може піти на крок вперед у безперервному підході, щоб вплинути не тільки на продукт, але й на постачальників, клієнтів і всіх працівників.

Генічі Тагуті, як директор Лабораторії електрокомунікацій в Японії, розробив так звані методи Тагуті. Ці методи спрямовані на оптимізацію процесу інженерних експериментів з метою поліпшення якості продукції. Тагуті, як і Демінг, вважав, що 85% в низької якості пов'язано з процесом і лише 15 % з окремими робітниками. Багато практиків і вчених мали деякі проблеми з математичним підходом Тагуті до розробки експериментів, але мало хто виступає проти супроводжуючої філософії, заснованої на наступних концепціях:

- якість повинна бути закладена в продукт, а не перевірена в ньому;
- якість найкраще досягається за рахунок мінімізації відхилення від визначеної мети, зниження впливу неконтрольованих факторів навколишнього середовища;
- вартість якості повинна вимірюватися як функція відхилення від стандарту і збиратися в масштабах всієї системи.

Сьогодні організації виявили, що отримання якості в їхніх web-проектах не відбувається саме по собі, а вимагає узгоджених зусиль усіх учасників проекту, від вищого керівництва до співробітників найнижчого рівня. Сьогодні існує кілька стандартів або підходів, які допомагають організаціям у підвищенні якості продукції.

Загальне управління якістю (Total Quality Management) – це підхід до управління, який зародився в Японії в 1950-х роках і став все більш популярним на Заході з початку 1980-х років. Загальна якість описує культуру, ставлення та організацію компанії, яка прагне надавати клієнтам (внутрішнім та зовнішнім) продукти та послуги, що задовольняють їхні потреби. Культура організації

вимагає зосередження уваги на якості всіх операцій, з акцентом на правильне виконання кожного процесу з першого разу, усуваючи дефекти та відходи [3]. До основних принципів TQM можна віднести:

- розширення прав і можливостей співробітників – це включає навчання, відданість і повну участь у програмах винагороди та визнання, пов'язаних із якісним виконанням;
- участь керівництва – це включає в себе прихильність керівництва, залученість, подавати приклад і підтримувати працівників;
- рішення, засновані на фактах – статистичний контроль процесів, прийняття раціональних та емоційних рішень, точний і своєчасний збір даних є прикладами таких рішень;
- постійне вдосконалення – це передбачає усунення відходів і діяльності, що не приносить доданої вартості, визнання того, що покращення якості ніколи не буває повним, постійний збір даних і постійне вдосконалення стандартів;
- орієнтація на клієнта – організація повинна гарантувати, що клієнт стоїть на першому місці, постійно оцінювати задоволення та потреби, а також прагнути задовольнити та перевершити вимоги клієнтів;
- культура – відкрите, кооперативне, довірче, комунікативне середовище, де можна легко обмінюватися інформацією по ланцюжку управління.

Методологія якості «Шість сигм» полягає в тому, щоб зменшити варіативність, тим самим зменшуючи кількість дефектів продукту або послуги. Термін «Шість сигм» у контексті якості був створений у корпорації Motorola у 1980-х роках. Зіткнувшись із конкуренцією з боку іноземних фірм, які змогли виробляти продукцію вищої якості за нижчими витратами, компанія Motorola розробила методологію «Шість сигм» для покращення якості та зниження вартості виробничого процесу [3].

«Шість сигм» – це суворі та дисциплінована методологія, яка використовує дані та статистичний аналіз для вимірювання та покращення операційних показників компанії шляхом виявлення та усунення дефектів у виробничих та сервісних процесах. Спочатку він використовувався саме

у виробничих компаніях, але з недавніх пір став застосовуватися і в проєктах у всіх дисциплінах, включаючи ІТ, зокрема web-проєкти. Грецька буква сигма (σ) використовується в області статистики для представлення стандартного відхилення, для вимірювання варіативності від середнього. Невелике стандартне відхилення означає, що дані кластеризуються близько до середини (середнє значення), і мінливість між даними невелика. Нормальний розподіл являє собою криву, що симетрична до середнього значення. Використовуючи нормальну криву, якщо процес знаходиться в межах шести сигм, на 1 мільярд вироблених елементів буде не більше 2 дефектів. Дефект – це будь-який випадок, коли продукт або послуга не відповідають вимогам клієнта.

Бережливе виробництво (Lean) можна розглядати як набір практик управління якістю, які використовуються для підвищення ефективності та продуктивності в процесі шляхом усунення відходів і додавання цінності для клієнтів. Концепція була спочатку впроваджена корпорацією Toyota в 1950-х роках, основним керівним принципом бережливого виробництва є скорочення та усунення діяльності та відходів, що не додають доданої вартості. Lean вважається філософією постійного вдосконалення, яка полягає в тому, щоб робити більше з меншими витратами, але краще [3]. Lean допомагає виявити вісім видів відходів:

- рух: відходи, викликані непотрібним переміщенням людей;
- транспортування: відходи, спричинені непотрібним переміщенням продуктів і матеріалів;
- очікування: відходи, викликані очікуванням наступного кроку процесу;
- перевиробництво: відходи, спричинені виробництвом більше, ніж потрібно, або до того, як це буде потрібно;
- дефекти: відходи, спричинені невідповідними продуктами або послугами, які потребують ресурсів для виправлення;
- інвентаризація: відходи, спричинені надмірною кількістю продуктів і матеріалів, які не переробляються;

- невикористаний талант: марнотратство, спричинене нездатністю ефективно використовувати таланти, знання та навички людей;
- позапереробка: відходи, спричинені виконанням діяльності або процесу, які не додають цінності або не вимагаються замовником.

Література

1. Kerzner H. *Project management best practices: achieving global excellence*. 5th ed. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2023. 705 p.
2. Brewer J. L., Dittman K. C. *Methods of IT project management*. 4th ed. West Lafayette, Indiana : Purdue University Press, 2022. 582 p.
3. Shelford T. J., Remillard G. A. *Real web project management: case studies and best practices from the trenches*. Boston : Addison-Wesley Professional, 2002. 336 p.

Розвиток інформаційних технологій банківської установи

Єлецьких С. Я., Волобуєва П. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасну банківську систему неможливо уявити без інформаційних технологій (ІТ). Вони забезпечують високу швидкість обробки даних, безпеку операцій та зручність для клієнтів.

Одним із ключових напрямів є автоматизація банківських операцій. Сучасні core banking-системи дозволяють централізовано управляти рахунками, здійснювати платежі та контролювати фінансові потоки. Це пришвидшує виконання операцій і мінімізує ризики помилок [1].

Широкого поширення набули інтернет- та мобільний банкінг. Клієнти можуть здійснювати більшість операцій без відвідування відділення: оплачувати рахунки, переказувати кошти, оформлювати кредити. Це робить банківські послуги доступними цілодобово.

Особлива увага приділяється питанням інформаційної безпеки. Банки використовують сучасні методи захисту даних: шифрування, двофакторну аутентифікацію, біометрію та системи запобігання шахрайству [2].

Крім того, активно застосовуються технології аналізу даних та штучного інтелекту. Вони дозволяють прогнозувати поведінку клієнтів, автоматизувати

схвалення кредитів, персоналізувати пропозиції та підвищувати якість обслуговування.

Отже, інформаційні технології стали невід'ємною частиною банківського сектору. Їх використання сприяє підвищенню конкурентоспроможності банків, покращенню клієнтського сервісу та зміцненню фінансової стійкості.

Успішна діяльність банку значною мірою залежить від ефективності використання інформаційних технологій (ІТ), що забезпечують оперативність обслуговування клієнтів, захист даних, автоматизацію бізнес-процесів та прийняття управлінських рішень. Основні напрями вдосконалення та переваги використання ІТ в банках представлені на рисунку 1 [1-3].



Рисунок 1 – Основні напрями вдосконалення ІТ в банках

Виходячи із рисунку, можемо констатувати, що основними напрямками вдосконалення ІТ в банках є [1-3]:

1. Автоматизація банківських операцій: використання банківських інформаційних систем (БІС) для обробки платежів, кредитування, депозитних

операцій; інтеграція CRM-систем для управління взаємовідносинами з клієнтами.

2. Розвиток цифрового банкінгу: впровадження мобільного банкінгу, інтернет-банкінгу, чат-ботів; застосування омніканального підходу до обслуговування клієнтів.

1. Інформаційна безпека та кіберзахист: вдосконалення систем автентифікації (біометрія, двофакторна авторизація); використання сучасних засобів шифрування та захисту від кібератак.

2. Аналітика та штучний інтелект: застосування Big Data та машинного навчання для аналізу поведінки клієнтів, оцінки ризиків, прогнозування фін. показників; автоматизовані системи виявлення шахрайства (fraud detection).

3. Хмарні технології та блокчейн: використання хмарних платформ для зберігання та обробки даних; потенційне застосування блокчейн-технологій для транзакцій та верифікації даних.

Перевагами вдосконалення ІТ в банках є: підвищення швидкості та якості обслуговування клієнтів; оптимізація внутрішніх процесів і зниження операційних витрат; посилення конкурентоспроможності банку; зниження рівня ризиків завдяки точнішому аналізу та контролю.

Отже, інформаційні технології є ключовим чинником інноваційного розвитку банківської системи. Їхнє вдосконалення дозволяє не лише забезпечити стабільну роботу банківської установи, а й сформувати нові стандарти клієнтоорієнтованості, безпеки та ефективності.

Література

1. Длігач А.О. Цифрова трансформація як ліфт у майбутнє. URL: <https://tqm.com.ua/ua/likbez/uaarticles/cyfrova-transformaciya-yak-lift-u-majbutnye>, (дата звернення 31 березня 2021).

2. Застрожнікова І. В. Вплив діджиталізації на кадрову політику в аграрному секторі. Інвестиції: практика та досвід. 2021. № 4. С. 77–81. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.4.77

3. Фіщук В. В. «Діджиталізація – це лише початок». URL: <https://day.kyiv.ua/uk/article/ekonomika/didzhytalizaciya-ce-lyshe-pochatok>, (дата звернення 30 березня 2021).

РОЗДІЛ 2.

МОДЕЛІ, МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ

Information processing in the automated monitoring system for interblock electrical connection parameters

Bukovskyi O., Vysloukh S.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

In the context of increased demand for high-quality cable and conductor products, the monitoring of interblock electrical connection parameters becomes critically important for ensuring their reliability and functionality. This is made possible by implementing automated control systems that provide high productivity, accuracy, and quality in this process. The development of an automated system for monitoring parameters based on adaptive algorithms, such as Adam, LMS, and Levenberg-Marquardt, enables real-time monitoring of the state of cable and conductor products during their manufacturing and operation.

The informational support of such an automated system is a key element, as the effectiveness and reliability of the control depend on the quality, structure, and completeness of the data. The system ensures the collection, processing, and storage of information obtained from the tester unit by measuring the resistance of the conductor (ranging from 5 Ohms to 10 kOhms), insulation resistance (up to 10 MOhms), and isolation resistance (from 30 MOhms to 200 MOhms), among others. The operator of the automated system also inputs parameters that form the table of electrical connections, which serves as the basis for further monitoring of interblock electrical connection parameters.

In the automated control system, the collection and formation of information arrays are carried out using an Ethernet switch, which ensures stable transmission of information from the tester unit to the personal computer. Automated data retrieval and preliminary processing are crucial, including noise filtering using adaptive algorithms,

particularly LMS, to improve measurement accuracy to an error level of $\pm 5\%$.

Processing the obtained data in the control system is a central stage of its informational support, where adaptive algorithms are applied to implement the following functions:

- Filtering. The LMS algorithm processes the initial information obtained from the tester unit, removing noise. For example, when measuring the resistance of the conductor in "27V" mode, the LMS algorithm adaptively adjusts the signal, minimizing the effects of interference.

- Analysis and forecasting. Here, the RLS algorithm analyzes the history of measurements to predict deviations, such as a drop in insulation resistance below 30 MOhms due to thermal aging.

- Optimization. The Adam and Levenberg-Marquardt algorithms optimize the parameters of the harness state model, adapting to the usage conditions (for example, tolerance adjustments at a temperature of $+40^{\circ}\text{C}$).

- Boundary control. In this stage, the processed data are compared within their allowable values (for instance, insulation resistance ≤ 10 MOhms). This allows the system to identify the presence of defects (such as breaks, short circuits, insulation damage, etc.).

The specified information processing is implemented in the software module CableTester, which integrates the results into a unified model of the controlled object's state (for example, the harness).

The results of the automated parameter monitoring are provided to the operator through the visualization module in the following ways:

- Data is displayed in the form of a contact table with defect highlighting (for example, in red) and graphs showing parameter changes over time (for example, insulation resistance).

- Reports are generated with detailed information about the state of the harness (for example, "PASS" or "Fault on channel 1X1:25"), which can be printed via the "Print" menu.

– The results are transmitted to the tester unit to activate indicators ("TEST 27V," "TEST 100V," "ALARM"), providing the operator with visual feedback.

The information obtained in this manner is stored in a structured format, which supports archiving and further analysis. It is recorded in project files that contain all the necessary data about the structure, measurement results, and testing settings. The generation of reports on the state of electrical connections is carried out in a user-friendly format, allowing for prompt response to detected defects.

The integration of the automated system into the production process significantly reduces control time, minimizes the impact of the human factor, and enhances production efficiency. The configurations made ensure the flexibility of the system, allowing it to adapt to the specific characteristics of the controlled objects (cables of various types and purposes). The implementation of this system is critical for maintaining the quality and competitiveness of national manufacturers of cable and conductor products.

Thus, the automated parameter monitoring system, based on adaptive algorithms, meets modern quality control requirements, improves production reliability, significantly reduces defect detection time, and enhances measurement accuracy. This opens up new opportunities for optimizing technological processes in the industry and makes them more efficient.

Literature

1. Bukovsky O.M., Vysloukh S.P. *Automation of the Process of Monitoring the Parameters of Interblock Electrical Connections // Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Technical Sciences.* – 2024. – No. 331.1. – P. 325–329.
2. Bukovsky O.M., Vysloukh S.P. *Efficiency of Adaptive Algorithms for Controlling the Parameters of Interblock Electrical Connections // Prospective Technologies and Devices.* – 2024. – 1.25. – P. 7–11.
3. Li Z., Zhang S., Grzybowski S., Liu Y. *Characteristics of Moisture Diffusion in Vegetable Oil-paper Insulation // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation.* – 2012. – Vol. 19, No. 5. – P. 1650–1656.
4. Lundgaard L.E., Lillevik O., Liland K.B. *Verification of Paper Condition in Aged Transformers // CIGRÉ.* – 2007. – No. 34. – 8 p.

Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій рендерингу вебдодатків із врахуванням типу та об'єму інформації на сторінках

Малиновський М. І., Міхєнко Д. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах цифровізації, вебдодатки відіграють ключову роль у взаємодії користувачів з інформаційними системами. Висока конкуренція у сфері веброзробки вимагає не лише функціональності, а й швидкої реакції інтерфейсу, стабільності, адаптивності до різних пристроїв і хорошого користувацького досвіду [1]. Зі зростанням складності вебтехнологій і обсягів інформації, яка обробляється під час завантаження сторінки, зростає і потреба в ефективних технологіях рендерингу.

Методи рендерингу, які використовуються для формування сторінок, мають різну архітектуру та принципи роботи. Найбільш поширеними є серверний рендеринг (SSR), клієнтський рендеринг (CSR) та статичний рендеринг із використанням генераторів статичних сайтів (SSG). Кожен із них має свої особливості, які по-різному впливають на продуктивність залежно від контексту використання [2].

Серверний рендеринг забезпечує швидке первинне завантаження контенту шляхом попереднього формування HTML на сервері. Це дозволяє зменшити час до першого відображення вмісту, однак при цьому можуть виникати затримки в динамічному оновленні контенту на стороні клієнта, що знижує інтерактивність [1, 3].

Клієнтський рендеринг, навпаки, переносить основне навантаження на пристрій користувача, що дозволяє створювати більш динамічні застосунки. Проте така модель передбачає завантаження великої кількості скриптів, які мають бути оброблені на клієнтському боці, що часто спричиняє довше очікування перед початком взаємодії [1, 3].

Статичний рендеринг передбачає попереднє генерування сторінок ще до запиту користувача. Це дозволяє досягати надзвичайно швидкої доставки контенту, однак такий підхід не підходить для вебдодатків із частим оновленням даних або персоналізованим вмістом [2, 4].

У межах дослідження було розроблено програмний продукт, що дозволяє автоматизовано оцінювати та порівнювати продуктивність вебсторінок. Програма реалізує вимірювання основних показників, які впливають на користувацьке сприйняття швидкодії.

Серед оцінюваних метрик:

- First Contentful Paint (FCP) — час, за який з'являється перший елемент вмісту;
- Largest Contentful Paint (LCP) — час до відображення найбільшого елемента вмісту;
- Speed Index (SI) — оцінка швидкості візуального відображення сторінки;
- Cumulative Layout Shift (CLS) — стабільність макета сторінки;
- Total Blocking Time (TBT) — час, коли сторінка заблокована для взаємодії;
- Time to First Byte (TTFB) — затримка відповіді сервера;
- Time to Interactive (TTI) — час до повної інтерактивності сторінки;
- Max Potential First Input Delay (FID) — максимальна очікувана затримка при першій взаємодії користувача.

У роботі було запропоновано та реалізовано спеціальну метрику — загальний показник продуктивності рендерингу, яка узагальнює вплив усіх вищезазначених параметрів відповідно до розробленої математичної моделі. Це дозволило здійснити комплексну оцінку ефективності рендерингу з урахуванням багатфакторної взаємодії показників, що особливо важливо порівнюючи різних технологій рендерингу.

У ході дослідження було проведено тестування вебсторінок з однаковим вмістом, але реалізованих із використанням різних методів рендерингу. Отримані

результати дозволили виявити ключові залежності між способом рендерингу, типом контенту та показниками швидкодії. Запропонована метрика дозволяє отримати, узагальнену оцінку продуктивності, що є корисним інструментом для прийняття рішень під час розробки та оптимізації.

Література

1. *Інноваційні методи відображення інформації у веб-браузерах* / А. В. Антоненко та ін. *Таврійський науковий вісник. Серія: технічні науки*. 2024. № 1. С. 3–11. URL: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.1> (дата звернення: 27.03.2025).
2. Kowalczyk K., Szandala T. *Enhancing SEO in Single-Page Web Applications in Contrast with Multi-Page Applications*. *IEEE access*. 2024. С. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/access.2024.3355740> (дата звернення: 27.03.2025).
3. *Comparison between client-side and server-side rendering in the web development* / T. Fadhilah Iskandar та ін. *IOP conference series: materials science and engineering*. 2020. Т. 801. С. 012136. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/801/1/012136> (дата звернення: 27.03.2025).
4. Vepsäläinen J., Vuorimaa P. *Bridging static site generation with the dynamic web*. *Lecture notes in computer science*. Cham, 2022. С. 437–442. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09917-5_32 (дата звернення: 27.03.2025).

Моделювання властивостей хромовмісних феросплавів на рівні міжатомної взаємодії

Тогобицька Д. М., Поворотня І. Р., Піптюк В. П., Греков С. В., Кукса О. В.
Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України

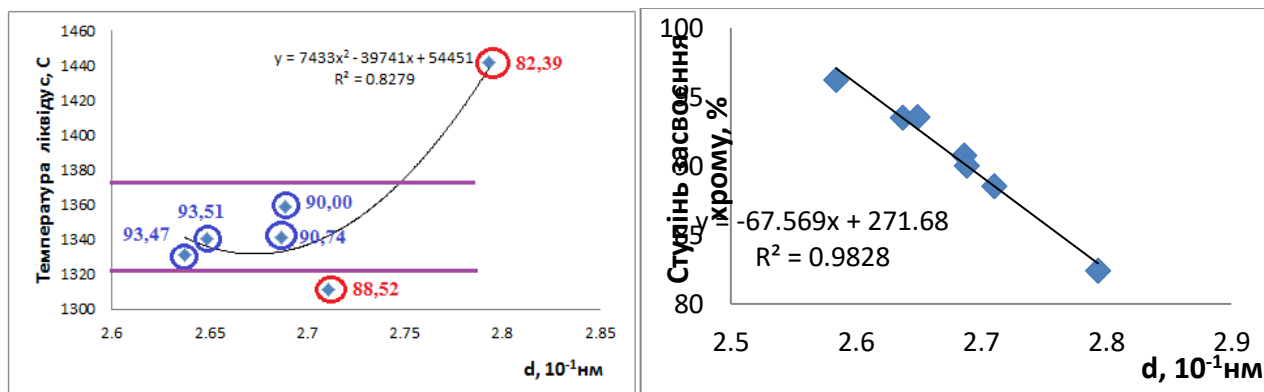
Технологія одержання сталі за останні 50 років зазнала суттєвих змін, з'явилися нові етапи металургійного циклу одержання сталі – позапічне (ковшове) оброблення, безперервне розливання, що вимагає нової якості феросплавів, пов'язаних, в основному, з температурними та часовими особливостями їх плавлення, що спровокувало перегляд вимог щодо низки фізико-хімічних характеристик феросплавів, наприклад хромовмісних. Насамперед це пов'язано з вірогідним зниженням температури в ковші при їх введенні, обмеженим часом взаємодії реагентів і т.д. Затребуваність металургійної галузі у феросплавах, які здатні цілеспрямовано керувати фізико-хімічним станом металевого розплаву, та у подальшому відповідно, властивостями металовиробів зростає. Проте сучасні експериментальні методи визначення фізико-хімічних та теплофізичних властивостей феросплавів

здебільшого досить трудомісткі і обмежені технічними можливостями устаткування (зокрема температурними), що використовується. Саме тому, особливий науковий та практичний інтерес становлять розрахункові методи оцінки властивостей металевих розплавів, які дозволяють прогнозувати склади феросплавів з оптимальними характеристиками і таким чином створюють сприятливі умови для максимального ступеня засвоєння провідного елементу добавки металом з рівномірним її розподілом.

Створені в Інституті чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України (ІЧМ НАНУ) бази експериментальних фізико-хімічних даних про властивості металевих розплавів «Метал», «Феросплави» у рамках банку даних «Металургія» зорієнтовані на задоволення саме таких наукових потреб [1]. Систематизована інформація у вигляді баз даних дозволяє провести оцінку впливу заданого хімічного складу на формування властивостей конкретної металевої системи, визначити роль температурного фактору та на основі виявлених закономірностей видати необхідні рекомендації. Використання головних положень концепції спрямованого хімічного зв'язку Приходько Е.В. [2] та розрахованих на її основі параметрів міжатомної взаємодії (Z^y – параметр зарядового стану системи, e ; d – середньостатистична між'ядерна відстань, 10^{-1}нм ; $\text{tg}\alpha$ – константа для кожного елементу, яка характеризує градієнт зміни радіусу іона при зміні його заряду; ρ_l – спрямована зарядова щільність, $e/\text{нм}$) дозволили розробити стійкі прогнозні моделі для широкого сортаментного ряду металевих розплавів типу: властивість = $f(Z^y, d, \text{tg}\alpha, \rho_l)$, $R^2 \geq 0,95$ [3].

В даній роботі розглянуті хромовмісні феросплави хімічного складу типу Fe-Cr-C-Si-Mn-B [4] з позиції опису їх фізико-хімічних особливостей через призму концепції спрямованого хімічного зв'язку. Температурна плавлення та ступінь засвоєння добавки є взаємозалежними факторами, що підтверджується рис.1, на якому проілюстровано їх зв'язок з однаковим параметром - параметром середньозваженої між'ядерної відстані (d). Зі збільшенням температури плавлення хромовмісних феросплавів ступінь засвоєння хрому зменшилась до 82,39 %. Оптимальні числові значення ступеню засвоєння хрому

у конкретному випадку лімітуються температурним інтервалом 1320-1380 °С (рис. 1а) та забезпечуються відповідним вмістом бору від 1,5 до 4,0 %. Заміри зі ступенем засвоєння хрому 88.52 на рис.1а – відрізняються найвищим вмістом марганцю, а 82.39 – найнижчим вмістом кремнію.



а)

б)

Рисунок 1 – Взаємозв'язок параметру середньозваженої між'ядерної відстані (d) з:

а) – температурою плавлення; б) – ступенем засвоєння хрому

Високотемпературність феросплавів ферохрому закладається головним чином вмістом хрому, а ось його засвоєння обмежує і зменшує кремній та марганець, які містяться в комплексному феросплаві, в той же час збільшує засвоєння хрому – бор виконуючи роль протектора (захисника від окислення), що узгоджується з одержаними нами раніше результатами на репрезентативній вибірці промислових даних з промисловою апробацією у роботі [5].

Таким чином, з огляду на конкретний запит металоспоживача буде здійснюватися науково – обґрунтований підбір хромовмісного феросплаву на основі концепції спрямованого хімічного зв'язку з оцінкою потенційного його ступеню засвоєння.

Література

1. Бази даних і моделі для експертної оцінки ефективності використання феросплавів при виробництві сталі / Тогобицька Д.М., Піптюк В.П., Петров О.П., Греков С.В., Снігура І.Р., Ліхачов Ю.М., Головка Л.А. // Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії. 2017. – № 31. – С. 150 – 165.
2. Togobitska D. and Belkova A. New approach to evaluating the thermodynamic consistency of melts in the «Metal-Slag» system based on interatomic interaction parameters // Lithuanian Journal of Physics. Vol. 64, No. 1, pp. 58-71 (2024). <https://doi.org/10.3952/physics.2024.64.1.6>

3. Snihura I.R., Togobitskaya D.N. The role of taking into account the interatomic interaction in predicting the complex of structurally-sensitive properties of steels and alloys for special purpose – *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії, збірник наукових праць*, Вип. № 32, 2018. – С. 361 – 370.

4. Моделирование физико-химических характеристик комплексных хромовмісних феросплавів / Тогобицька Д.М., Петров А.Ф., Снігура І.Р., Головка Л.А., Греков С.В. // *Праці науково-практичної конференції з міжнародною участю та елементами школи молодих вчених «Перспективи розвитку металургії та машинобудування з використанням завершених фундаментальних досліджень та НДДКР»*. - Єкатеринбург: УрО РАН, 2020. - С. 96 - 99.

5. Оптимізація хімічного складу сталі 14X17H2 на основі концепції спрямованого хімічного зв'язку / Д.М. Тогобицька, В.П. Пінтюк, І.М. Логозинський, Б.А. Левін, О.С. Козачок, О.В. Кукса, Ю.М. Ліхачов // *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії, збірник наукових праць*, Вип. -2015. – Вип.30. – С.312-323.

Удосконалення корпоративної мережі підприємства з метою підвищення ефективності роботи

Мантула М. В., Суботін О. В., Періг О. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Один з можливих варіантів оптимізації мережі ґрунтується на застосуванні її функціонально-вартісного аналізу [1]. На підставі попереднього аналізу заданої вихідної топологічної структури мережі складаються співвідношення з урахуванням її особливостей.

Оптимізації потребує корпоративна мережа з середньою віддаленістю вузлів, яка складається з десяти офісів, що розміщені не рівномірно по території регіону та мають у своєму складі власні локальні мережі (рис. 1).

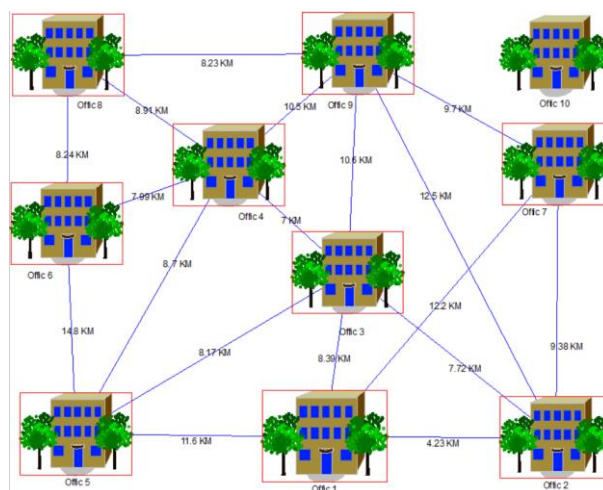


Рисунок 1 – Загальна схема мережі MAN

Витрати на топологію мережі такого класу є рівномірними, а загальний вираз для повних витрат включає витрати на створення мережі та експлуатаційні витрати протягом певного розрахункового часу.

Далі вибирається вихідний варіант топологічної структури мережі, терміналів, каналів зв'язку та обладнання мережевих вузлів, які мають відому вартість, і продовжується ітераційний процес проектування з оцінкою розрахункової вартості мережі заданим повним витратам [2].

Як видно з рис. 1, офіси в базовому варіанті реалізації мають досить багато ліній зв'язків для регіональної мережі, а лінії зв'язку складають не менше 7 км, що впливає на вартість обслуговування ліній, яка досить висока.

Для вирішення даної проблеми, потрібно прибрати найдовші комунікаційні лінії. З цією метою використовується зважений граф, де ваги ребер відображають довжини зв'язків між відповідними вершини. Способом вирішення завдання мінімізації структури є алгоритм Краскала [1]. Відповідно до цього алгоритму за зваженим графом для дев'яти офісів (рис. 2,а) формується список ребер графа, відсортований за вагою (довжиною) в порядку зростання. Потім, використовуючи список, побудуємо мінімальне покриваюче дерево (рис. 2,б), починаючи з найлегшого ребра і додаючи наступні по черзі. Якщо додавання ребра призводить до утворення циклу, то його відкидаємо. Після додавання ребра $n - 1$ (n - кількість вершин графа) процес, завершується.

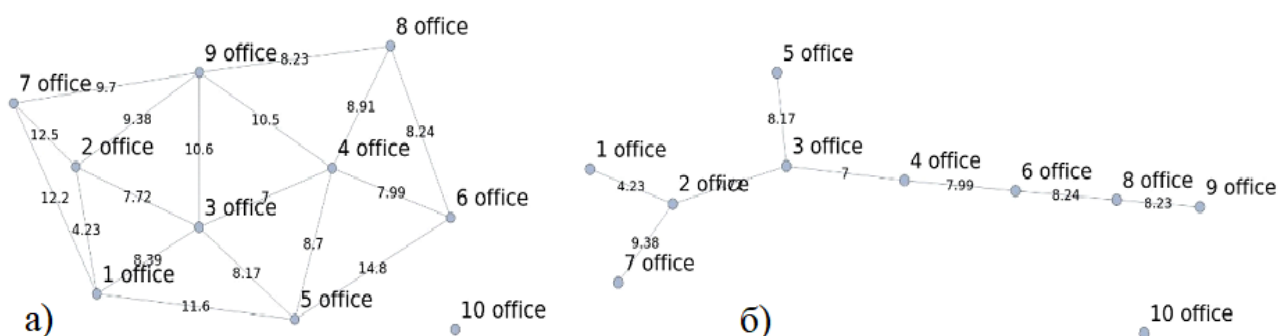


Рисунок 2 – Зважений граф мережі (а) та мінімальне дерево графа (б)

Залишається підключити десятий офіс до загальної мережі. Потрібно

вибрати з якого офісу ближче буде протягнути кабель, базуючись на топології та мапі транспортних зв'язках між містами. Найближче оптоволоконний кабель стандарту 400GBase-ER8 буде провести з дев'ятого офісу (рис. 3). Довжина лінії зв'язку становить 23 км.

Для мінімізації суми шляхів між вузлами центральний вузол мережі робимо в четвертому офісі, а периферійні вузли визначають за принципом «керуючий-підлеглий».



Рисунок 3 – Схема корпоративної мережі на оптоволоконному кабелі

В результаті дослідження отримуємо граф мережі, зображений на рис. 4.

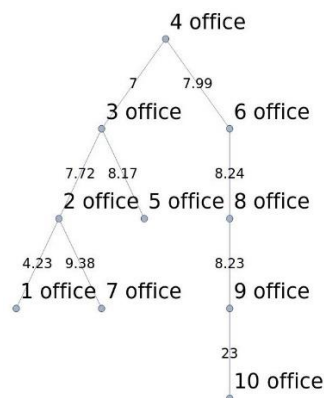


Рисунок 4 – Граф оптимізованої корпоративної мережі

Мета топологічного аналізу досягається розв'язанням задачі про максимальний потік – досягнення максимально можливої ефективності зв'язку.

Література:

1. Суботін О.В. Аналіз, синтез і оптимізація інформаційних мереж: Методичний посібник до самостійної роботи студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 7.092501. Краматорськ: ДДМА, 2005. 84 с. ISBN 966-7851-84-2.
2. Суботін О.В., Пертухін Я.І. Особливості вибору технічних засобів інформаційної мережі. *Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg.* 68-71 p. DOI: <https://doi.org/10.70286/isu-05.03.2025>.

Методика оцінки високотемпературних властивостей залізородних матеріалів з урахуванням їх розподілу по перетину доменної печі

Белькова А. І., Тогобицька Д. М., Муравйова І. Г., Вишняков В. І., Ходотова Н. Є.
Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України

Важливість оперативної оцінки металургійних властивостей залізородної сировини обумовлює необхідність розробки ефективних засобів їх прогнозування в нестабільних умовах доменної плавки.

В Інституті чорної металургії розроблено методику оцінки високотемпературних властивостей залізородних матеріалів та первинних шлакових розплавів, яка дозволяє прогнозувати агрегатні перетворення залізовмісних компонентів шихти у різних зонах доменної печі та параметри пластичної зони, що значною мірою визначає ефективність процесу плавки. Методика включає «Модель розподілу шихти» для визначення розподілу компонентів шихти по радіусу колошника [1] і «Фізико-хімічну модель шихти» для розрахунку високотемпературних властивостей залізовмісних матеріалів (температур початку і кінця розм'якшення, плавлення) і первинних розплавів (змісту FeO і температур краплинної течії) [1].

За допомогою методики виконано аналіз високотемпературних характеристик завантажуваної доменної шихти для заводів України з різними шихтовими та технологічними умовами. З використанням моделі розподілу

шихти визначено кількість компонентів (агломерат, окатиші, добавки) у кожній із 10 зон колошника з урахуванням особливостей вивантаження дози окатишів для 3-х варіантів значень маси уставки (m_{yo}) (рис. 1). Далі для кожної зони розраховується хімічний склад суміші шихтових компонентів, за яким з використанням інтегральних параметрів міжатомної взаємодії (хімічного еквівалента складу шлакової системи Δe та стехіометрії ρ [2]) за прогнозними моделями визначаються високотемпературні властивості залізородних сумішей: температури початку ($T_{пр}$) і кінця розм'якшення ($T_{кр}$) та розплавлення ($T_{роз}$) з урахуванням їх відновлення при температурі 800 °С і 1050 °С. Також визначаються хімічний склад та властивості первинних розплавів, що утворюються із залізородних сумішей: вміст FeO, в'язкість при температурі 1300 °С (рис. 2), поверхневий натяг та температури початку ($T_{пф}$) та максимальної фільтрації розплаву через коксову насадку ($T_{мф}$). Пластична зона (когезії) в доменній печі оцінюється інтервалом температур початку розм'якшення та плавлення залізородних матеріалів ($\Delta T_1 = T_{розп800} - T_{пр800}$) (рис. 2), зона первинного шлакоутворення визначається інтервалом температур первинного розплаву ($\Delta T_2 = T_{мф} - T_{пф}$).

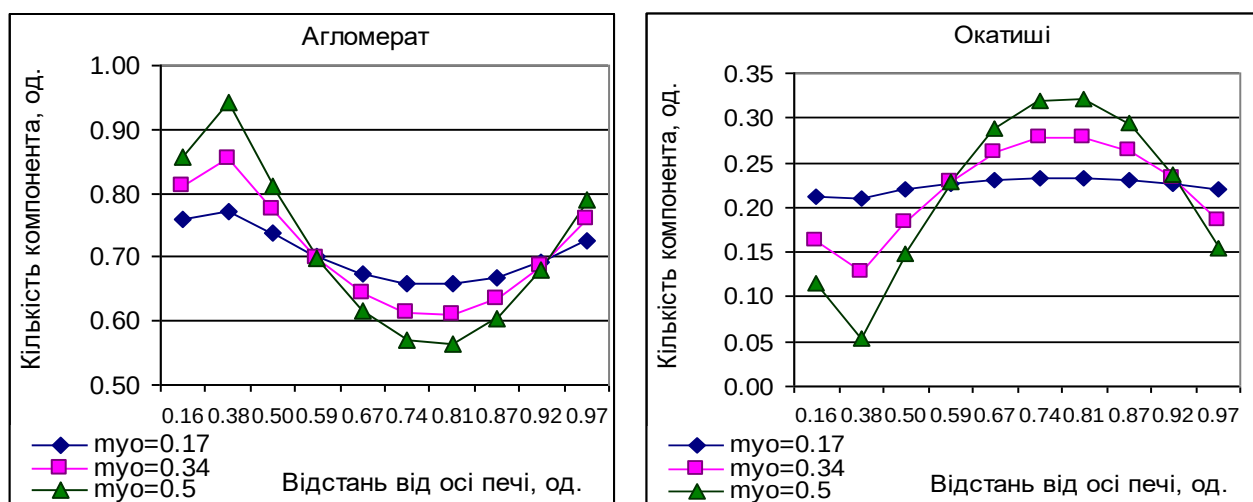


Рисунок 1 – Зміна розрахункових мас компонентів шихти по перетину доменної печі при різному значенні уставки вивантаження окатишів m_{yo} для конкретних умов доменної плавки

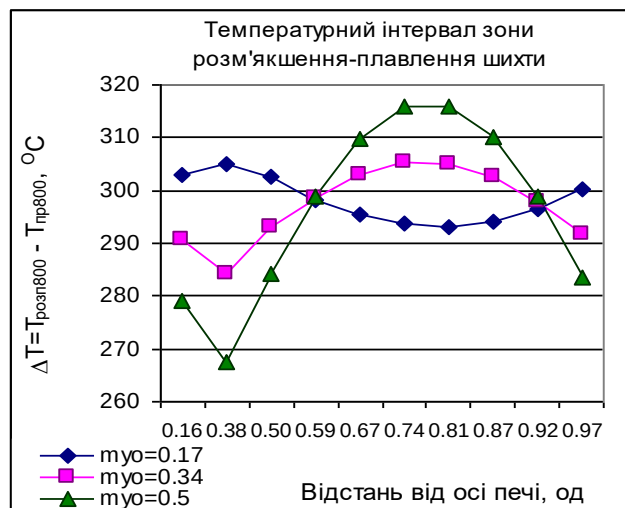
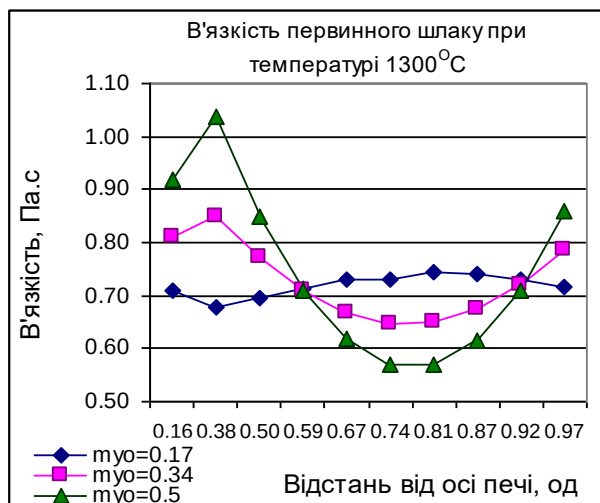


Рисунок 2 – Зміна в'язкості первинного розплаву та температурного інтервалу пластичної зони по перетину доменної печі при різному значенні уставки вивантаження окатишів m_{yo} конкретних умов доменної плавки

В результаті розрахунково-аналітичної оцінки показників агрегатних перетворень компонентів шихти в різних зонах доменних печей з відмінними шихтовими і технологічними умовами плавки визначено критерії позитивної оцінки високотемпературних властивостей залізорудних матеріалів, що зумовлюють нормальні умови формування розплавів у доменній печі і визначають отримання чавуну заданої якості. До них відносяться:

- високі температури початку розм'якшення та плавлення залізорудних матеріалів та формування первинного рухомого шлаку, що суттєво впливає на нагрівання нижньої зони печі та якість чавуну;

- мінімальна різниця температур розм'якшення та плавлення залізовмісних матеріалів (мінімізація товщини пластичної зони), що зумовлює підвищену газопроникність шихти, покращення розподілу газового потоку та зменшення енергоємності доменної плавки

- оптимальний з позиції плинності первинного шлаку вміст монооксиду заліза в первинному шлаку 12–30 % залежно від основності;

- в'язкість первинних шлаків у межах $\sim 3.5-8$ пуаз, яка забезпечує гарний дренаж розплаву на коксовій насадці, поліпшення її порізності і газопроникності та, як наслідок, підвищення ступеня використання газів.

Розроблена методика оцінки високотемпературних властивостей залізорудних матеріалів з урахуванням їх розподілу по перетину доменної печі дозволяє здійснювати прогностичні розрахунки до завантаження шихти в доменну піч з метою формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального складу шихти на основі експертної оцінки з урахуванням наявних сировинних та енергетичних ресурсів.

Література

1. Створення інтелектуальних систем вибору оптимального складу багатокомпонентної доменної шихти. *Нові підходи* / І.Г. Муравйова, Д. М. Тогобицька, А. І. Белькова, М. Г. Иванча, О.С. Нестеров, Д.О. Степаненко, В. І. Вишняков. – Київ: Науково-видавнича рада, 2022. – 232.
2. *Togobitska D. and Belkova A. New approach to evaluating the thermodynamic consistency of melts in the "Metal-Slag" system based on interatomic interaction parameters // Lithuanian Journal of Physics. Vol. 64, No. 1, pp. 58-71 (2024). <https://doi.org/10.3952/physics.2024.64.1.6>*

Дослідження фреймворків для розробки телеграмм ботів, як засобу реалізації системи сховища книг

Курбацька А. С., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Створення телеграм-ботів є актуальним через зростаючу популярність месенджера Telegram як платформи для комунікації, автоматизації процесів і надання сервісів. Боти дозволяють ефективно взаємодіяти з користувачами, надаючи миттєві відповіді, автоматизовані функції та доступ до інформації без потреби у складному інтерфейсі. Це особливо важливо для бізнесу, освіти, обслуговування клієнтів та новинних ресурсів, де швидкість, зручність і доступність мають вирішальне значення.

Розробка телеграм-ботів як засобу реалізації системи сховища книг є корисною завдяки їх доступності, простоті використання та широким можливостям автоматизації. Такий бот може забезпечити зручний інтерфейс для пошуку, збереження, категоризації та перегляду книг, доступний безпосередньо зі смартфона або комп'ютера. Користувачі можуть отримувати рекомендації,

переглядати описи, завантажувати файли або зберігати книги в особисту бібліотеку, не встановлюючи додаткових програм. Крім того, бот спрощує адміністрування та оновлення бази даних, що робить його ефективним інструментом як для індивідуального, так і для колективного користування.

Однією із складових розробки таких систем є аналіз та дослідження фреймворків для розробки телеграмм ботів.

Аналізуючи фреймворки для розробки телеграм-ботів на мовах Python та C# у контексті створення системи сховища книг, було порівняно популярні інструменти обох екосистем з точки зору функціональності, зручності, масштабованості та підтримки. Результат цього дослідження представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння фреймворків для розробки телеграмм ботів

Характеристика	python-telegram-bot	aiogram	Telegram.Bot (C#)
Мова програмування	Python	Python	C#
Тип роботи	Синхронний	Асинхронний (asyncio)	Синхронний / асинхронний через async/await
Простота використання	Висока (ідеально для початківців)	Середня (вимагає знань async/await)	Вища для досвідчених C#-розробників
Підтримка документації	Добра, активна спільнота	Дуже добра, сучасна документація	Добра, офіційна документація та приклади
Масштабованість	Обмежена для високого навантаження	Висока завдяки асинхронності	Висока, особливо у зв'язці з ASP.NET
Інтеграція з БД	Через ORM або SQLite/PostgreSQL вручну	Легко інтегрується з будь-якими БД	Пряма інтеграція з Entity Framework
Можливість побудови меню	Проста реалізація	Потужна FSM-система	Реалізується через окремі методи контролерів
Підтримка inline-кнопок	Так	Так	Так
Хмарна інтеграція	Через сторонні бібліотеки	Через сторонні бібліотеки	Повноцінна інтеграція з Azure, AWS тощо
Ідеальний варіант для	Прототипів, навчальних проєктів	Продакшн-ботів із високим навантаженням	Великих корпоративних рішень

Для Python найпоширенішими фреймворками є `python-telegram-bot` [1] і `aiogram` [2]. Перший є синхронним, з простим API, що добре підходить для навчальних проєктів або невеликих систем. Він має активну спільноту, хорошу документацію та підтримує інтеграцію з базами даних (наприклад, SQLite, PostgreSQL). Aiogram – асинхронний фреймворк, який забезпечує високу продуктивність і підходить для більш навантажених систем. Обидва фреймворки дозволяють ефективно реалізувати функції зберігання, пошуку та видачі книг, реалізувати меню, фільтри та авторизацію користувачів.

У середовищі C# найпопулярнішим інструментом є бібліотека `Telegram.Bot` [3], яка забезпечує стабільну інтеграцію з Telegram API. Цей фреймворк добре підходить для великих, структурованих проєктів і легко інтегрується з сучасними .NET-технологіями, такими як Entity Framework, ASP.NET Core, а також з хмарними сервісами (Azure, AWS). Завдяки типізації, зручному DI-контейнеру та підтримці паралельної обробки, розробка системи сховища книг у C# стає більш керованою та масштабованою.

Під час тестування було звернуто увагу, що фреймворк `Telegram.Bot` у поєднанні з ASP.NET дозволяє створити бот із чіткою логікою обробки запитів, безпекою на рівні API, гнучкою структурою взаємодії з базою даних, що є надзвичайно корисним для реалізації складної системи, як-от електронна бібліотека.

Висновок: хоча Python має зручні фреймворки для швидкого старту та тестування ідей, саме використання C# з `Telegram.Bot` видається особливо цікавим для розробки системи сховища книг. Його можливості масштабування, гнучкість архітектури, надійна типізація та глибока інтеграція з іншими .NET-технологіями роблять його сильним вибором для реалізації повноцінного бота зі складною логікою та високими вимогами до стабільності.

Література

1. `python-telegram-bot`. Сайт «GitHub». URL: <https://github.com/python-telegram-bot/python-telegram-bot> (Дата звернення 02.04.2025)
2. `aiogram`. Сайт «GitHub». URL: <https://github.com/aiogram/aiogram> (Дата звернення 02.04.2025)
3. `Telegram.Bot`. Сайт «GitHub». URL: <https://github.com/TelegramBots/Telegram.Bot> (Дата звернення 02.04.2025)

Формування інтегральної моделі оцінювання банкрутства підприємства в системі антикризового фінансового управління

Єлецьких С. Я., Мимоходова А. В., Власова Т. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах динамічного економічного середовища підприємства стикаються з численними фінансовими ризиками, які можуть призвести до втрати платоспроможності та банкрутства. Ефективне антикризове фінансове управління потребує своєчасного виявлення ознак фінансової нестабільності та розробки дієвих механізмів її попередження. Одним з ключових інструментів у цьому процесі є модель оцінювання ймовірності банкрутства підприємства, що дозволяє своєчасно приймати управлінські рішення [1-3].

Розробка інтегральної моделі оцінювання банкрутства підприємства — це складний аналітичний процес, який поєднує в собі елементи фінансового аналізу, математичного моделювання та антикризового управління.

Інтегральна модель оцінювання банкрутства — це узагальнюючий підхід, який поєднує в собі методи фінансового аналізу, статистичного моделювання та економіко-математичних інструментів. Метою створення такої моделі є підвищення точності прогнозування ризику банкрутства шляхом об'єднання декількох показників фінансової стійкості підприємства в єдиний інтегральний індекс. Інтегральна модель має забезпечити раннє виявлення загрози банкрутства для підприємства з метою своєчасного реагування у системі антикризового фінансового управління.

Основними етапами формування моделі є [1-3]:

1. Відбір релевантних показників — наприклад, коефіцієнт абсолютної ліквідності, рентабельність активів, фінансова автономія, обіговість капіталу.
2. Нормалізація даних — приведення різнорідних показників до порівнянного вигляду.
3. Зважування індикаторів — визначення вагової значущості кожного показника, з урахуванням експертної оцінки або методів багатовимірної аналізу.

4. Формування інтегрального індексу — агрегування нормалізованих і зважених показників у єдину оцінку фінансового стану.

5. Інтерпретація результатів — класифікація підприємств за зонами ризику (зона стабільності, зона потенційної загрози, зона критичної нестабільності).

Діагностика кризових ситуацій являє собою систему заходів, що розділяється на підсистеми: підсистему поточної діагностики та підсистему фундаментальної діагностики. Використання можливостей кожної з них дозволяє вирішувати конкретні завдання, що в певній послідовності пов'язані з попередженням криз, застосуванням антикризових заходів та, зокрема, виходом підприємства із кризового стану.

Використовуючи результати дослідження показників фінансового стану підприємств сільськогосподарського машинобудування за період 2020-2024 рр. [4], побудовано інтегральну функцію оцінювання банкрутства, яка має наступний вигляд:

$$Z = 0,394 X_1 - 0,491 X_2 + 2,689 X_3 - 0,051 X_4 + 0,586 X_5, \quad (1)$$

де X_1 — коефіцієнт покриття;

X_2 — коефіцієнт автономії;

X_3 — коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами;

X_4 — коефіцієнт фінансового ризику;

X_5 — відношення валового прибутку до чистого доходу від реалізації продукції.

З урахуванням «зони невизначеності» шкала інтерпретації показника Z набуває наступного вигляду:

а) $Z \leq -2,30$ — фінансовий стан підприємства незадовільний, воно перебуває у кризі або під її загрозою;

б) $-2,30 < Z < 0,82$ — однозначних висновків щодо якості фінансового стану підприємства зробити неможливо, необхідний додатковий аналіз;

в) $Z \geq 0,82$ — фінансовий стан підприємства є задовільним [3].

Визначаємо, що розроблена модель має достатній рівень адекватності, який засвідчує можливість її широкого застосовування в практиці аналізу та комплексної оцінки фінансового стану підприємств машинобудівної галузі.

Інтегральна модель оцінки ймовірності банкрутства виступає як ефективний інструмент для [5]:

- виявлення кризових тенденцій на ранніх стадіях;
- підтримки стратегічних фінансових рішень;
- обґрунтування необхідності реструктуризації, змін у фінансовій політиці чи залучення зовнішнього фінансування.

Розробка та впровадження алгоритму оцінки та управління підприємством у кризових ситуаціях дає можливість не тільки діагностувати стан підприємства за основними напрямками діяльності та при виявленні різних відхилень при первинному аналізі приймати вчасно необхідні управлінські рішення на різних етапах життєвого циклу підприємства.

Література

1. Костіна Н.І., Алексєєв А.А., Василик О.Д. *Фінанси: система моделей і прогнозів* / Н.І. Костіна, А.А. Алексєєв, О.Д. Василик. – К.: Четверта хвиля, 1998. – 304 с.
2. Хаджинова О.В. *Сучасні тенденції банкрутства підприємств в Україні [Електронний ресурс]* / О.В. Хаджинова // *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*. – 2013. – Вип. 1(2). – Режим доступу: http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_4_066.pdf
3. Кремень В.М. *Інтегральна модель визначення імовірності банкрутства підприємств машинобудівної галузі України [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/51985/7/Kremen_Dyskryminantna_model.pdf;jsessionid=BA69446DCEB82D0BAECA467ED972AD34
4. *Державна служба статистики України [Електронний ресурс]*. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
5. Мартиненко В. П. *Антикризове управління суб'єктами промисловості* / В. П. Мартиненко // *Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України. Т. 9: Збірник наукових праць: Наукове видання*. – Суми: Мрія – 1 ЛТД; УАБС, 2004. – 374 с.

Застосування сценарного аналізу у процесах визначення напрямів цифрової трансформації підприємств

Никон Ю. Є.

Інститут економіки промисловості НАН України

У дослідженні розглянуто можливості використання сценарного аналізу як інструменту стратегічного планування в умовах цифрової трансформації підприємств. Окреслено основні підходи до формування сценаріїв цифрового розвитку, їхню роль у прийнятті управлінських рішень та зниженні рівня невизначеності.

У сучасних умовах швидких змін зовнішнього середовища, динамічного розвитку цифрових технологій та зростаючої конкуренції питання ефективного планування цифрової трансформації стає надзвичайно актуальним. Традиційні методи прогнозування часто не враховують багатоваріантність розвитку подій і не забезпечують достатньої гнучкості в управлінських рішеннях. У цьому контексті сценарний аналіз виступає як ефективний метод, що дозволяє розробляти альтернативні вектори цифрової трансформації та адаптуватися до нових умов [1].

Сценарний аналіз є методом стратегічного планування, який базується на формуванні декількох альтернативних сценаріїв майбутнього розвитку підприємства з урахуванням ключових факторів впливу. У процесі цифрової трансформації це дає можливість передбачити різні варіанти впровадження ІТ-рішень, зміни бізнес-процесів та організаційних структур. Методологія розробки сценаріїв цифрової трансформації передбачає ідентифікацію драйверів цифрових змін (технологічних, економічних, регуляторних), формування осей невизначеності, побудову матриці сценаріїв, аналіз ризиків та можливостей для кожного сценарію, а також визначення стратегічних орієнтирів [2-5].

Результати проведеного дослідження, що охопило групу підприємств ІТ-галузі, показали, що впровадження сценарного аналізу значно покращує якість стратегічного планування цифрових ініціатив. Переважна більшість опитаних підприємств, які впроваджували сценарні підходи, відзначили

підвищення узгодженості між функціональними напрямками цифрової трансформації. Більше половини проаналізованих компаній за допомогою сценарного аналізу змогли адаптувати інвестиційні стратегії, зменшивши частку неефективних витрат на IT-інфраструктуру. У вибірці досліджених випадків, де застосовувалися три сценарії можливої трансформації — консервативний, інноваційний та адаптивний. Цей підхід дозволив підприємствам сформувати більш стійкі цифрові дорожні карти на 3–5 років. В іншій вибірці компаній сценарний аналіз був інтегрований у процеси розробки нових продуктів та стратегій масштабування, що сприяло гнучкій адаптації до змін зовнішнього середовища [6, 7].

Серед переваг сценарного аналізу — зниження стратегічної невизначеності, зростання адаптивності підприємства та можливість оцінити наслідки цифрових ініціатив ще до їх впровадження. Основними викликами залишаються складність у зборі релевантних даних, потреба в міждисциплінарній експертизі та труднощі в інтерпретації сценаріїв на практиці [2].

Сценарний аналіз виступає ефективним інструментом в умовах високої динаміки цифрових трансформацій. Його застосування дозволяє не лише краще підготуватися до майбутніх викликів, а й сформувати гнучку стратегічну рамку для цифрового розвитку підприємства. Для досягнення максимального ефекту доцільним є поєднання сценарного підходу з іншими методами аналізу, зокрема SWOT, PEST та діловим моделюванням. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку галузевих сценарних шаблонів цифрової трансформації підприємств.

Література

1. Schühly, A., Becker, F., Klein, F.: *Real time strategy: when strategic foresight meets artificial intelligence*. Emerald Group Publishing (2020)
2. Ködding P., Koldewey C., Dumitrescu R. (2023) *Scenario-based Foresight in the Age of Digitalization and Artificial Intelligence – Identification and Analysis of Existing Use Cases*. *Orocedia CIRP*. Volume 119, p 740-745. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.01.015>

3. Подскребко, О. С., Н. О. Іванченко, and О. М. Густера. Концептуальні основи цифрової трансформації економічних систем // *Цифрова економіка та економічна безпека* 6 (15) (2024): 241-246. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.15-37>
4. Цифрові технології в процесах розвитку підприємств в умовах глобальних криз та пост-кризових періодів / Ю.Є. Никон // *Вісник економічної науки України*. — 2024. — № 1 (46). — С. 145–149. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1\(46\).145-149](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.1(46).145-149)
5. Dasiv, A. F., Madykh, A. A., Okhten, O. O., & Turlakova, S. S. (2019). *Economic-mathematical models and information-communication technologies of smart industry development: monograph*. Kyiv: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine.
6. Makukh, T., Sazonova, S., Palamarchuk, O., Shulha, S., & Vuichenko, M. (2023). *Digital Transformation in the Economy: Analysis of the Impact on the Structure and Functions of Enterprises*. *Pacific Business Review International*, 16(6).
7. Ministry for Digital Transformation of Ukraine. (2023). *Digital Transformation Strategy for Key Sectors of the Economy*. <http://thedigital.gov.ua>

РОЗДІЛ 3.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Інтеграція штучного інтелекту з робототехнікою для оптимізації складських процесів

Сердюк Т. В., Разживін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Використання штучного інтелекту (ШІ) стає актуальним і пріоритетним завданням для удосконалення складських процесів. Адже ШІ пропонує безліч рішень для автоматизації та підвищення ефективності складських операцій.

Питанням використання ШІ у складських процесах присвячені роботи таких зарубіжних науковців, як Sodiya, Enoch Oluwademilade [1], de Koster, R. [2], Grover, A.K. and Ashraf, M.H [3], Khan, M.A. [4], та інших.

Мета дослідження – з’ясувати, які автоматизовані системи можна інтегрувати з ШІ і як це допомагає вдосконалити роботу складів.

З алгоритмами ШІ інтегруються, зокрема, автономні мобільні роботи (AMR), роботизовані руки (RA) та автоматизовані керовані транспортні засоби (AGV) [1]. Розглянемо, як ШІ удосконалює їх роботу.

AMR відіграють ключову роль у підвищенні ефективності складу шляхом автоматизації транспортування матеріалів та комплектування замовлень [2]. Вони оснащені передовими датчиками, камерами та алгоритмами ШІ, які дозволяють їм переміщатися у складському середовищі автономно, без необхідності зовнішніх систем навігації, таких як дроти або доріжки. Використовуючи технології одночасної локалізації та картографування (SLAM), AMR створюють карти свого оточення в режимі реального часу та планують оптимальні маршрути для ефективної навігації між різними місцями в межах складу. Планування шляху на основі ШІ-алгоритмів гарантує, що AMR можуть адаптуватися

до динамічних перешкод, заторів і змін навколишнього середовища, що забезпечує плавне та ефективне пересування по всьому складу [1].

Автономно транспортуючи товари між місцями зберігання, станціями комплектування, і транспортними доками, AMR зменшують потребу в ручній праці та мінімізують час і зусилля, необхідні для виконання замовлення клієнтів. Крім того, AMR оптимізують робочі процеси шляхом динамічного розподілу ресурсів, балансують робочі навантаження та синхронізують діяльність для максимізації пропускної здатності та мінімізації часу циклу [3].

Ще одним важливим компонентом автоматизації складів майбутнього є RA. Вони забезпечують точність обробки матеріалів і маніпуляції для виконання широкого кола завдань зі швидкістю та точністю. RA оснащені кількома ступенями свободи та кінцевих ефектів, таких як захвати, присоски та магніти, що дозволяє їм обробляти різноманітні продукти, типи упаковки та корисні навантаження з точністю та спритністю. Системи зору та датчики на основі ШІ забезпечують зворотний зв'язок у режимі реального часу та вказівки роботам, що дозволяє їм ідентифікувати, знаходити та маніпулювати об'єктами з високою точністю і надійністю. Завдяки здатності захоплювати, піднімати, переміщати та розміщувати предмети RA оптимізують комплектування, пакування, палетування та складання. Це призводить до зменшення помилок і збільшення пропускної здатності складу [4].

Вирішальну роль на складах майбутнього також відіграють AGV, які інтегруються з ШІ. Вони можуть забезпечити ефективне транспортування товарів у складських приміщеннях. AGV є самонавідними транспортними засобами, які обладнані датчиками, камерами та навігаційними системами. Це дозволяє їм пересуватися автономно по складу, транспортувати товари між місцями зберігання, виробничими зонами та транспортними доками. AGV можуть орієнтуватися за допомогою різних технологій навігації, включаючи магнітну стрічку, лазерні сканери та системи на основі зору, дозволяючи їм з легкістю долати складні макети, вузькі проходи та динамічне середовище. Шляхом автоматизації транспортних завдань, AGV зменшують потребу в ручних

навантажувачах і конвеєрах, мінімізують затори та оптимізують трафік потоку всередині складу, що сприяє більш плавній роботі та підвищеній безпеці. AGV легко інтегруються з системами автоматизації, керованими ІІІ, що дозволяє їм адаптуватися до змін [5].

Алгоритми ІІІ можуть автоматично визначати найефективніші маршрути переміщення товарів не тільки на складі, а й між транспортними вузлами (Таблиця 1).

Таблиця 1 – Як ІІІ оптимізує рух транспортних засобів між складами

Результат використання ІІІ	Спосіб досягти результату
Прогнозування заторів	Аналітичні алгоритми аналізують дані про поточні маршрути, завантаженість доріг і графіки прибуття, щоб заздалегідь передбачати можливі затримки
Динамічне перенаправлення	ІІІ може в реальному часі змінювати маршрути вантажівок або внутрішніх транспортних засобів на складі для уникнення скупчень
Координація між транспортними вузлами	Інтегровані системи синхронізують прибуття транспортних засобів до рамп завантаження, що зменшує час очікування
Автоматизація черг	ІІІ керує порядком обслуговування транспортних засобів на основі їхнього пріоритету, часу прибуття та типу вантажу
Моніторинг у реальному часі	Системи ІІІ на основі ІоТ-датчиків відстежують місцезнаходження транспортних засобів, їхній стан і час простою, що допомагає швидко реагувати на непередбачені ситуації

Джерело: розроблено авторами

Інтеграція ІІІ в роботу складів відкриває нові можливості для підвищення ефективності, зменшення витрат і вдосконалення сервісу. Завдяки ІІІ склади стають не лише місцем зберігання, а й важливим елементом сучасної логістичної системи, здатним забезпечити конкурентну перевагу компанії. Це відкриває перспективи подальших досліджень.

Література

1. Sodiya, Enoch Oluwademilade, et al. "AI-driven warehouse automation: A comprehensive review of systems." *GSC Advanced Research and Reviews* 18.2 (2024): 272-282.
2. de Koster, R., 2022. *Warehousing 2030. Global Logistics and Supply Chain Strategies for the 2020s: Vital Skills for the Next Generation*, pp. 243-260.
3. Grover, A.K. and Ashraf, M.H., 2023. *Leveraging autonomous mobile robots for Industry 4.0 warehouses: a multiple case study analysis. The International Journal of Logistics Management*.
4. Khan, M.A., 2020. *Design and control of a robotic system based on mobile robots and manipulator arms for picking in logistics warehouses (Doctoral dissertation, Normandie)*.
5. Cupek, Rafal, Marek Drewniak, Marcin Fojcik, Erik Kyrkjebø, Jerry Chun-Wei Lin, Dariusz Mrozek, Knut Øvsthus, and Adam Ziebinski. "Autonomous guided vehicles for smart industries—the state-of-the-art and research challenges." In *Computational Science—ICCS 2020: 20th International Conference, Amsterdam, The Netherlands, June 3–5, 2020, Proceedings, Part V* 20, pp. 330-343. Springer International Publishing, 2020.

Multi-service corporate campus network design for a manufacturing enterprise using Cisco Packet Tracer

Abhari P. B., Tokar V. O.
Donbas state engineering academy

A computer network connects systems, devices, and users for resource sharing and collaboration, vital for modern organizations. Built with hosts, routers, switches, and access points unified by protocols, its design demands precision, balancing topology, scalability, and foundational security (firewalls, encryption). Creating it is a complex, collaborative effort involving diverse teams managing physical and digital needs. The result is not just infrastructure, but a secure, dynamic framework enabling innovation and progress. To establish a comprehensive manufacturing interparent (Figure 1), the following campuses should be developed to ensure efficient operations, safety, and scalability: administrative campus (including: administration, accounting, marketing, IT and server units); hot forming maintenance and tooling campus; cold

forming maintenance and tooling campus; quality control integrated into production campuses; warehouse, storage, logistics and shipping campus; utilities, infrastructure and environmental management campus and employee facilities, safety and security hub campus.

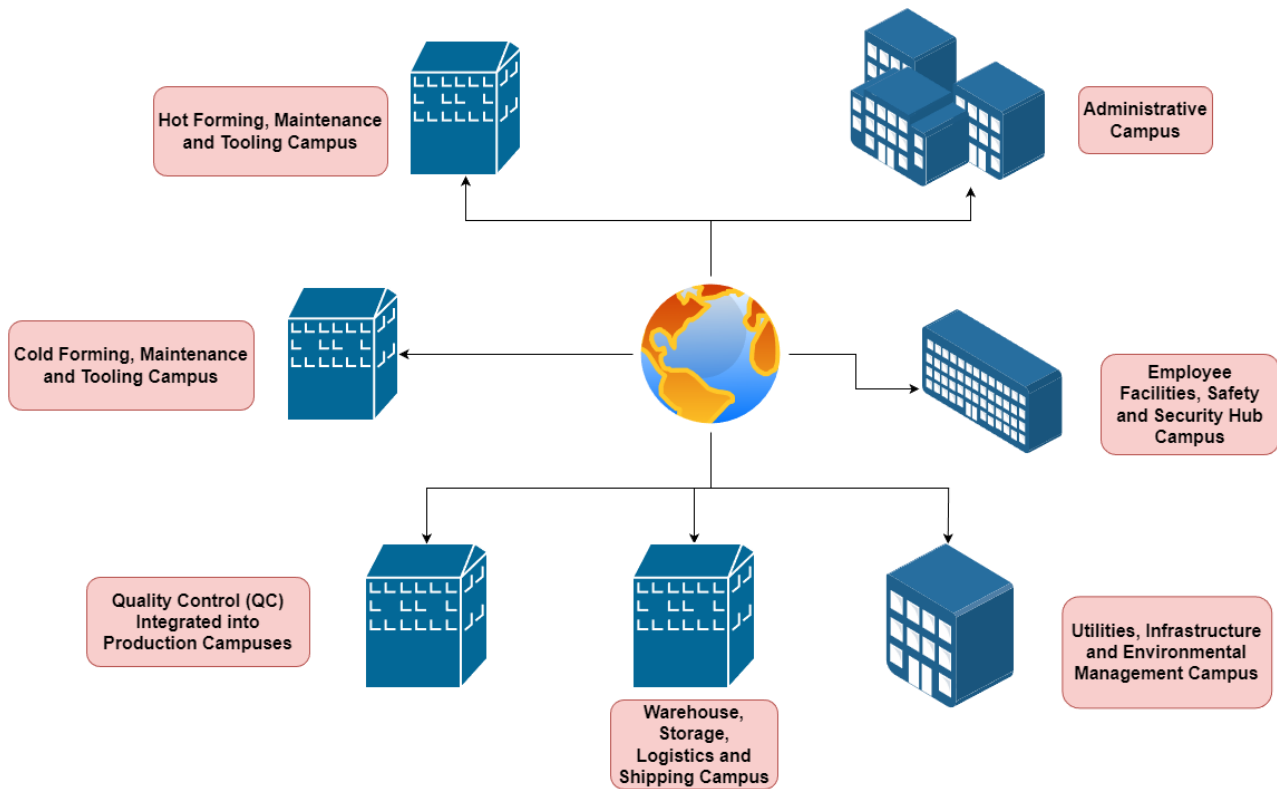


Figure 1 – The general structure of the campuses and multi-service corporate network of a manufacturing enterprise

Figure 2 illustrates the network topology designed for a manufacturing enterprise. This model was created using Cisco Packet Tracer [1], a powerful simulation tool, to demonstrate the configuration and connectivity of various essential network devices within the proposed infrastructure.

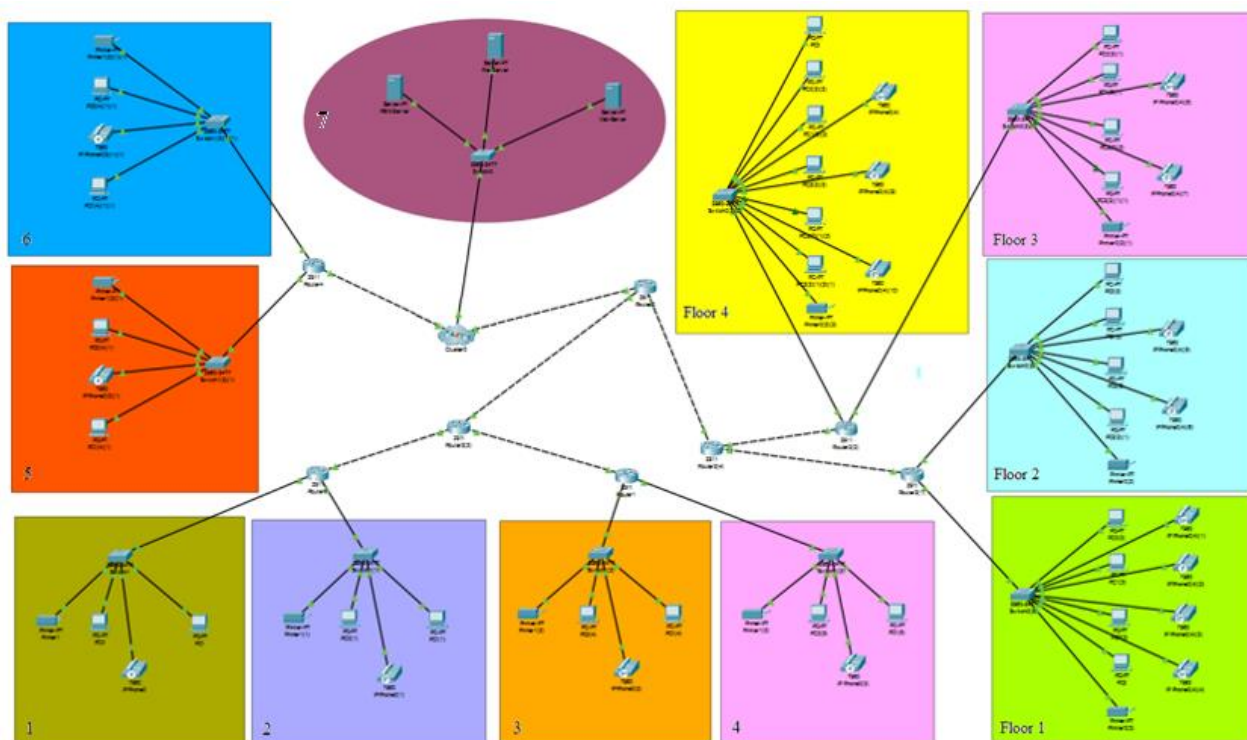


Figure 2 – Network topology design for a manufacturing enterprise using cisco packet tracer: administrative campus (floors 1-4); hot (1) and cold (2) forming campuses; quality control (3) and warehouse (4) campuses; employee facilities (5) and utilities (6) campuses; servers (7)

References

1. S. R. Jena Cisco Packet Tracer Implementation: Building and Configuring Networks // google (books) – 2023 – Computers - 154 pages

Шляхи використання можливостей штучного інтелекту для стійкого розвитку енергетичної галузі України

Зубер Л. О., Задорожня І. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

На сучасному етапі розвитку суспільства дедалі значна частина процесів стає охопленою цифровими технологіями, оскільки «цифра» набуває значущості й дуже стрімко пронизує різні аспекти життя людей, функціонування промислових об'єктів, спричиняє суттєвий вплив в глобальному контексті на економіки країн світу та визначає напрями подальшого формування стратегій

їхнього розвитку в довгостроковій перспективі. Складові епохи цифрової трансформації є драйверами змін, що безумовно визначають тренди та ключові тенденції генезису держави, бізнес-структур і суспільства в цілому.

В енергетиці також відбуваються докорінні зміни за рахунок впровадження ІТ-технологій, що обумовлено зростаючим попитом на енергію, необхідністю підвищення ефективності та надійності енергосистем. Окрім того, потрібно розумітися з тим, що для того, щоб світ здійснив справедливу, впорядковану та рівноправну енергетичну трансформацію, енергетична система майбутнього повинна виглядати зовсім інакше, ніж сьогодні – вона повинна бути фундаментально трансформована. До того ж, згідно з прогнозами близько 50 % загального попиту на енергію до 2050 року припадатиме саме на електричну енергію, що потребує цілеспрямованого та усвідомленого технологічного прогресу в контексті впровадження розподілених енергетичних систем та мікромереж [1, 2]. Це створює передумови для використання штучного інтелекту, який надає потужні інструменти для аналізу великих обсягів даних електроенергії, оптимізації складних процесів і прийняття обґрунтованих рішень у реальному часі.

Штучний інтелект, безумовно, змінює наше сприйняття та розуміння фізичного світу, що має трансформаційний вплив на те, як розвиваються наука та інженерія.

Однією з найбільш значущих задач в енергетиці є прогнозування навантаження, при цьому дієвим інструментом штучного інтелекту в даному випадку є нейромережі, які на основі накопичених даних та знань щодо споживання енергії можуть передбачати майбутні тренди з високою точністю. Сучасні методи машинного навчання, включно з нейромережами, надають можливість аналізувати великі обсяги даних і виявляти складні закономірності у споживанні енергії, тобто нейромережі можуть навчатися на основі даних про погоду, час доби, день тижня, сезон та враховувати інші фактори, які впливають на споживання енергії. Це дозволить енергетичним компаніям оптимізувати генерацію і розподіл енергії, а також зменшувати витрати, пов'язані

з перевиробництвом або нестачею енергії на онові прогнозування навантаження, що є критично важливим елементом в процесах керування енергосистемами. Точні прогнози попиту на електроенергію допоможуть досягти максимального рівня оптимізації, генерації, розподілу та закупівлі енергоресурсів, як в електроенергетиці, так і в теплоенергетиці.

Також важливою задачею є оптимізація функціонування енергетичних систем – електростанцій та електричних мереж, що передбачає використання відповідних алгоритмів для керування їх роботою, керування потоками потужності з метою мінімізації витрат на паливо і збільшення ефективності, зниження втрат і підвищення надійності. Окрім того, важливим аспектом є те, що нейромережі аналізують дані в реальному часі, що дає змогу оперативно реагувати на зміни в споживанні та генерації енергії, тобто здійснювати «розумний» розподіл навантаження між різними джерелами генерації, раціональне керування потоками енергії в мережі та запобігання перевантаженням.

Також нейромережі є найкращим засобом для аналізу даних про ризики та передбачення можливих аварій або збоїв в роботі обладнання, що сприяє ефективнішому керуванню ризиками і зниженню витрат на ліквідацію наслідків аварій.

Необхідно зазначити, що на шляху впровадження сучасних інструментів цифровізації в енергетичній галузі іноді постають і проблемні питання, зокрема, суттєвим бар'єром для штучного інтелекту в енергетиці є недовіра та упередженість працівників, що спричиняє інерційність впровадження нової технології, а також недосконалість діючих енергетичних систем, які не дозволяють без додаткових фінансових та часових витрат отримати бажаний технологічний ефект.

Слід зазначити, що в умовах сьогодення Україна опинилась в ситуації, коли внаслідок війни був зруйнований плановий процес поступової модернізації її енергетичних активів, проте подолання наслідків збройного вторгнення може стати чинником трансформації всього енергетичного сектора країни – відбудови

енергетичної інфраструктури одразу на новітній технологічній базі, яка вже буде пристосована для широко використання штучного інтелекту [1].

Розширене застосування нейромереж в енергетиці відкриває нові горизонти для підвищення ефективності, надійності та екологічності енергосистем нашої країни. Вдосконалення алгоритмів і збільшення доступних даних дозволяє говорити про ще більш значні прориви в енергетичній галузі з використанням технологій та можливостей штучного інтелекту, що змушує інженерів не тільки справлятися з поточними завданнями, а й готуватися до майбутніх викликів, пов'язаних з інтеграцією нових технологій і джерел енергії.

Література

1. *Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К. : НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>.*
2. *Smart Grid Technologies / J. Wang, A.Q. Huang, W. Sung et al. // IEEE Industrial Electronics Magazine. 2009. Vol. 3, no. 2. P. 16-23. DOI: 10.1109/MIE.2009.932583.*

Аналіз стратегій автоматичного масштабування ресурсів у Kubernetes

Аносов О. В., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Відомо кілька ефективних способів спільного використання ресурсів, що забезпечують розподіл потужностей фізичних серверів. До найбільш поширених форм належать гіпервізорна та контейнерна віртуалізації.

Функція автомасштабування у Kubernetes, зокрема Horizontal Pod Autoscaler (HPA), базується на реактивному підході, використовуючи історичні та поточні показники CPU та пам'яті. Однак цей метод має недоліки, оскільки не може швидко реагувати на раптові зміни у навантаженні, що може призвести до втрати запитів та перевантаження. Відповідно, вчені розглядають можливості застосування проактивного масштабування, заснованого на прогнозуванні часових рядів, зокрема з використанням моделей глибокого навчання, таких як LSTM, які виділяються своєю точністю і швидкістю прогнозування.

Дослідження фокусується на використанні системи оркестрації Kubernetes - платформи автоматичного розгортання, масштабування та управління застосунками у контейнерах, яка відіграє ключову роль у сучасних віртуалізованих обчислювальних середовищах. Увага приділяється дослідженню стратегій досягнення фінансової ефективності таких систем за допомогою практик FinOps, а саме оптимального прогнозування навантаження та налаштування схеми автомасштабування.

Згідно з результатами досліджень, розглянуто два основні підходи до передбачення навантаження [1, 2]:

- глибокі нейронні мережі (LSTM, BiLSTM, GRU), які демонструють високу точність передбачення навантаження у реальному часі та ефективні для попереджувального (predictive) масштабування;
- глибоке підкріплене навчання (DRL), яке дозволяє приймати оптимальні рішення про масштабування на основі комплексного аналізу метрик продуктивності контейнерів.

Етапи симуляції:

1. Передобробка даних: Проведення очищення, нормалізації та агрегації телеметричних даних. Всі записи були приведені до однакового часового інтервалу (наприклад, щохвилинні дані).
2. Тренування моделей передбачення: Використання історичних даних для навчання моделей (LSTM, GRU, DRL). Для кожного типу моделі було використано окремий набір навчальних даних, перевірено точність прогнозування на тестовому наборі.
3. Реалізація стратегій масштабування: Віртуальне застосування кожної стратегії (реактивної, передбачувальної, змішаної) на базі отриманих прогнозів.
4. Моделювання навантаження: Створення симуляції, яка імітує реальні сценарії навантаження, враховуючи пікові та непікові години роботи додатків.
5. Оцінка результатів: Підрахунок фінансових витрат за допомогою моделі OpenCost та аналіз кількості інцидентів, пов'язаних із недостатністю ресурсів [3].

Надійність системи оцінюється за кількістю випадків недостатнього масштабування, які призводять до проблем з продуктивністю.

Література

1. *Toward Optimal Load Prediction and Customizable Autoscaling Scheme for Kubernetes*", Mondal S.K., Wu X., et al., *Mathematics* 2023, 11, 2675.
2. *Intelligent autoscaling in Kubernetes: the impact of container performance indicators in model-free DRL methods*", Pratulon T., *Master's Thesis*, 2023.
3. <https://www.opencost.io/docs/specification>.

Технологія Smart Grid як запорука відновлення енергетичного потенціалу України

Медеяєв Д. О., Задорожня І. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах сьогодення на фоні зростання населення планети і поліпшення якості життя людей, попит на енергетичні ресурси безперервно збільшується, що означає стрімке зростання енергоспоживання. Саме тому, сьогодні, країни виявляють підвищений інтерес до пошуку і видобутку природних енергетичних ресурсів. При цьому велике значення в електроенергетиці відіграють альтернативні та поновлювані джерела енергії, які покращують екологічну обстановку і дають змогу окремим активним електроспоживачам мати власні джерела генерації енергії. Поряд з цим, взаємозв'язки між джерелами генерації та електроспоживачами стають більш складними за рахунок нових вимог до балансування режимів, що пояснюється деякою непередбачуваністю генерації енергії альтернативними джерелами, а також необхідністю підключення додаткових об'єктів у вигляді накопичувачів енергії.

Таким чином тенденції Четвертої промислової революції охоплюють і енергетичний сектор світу, а саме сприяють підвищенню ролі інформаційних і комп'ютерних технологій для створення людино-машинних систем підтримки прийняття рішень. Ці системи, своєю чергою, мають використовувати ті чи інші методи штучного інтелекту, які дають змогу виконати інтелектуалізацію

режимних і виробничих процесів в електроенергетиці. Найбільший інтерес становлять нові методи штучного інтелекту та інформаційних технологій, засновані на теорії нечітких множин, нечіткій логіці, генетичних алгоритмах і методах ройового інтелекту, які дозволяють оптимізувати електричні режими та мінімізувати матеріально-фінансові витрати, що суттєво підвищує енергоноєфективність, як окремих пристроїв, так і системи в цілому.

Останнє десятиліття в енергетиці триває активне впровадження «розумних мереж». Smart grids («Розумна мережа») – це електрична мережа, яка використовує цифрові та інші передові технології для моніторингу та керування транспортуванням електроенергії з усіх джерел виробництва для задоволення потреб споживачів електроенергії [1-3].

«Розумні мережі» є дієвим інструментом, що дозволяє раціонально керувати потребами та враховувати можливості всіх виробників, операторів мереж, кінцевих користувачів та зацікавлених сторін ринку електроенергії для ефективної співпраці з усіма частинами системи з метою мінімізації витрат і впливів на навколишнє середовище, що стає запорукою забезпечення надійності, стійкості та стабільності системи [4].

Для звичайного споживача «розумна» мережа забезпечить надійне і вигідне постачання енергії, а ринок збуту стане більш прозорим і «вільним», оскільки збільшить кількість постачальників електроенергії з різними умовами співпраці. Система з активно-адаптивною мережею дозволить в автоматичному режимі виявити обриви мережі та змінити режим її роботи, запобігаючи виникненню серйозних аварій. Подібна енергосистема дозволить інтегрувати будь-які джерела електроенергії, зокрема й пульсуючі.

Загалом, широка реалізація Smart Grid ставить на меті створити комфортні умови користувачам електроенергії: споживач зможе самостійно взаємодіяти з енергосистемою, з'явиться можливість вибору тарифу, планування власного енергоспоживання за рахунок багатотарифних лічильників, додатково при виконанні відповідних умов споживач матиме можливість продавати енергію, що вироблятиметься його власним обладнанням (сонячна батарея, вітряк). І хоча

переваги Smart Grid беззаперечні (наявність автоматизованих систем моніторингу та керування, цифрові засоби зв'язку, пристрої обліку та керування споживанням енергії, інноваційні рішення зі зберігання енергії та спільного використання відновлюваних джерел енергії) та спрямовані, перш за все, на докорінну трансформацію традиційних підходів в енергетиці для забезпечення в найближчій перспективі конкурентоспроможного рівня енергетичної інфраструктури, необхідно акцентувати увагу на тому, що побудова інтелектуальних мереж – складне завдання, яке вимагає визначення фактичних цілей, основних вимог до системи та розуміння наявності потенційних можливостей їх реалізації. У сукупності все це призводить до необхідності розробки основних концепцій системи та створення архітектури мережі, і свідчить про потребу розробки детальної стратегії побудови інтелектуальних електромереж, включно з тією їхньою частиною, яка належить до системи електропостачання.

В більшості випадків енергетичні системи функціонують за ієрархічним принципом – генеруючі потужності, магістральні, розподільчі, міські мережі. Сучасні електричні мережі переважно складаються з радіальних ліній електропередачі з одностороннім потоком енергії, в окремих випадках зустрічається перетікання електроенергії на зустрічних напрямках, а для споживачів підвищеної надійності електричні мережі можуть функціонувати за кільцевим принципом, проте технології Smart Grid потребує збільшення ступеня локалізації енергетичних систем на основі інтелектуалізації процесів, тобто відмову від ієрархічної структури. І в українських реаліях сьогодення ця стратегія вже реалізується. Оператори системи розподілу ДТЕК «Мережі» почали впроваджувати елементи «розумних» мереж і в 2023 році представили 10-річний план розвитку в проєкті «Мережі майбутнього», який розроблявся спільно з європейською асоціацією операторів системи розподілу E.DSO [5]. Запровадження подібних систем не є швидким процесом та вимагає відповідних зусиль, як технічних, так і економічних, але це єдиний шлях до повноцінного відновлення енергосистеми України.

Література

1. Zhu, L., Jiang, F., Luo, M., Li, Quanrun. An efficient identity-based signature protocol over lattices for the smart grid. // *High-Confidence Computing*. - 2023. - V. 3 - P. 100147 (8).
2. Zafar, M.H., Bukhari, S.M.S., Houran, M.A., Moosavi, S.K.R., Mansoor, M., Al-Tawalbeh, N., Sanfilippo, F. Step towards secure and reliable smart grids in Industry 5.0: A federated learning assisted hybrid deep learning model for electricity theft detection using smart meters. // *Energy Reports*. - 2023. - V. 10. - P. 3001-3019.
3. Smart Grid Technologies / J. Wang, A.Q. Huang, W. Sung et al. // *IEEE Industrial Electronics Magazine*. 2009. Vol. 3, no. 2. P. 16-23. DOI: 10.1109/MIE.2009.932583.
4. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К. : НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>.
5. Технології Smart Grid стануть основою відновлення енергосистеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://grids.dtek.com/media-center/press/tekhnologii-smart-grid-stanut-osnovoyu-vidnovlennya-energositsemi--dtek-merez/>

Аналіз впливу змін цін криптовалют на ціни відеокарт Nvidia

Семіюшко Є. О., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Зі зростанням популярності криптовалют, таких як Bitcoin та Ethereum, спостерігається вплив на інші ринки, зокрема – ринок відеокарт. Відеокарти активно використовуються для майнінгу криптовалют, тому зміни в їх вартості можуть прямо чи опосередковано залежати від динаміки крипторинку.

Розробка інформаційної системи для аналізу впливу змін цін криптовалют на зміну цін відеокарт Nvidia Така система є необхідною, оскільки ринок відеокарт тісно пов'язаний із криптовалютним ринком – зростання попиту на майнінг спричиняє дефіцит і стрибки цін на обладнання. В умовах високої волатильності крипторинку важливо мати інструмент, що дозволяє оперативно відслідковувати кореляції та прогнозувати зміни. Це дає можливість приймати обґрунтовані рішення щодо закупівель, продажу чи виробництва обладнання. Розроблена система має автоматизувати процес збору, обробки, аналізу та візуалізації даних для отримання точніших прогнозів і зменшення ризиків.

Для виявлення впливу змін цін криптовалют на ціни відеокарт використовується кореляційний аналіз, який дозволяє оцінити ступінь зв'язку між цими ринками та виявити, чи існує статистично значущий взаємозв'язок між динамікою відповідних показників.

Розглянемо кореляційну модель:

Кореляція – це зв’язок двох змінних, цей зв’язок найбільше простіше представляти графічно [1]. Спершу потрібно встановити, чи існує функціональна залежність між фактором x і відкликом y , і якщо існує, то визначити формулу зв'язку. З вигляду графіку висувається припущення, чи є залежність між y та x . Проте важливо зрозуміти, чи є ця залежність лінійною або нелінійною. Для цього вводиться поняття коваріації двох змінних:

$$cov(x, y) = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y}), \quad (1)$$

де n – кількість елементів у виборці;

x_i – i -те значення змінної x ;

$\bar{x}$ – середнє арифметичне значення змінної x ;

y_i – i -те значення змінної y ;

$\bar{y}$ – середнє арифметичне значення змінної y ;

Для зручності роботи коваріацію ділять на добуток стандартних відхилень($\delta_x * \delta_y$) змінних x та y :

$$\delta_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

$$\delta_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2}, \quad (3)$$

де n – кількість елементів у виборці;

x_i – i -те значення змінної x ;

$\bar{x}$ – середнє арифметичне значення змінної x ;

y_i – i -те значення змінної y ;

$\bar{y}$ – середнє арифметичне значення змінної y .

Коефіцієнт кореляції двох змінних x та y обчислюється за формулою:

$$r_{xy} = \frac{cov(x, y)}{\delta_x * \delta_y}, \quad (4)$$

де, $cov(x, y)$ – коваріація змінних x та y ;

$\delta_x * \delta_y$ – добуток стандартних відхилень змінних x та y .

Коефіцієнт кореляції є показником щільності взаємозв'язку.

Властивості коефіцієнта кореляції:

- 1) Якщо $r_{xy} > 0$, то залежність між фактором x та y пряма, зростання показника x призводить до зростання y .
- 2) Якщо $r_{xy} < 0$, то залежність між факторами зворотня.
- 3) Якщо $r_{xy} \sim 1$, то залежність між x та y є майже лінійною
- 4) Якщо $r_{xy} \sim 0$, то залежності між двома змінними немає

Варто зазначити, що близька до нуля кореляція не означає повної відсутності взаємозв'язків між ознаками.

Було досліджено вибірку ціни Ethereum та відеокарти GTX 3060, що модель прогнозування має тенденцію до заниження результату. На графіку(рис. 1) спостерігається помірна позитивна кореляція між цінами Ethereum і відеокарти RTX 3060. Це свідчить про те, що зі зростанням ціни ЕТН в середньому зростає і ціна відеокарти. Така залежність може бути пов'язана з тим, що під час зростання крипторинку підвищується інтерес до майнінгу, що, своєю чергою, збільшує попит на відеокарти.

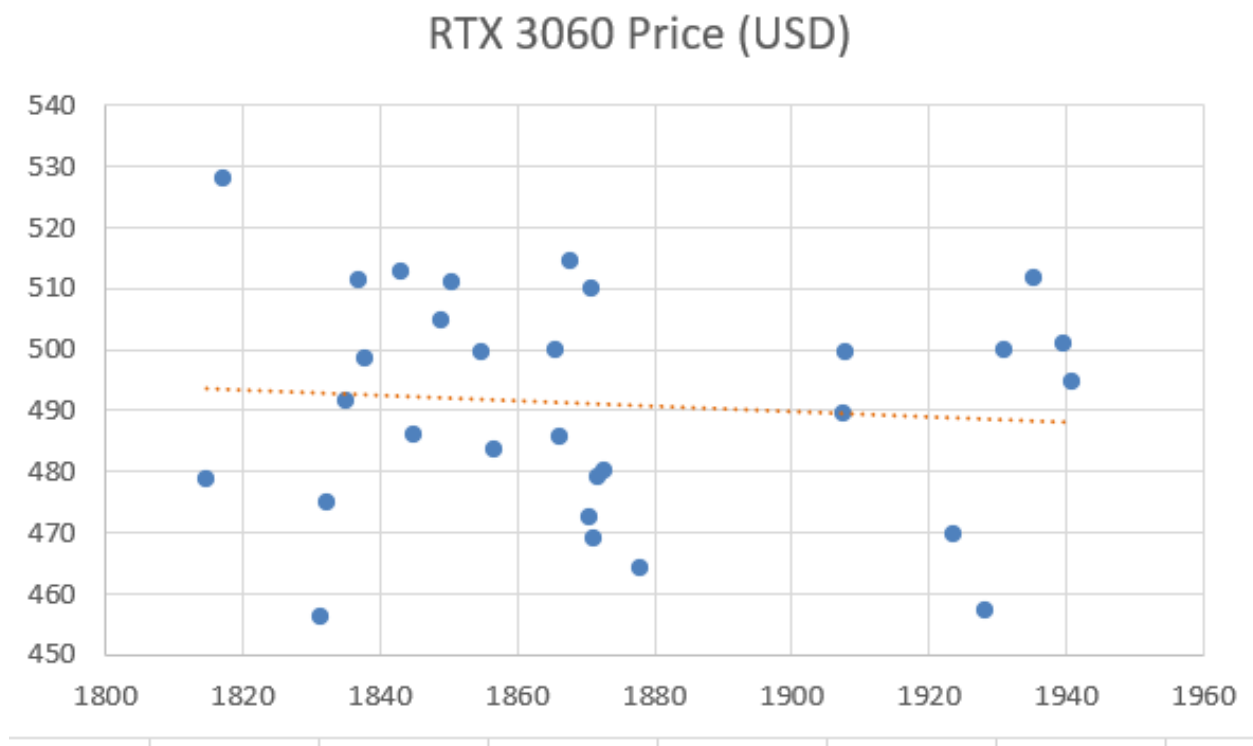


Рисунок 1 – Графік кореляції цін криптовалюти Ethereum та відеокарти GTX 3060

Проте наявність розкиду точок навколо трендової лінії вказує, що вплив не є абсолютним – на ціну відеокарт також впливають інші фактори.

Таким чином, Ethereum має значний, але не єдиний вплив на динаміку цін RTX 3060.

Література

1. Васильєва Л.В., Кльованик О.А. Регресійні моделі та аналіз часових рядів. Навчальний посібник. 2010. – 176 с. ISBN 9789663794532
2. Часові ряди Васильєва Л.В. URL <https://www.youtube.com/watch?v=rRTaset4f3s>
3. Васильєва Л.В., Гетьман І.А. Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проєктування». Краматорськ : ДДМА, 2016. 114 с.

Аспекти впровадження технологій штучного інтелекту в енергетичний сектор в контексті Четвертої промислової революції

Приймак М. С., Задорожня І. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Четверта промислова революція передбачає перехід на повністю автоматизоване цифрове виробництво, керування яким здійснюється інтелектуальними системами в режимі реального часу в постійній взаємодії із зовнішнім середовищем, що виходить за межі одного підприємства, з перспективою об'єднання в глобальну промислову мережу Речей і послуг. І це кардинально змінює підходи та стратегії в економічному контексті, де центральне місце посідають саме дані, обсяги яких постійно збільшуються. В розрізі виробництва з огляду на це підхід повинен бути комплексним, що передбачає масове поширення підключених до інтернету пристроїв і впровадження інформаційних технологій у промисловість, масштабну автоматизацію бізнес-процесів і «глибоке» впровадження цифрових технологій. Наслідком цього є генерація величезних масивів інформації, для аналізу якої необхідні ефективні інструменти, зокрема засновані на штучному інтелекті.

В 2025 році триває активний розвиток и посилення позицій штучного інтелекту і різних галузях, відбувається його інтеграція в повсякденне життя і бізнес-процеси. Безумовно це надає нові можливості для автоматизації, аналізу даних і поліпшення користувацького досвіду. Разом з тим це спричиняє нові виклики, зокрема в енергетичному секторі України.

Для останнього десятиліття характерним є впровадження в енергетику інноваційних технологій, механізмів управління та бізнес-моделей, створених з використанням технологій штучного інтелекту (Blockchain, Virtual Power Plant, Demand Side Management, Smart Grids, Distributed Energy Resources, Virtual power lines, Energy Storage) [1-3].

Технології штучного інтелекту, які використовуються для підвищення безпеки, надійності та ефективності в системах енергозабезпечення споживачів, на основі відповідного алгоритму автоматичного виявлення порушень режимів

її роботи дозволяють здійснювати обробку даних в режимі реального часу і виявляти випадки аварійної ситуації.

Прогнозування та оптимізація режимів роботи відновлювальних джерел енергії на основі технологій штучного інтелекту забезпечує підвищення ефективності роботи та надійності енергосистем.

Штучний інтелект дозволяє підвищити ефективність використання енергії споживачів, підприємств за рахунок детального вивчення потреб в обсягах енергії, врахування погодних умов, вибору періоду доби, коли тариф є мінімальним, коли є достатні умови для використання відновлювальних джерел енергії. Окрім того, використання штучного інтелекту та машинного навчання є актуальним в питанні виявлення крадіжок електроенергії – сприяють автоматичному відстеженню аномалій в поведінці постачальників і споживачів, що загалом дозволить енергетичним підприємствам захистити свої активи, зменшити витрати енергії та заощадити гроші.

Більшість інноваційних рішень в галузі енергетики запроваджується в США, країнах Європи, Азії, а останнім часом і Україна приділяє цьому питанню значну увагу. Впровадження технологій штучного інтелекту для підвищення ефективності керування технологічним процесом на ТЕС реалізує компанія ДТЕК Енерго, зокрема, в режимі реального часу відбувається аналіз сотні параметрів і розраховується оптимальний режим використання обладнання в конкретний момент часу на основі історичних та поточних даних, результатом чого є можливість економніше використовувати паливо – це дозволило досягнути економічного ефекту 480 млн грн [3].

Останнім часом в багатьох країнах енергетичний сектор активно трансформується і важливою складовою цього процесу є «розумні» мережі, що побудовані на основі концепції Smart Grid, яка характеризується наступними акцентами:

- гнучкість (адаптація до потреб споживачів електроенергії);
- доступність (відкритість для нових користувачів);
- надійність (безпека та якість електропостачання відповідно до вимог цифрового століття);

– рентабельність.

На додаток до розв'язання проблем зниження негативного впливу на навколишнє середовище, скорочення нестачі енергії за рахунок використання відновлюваних джерел енергії, підвищення якості та надійності енергосистеми, концепція Smart Grid є каталізатором економічного відновлення. Реалізація цієї концепції передбачає розвиток інноваційних технологій, розширення виробництва високоінтелектуальних продуктів, більш інтенсивне використання електричної енергії в транспортній інфраструктурі, розвиток нових ринкових відносин із залученням споживачів в енергетичний сектор як активних гравців ринку [4, 5].

Необхідно також звернути увагу на наступний важливий момент – разом з інтелектуалізацією енергетики постає проблеми киберзагроз функціонування енергетичної інфраструктури, як в контексті національної безпеки, так і з точки зору захисту персональних даних. Вже сьогодні в різних країнах світу, в тому числі і в Україні, створені правові рамки для «енергетичної» кібербезпеки, розроблені стандарти енергокібербезпеки та здійснюється контроль над їх дотриманням, але цей процес є багатоаспектним та потребує подальшої постійної роботи з боку різних учасників [6].

Література

1. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К. : НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>.
2. Міненерго зацікавлене у модернізації електроенергетики України на базі найсучасніших технологій / Міністерство енергетики України : офіц. сайт. 2021. 03 лют. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245511023
3. Штучний інтелект для ДТЕК Енерго / ДТЕК [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://dtek.com/media-center/news/iskusstvennyyintellekt-dlya-dtek-energo/>
4. Ilin I.V. et al. Big data processing in Russian transport industry // Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018: Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020. 2018. P. 1967–1971.
5. Технології Smart Grid стануть основою відновлення енергосистеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://grids.dtek.com/media-center/press/tehnologii-smart-grid-stanut-osnovoyu-vidnovlennya-energosissemi--dtek-merez/>
6. В Україні обговорили Концепцію кібербезпеки в енергетичній галузі. Укрінформ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3240383-v-ukraini-obgovorili-koncepciu-kiberbezpeki-v-energeticnij-galuzi.html>

Методи та моделі штучного інтелекту для автоматичного виявлення і супроводу об'єктів безпілотними літальними апаратами

Дудник О. В., Тарасов О. Ф.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій особливу увагу привертають системи штучного інтелекту, що забезпечують автономне функціонування безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Одним із ключових напрямів застосування ШІ у цій сфері є автоматичне виявлення та супровід об'єктів, що потребує високоточної обробки даних у режимі реального часу. Для досягнення цього використовуються різноманітні методи та моделі машинного навчання, глибинного навчання, а також алгоритми комп'ютерного зору. Їх інтеграція в системи управління БПЛА відкриває нові можливості для підвищення ефективності спостереження, моніторингу та виконання складних завдань у цивільних і військових сферах[1].

Було розглянуто задачу стеження за автомобілями в місті за допомогою БПЛА. Це складна задача, бо включає: виявлення автомобілів серед інших об'єктів, супровід одного чи кількох автомобілів у русі, обробку відео у реальному часі з камери БПЛА.

Для кожної підзадачі існує декілька інструментів. Для виявлення об'єктів можна використовувати YOLO - сучасну, легку та дуже швидку модель для виявлення об'єктів. Також є більш точна версія - YOLO-NAS[2].

Трекінг об'єктів реалізується за допомогою DeepSORT[3] - одного з найпопулярніших трекерів, який працює з YOLO. Існує і більш новітня технологія - ByteTrack. Вона дуже стійка до втрачених кадрів і шумів, добре підходить для реального міського середовища.

Інтеграція з БПЛА робиться за допомогою Jetson Nano або Xavier.

У роботі було створено симульоване середовище за допомогою симулятора Gazebo. Також було розроблено програмний продукт для тестування різних конфігурацій датчиків та нейромереж.

У ході дослідження було проведено тестування різних конфігурацій

нейронних мереж та датчиків у симульованому середовищі Gazebo. Отримані результати дозволили виявити найбільш ефективні параметри конфігурації для розпізнавання та трекінгу об'єктів.

Література

1. Wang Z. A Review of Autonomous Decision-making by UAVs. *International Journal of Mechanical and Electrical Engineering*. 2024. Vol. 4, no. 2. P. 38–44. URL: <https://doi.org/10.62051/ijmee.v4n2.06>(date of access: 12.04.2025).
2. Talib M., Al-Noori A. H. Y., Suad J. YOLOv8-CAB: Improved YOLOv8 for Real-time object detection. *Karbala International Journal of Modern Science*. 2024. Vol. 10, no. 1. URL: <https://doi.org/10.33640/2405-609x.3339>(date of access: 12.04.2025).
3. Wojke N., Bewley A., Paulus D. Simple online and realtime tracking with a deep association metric. 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Beijing, 17–20 September 2017. 2017. URL: <https://doi.org/10.1109/icip.2017.8296962>(date of access: 12.04.2025).

Розробка модулю віддаленого завантаження керуючої програми в пам'ять верстатної лінії з ЧПУ

Бугайов І. М., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

В даний час на різних промислових підприємствах, які ще займаються модернізацією виробничої бази з метою подальшої диджиталізації підприємства, нагальним питанням є інтеграції виробництва у загальну корпоративну систему управління бізнес процесами [1]. В таких випадках проблема підвищення продуктивності наявного верстатного парку з числовим програмним управлінням (ЧПУ) і спрощення робіт технологів-програмістів і верстатників є досить актуальною [2].

Це питання пов'язано з тим, що на таких підприємствах досі значна частина верстатів із ЧПУ завантажуються управляючою програмою (УП) вручну або навіть за допомогою застарілої перфострічки. Саме тому виникає питання про збереження УП і надійність їхнього завантаження в пам'ять верстата. Для

цього можливо розробити мікропроцесорний модуль для збереження і завантаження файлів з даними УП [3].

Як правило, розташування інженерних корпусів і механічних цехів, де розташоване верстатне обладнання, досить віддалено. Тому також актуалізується питання про створення або використання корпоративної обчислювальної мережі для швидкої доставки УП у пам'ять верстата з ЧПУ [1,4].

У такий спосіб для рішення даних питань пропонується модернізувати систему завантаження УП у пам'ять верстатної лінії з ЧПУ за допомогою сполучення трьох компонентів: локальної обчислювальної мережі, мікропроцесорного модуля і блоків зв'язку системи ЧПУ верстатів [5]. Це дозволить відмовитися від ручного введення, а іноді й введення за допомогою перфострічки, значно зменшити допоміжний час виготовлення деталей, спростити роботу технологів-програмістів і верстатників, підвищити надійність передачі УП у пам'ять верстатної лінії, збереження УП.

В результаті проведеного аналізу існуючої системи завантаження УП в систему ЧПУ ряду промислових підприємств регіону, був виявлений ряд недоліків. Використання застарілих систем ЧПУ й відповідно способів завантаження УП в пристрій управління збільшує в рази допоміжний час обробки деталей.

Відмова від ручного завантаження УП, де воно досі використовується, один з шляхів підвищення продуктивності і експлуатаційної надійності устаткування з ЧПУ. При цьому підвищується не тільки ефективність виробничого процесу, але і продуктивність праці технологів-програмістів при експериментальній наладці УП, зв'язаній з багатократним записом УП на технічний носій і її введенням на верстаті з ЧПУ. Також виключається необхідність технологу-програмісту брати участь в процесі доставки перфорованого носія УП до пристрою ЧПУ.

Пропонується розробка мікропроцесорного модулю (ММ) віддаленого завантаження УП в пристрій ЧПУ, що забезпечить підприємству певні вигоди на

етапі модернізації системи управління виробництвом без масштабних фінансових витрат. Ці вигоди можуть бути такими:

- виключення використання перфострічки у виробництві;
- підключення ММ до пристрою ЧПУ замість штатних пристроїв введення-виведення інформації з використанням існуючих роз'ємів без доопрацювання системи управління верстатом;
- відсутність будь-яких змін в діях верстатника дозволяє йому проводити ті ж самі операції, що і з перфострічкою (введення всієї УП або тільки її частини; проведення одноразового введення або здійснити циклічне введення, аналогічно введенню перфострічки, склеєної в кільце тощо);
- підвищення більш ніж в 10..20 разів швидкості введення УП у пристрій ЧПУ;
- швидкий пошук необхідних кадрів УП;
- зведення практично до нуля часу доставки УП до пристрою ЧПУ.

Але в процесі модернізації процесу завантаження УП у верстатну лінію, для отримання вище перелічених вигід, необхідно вирішити наступні завдання:

- провести розрахунок і обґрунтувати вибір інтерфейсних вузлів модулю видаленого завантаження УП;
- провести розрахунок і спроектувати джерела живлення для ММ видаленого завантаження УП;
- безпосередньо розробити ММ видаленого завантаження УП й підсистеми візуалізації для нього;
- розробити алгоритмічне і програмне забезпечення для ММ видаленого завантаження УП.

Таким чином, розробка та впровадження на етапі модернізації виробництва розробленого ММ значно скорочується допоміжний час обробки деталей, що зменшує її собівартість, спрощує роботу технологів-програмістів, а також інтегрує нижній рівень виробництва в корпоративну систему управління бізнес процесами підприємства.

Література

1. Суботін О.В., Новіков Д.С. Особливості створення комплексної інформаційної системи управління підприємством // *International scientific conference "MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education": conference proceedings* (November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2024. Vol. 1. Pp. 356 - 360. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-119>.
2. Молчанов Р.Г. Шляхи підвищення продуктивності верстатів / Р.Г. Молчанов, О.В. Суботін // *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції*, 18–20 квітня 2019р. Краматорськ : ДДМА, 2019. С.89-90. ISBN 978-966-379-891-2.
3. Новіков Д.С., Суботін О.В. Програмно-апаратний комплекс для інтелектуального управління електродвигуном // *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції (11-17 березня 2024 року)*. Черкаси, 2024. С. 34-236. (https://conference.ikto.net/pub/akit_2024_11-17march_1.pdf)
4. Суботін О.В. Інформаційні технології в металургійному виробництві / О.В. Суботін, А.А. Чернявський // *Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези сьомої міжнародної науково-технічної конференції*. Харків: НТУ "ХПІ", 2020. С.66. ISSN 2524-0293.
5. Суботін О.В., Степаньянц А.В. Комп'ютерна система керування краном КМЕЛ 450+100/20 // *Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 21 - 24 грудня 2020 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова*. Краматорськ: ДДМА, 2020. С.86. ISBN 978-966-379-959-9.

Людино-машинна командна робота: сучасний стан та напрямки розвитку

Плуталов Я. А., Нефедченко О. О., Сагайда П. І.
ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Згідно з проаналізованими літературними джерелами [1-3], ключовими концепціями та компонентами людської та artificial intelligence (AI) agentic взаємодії є ті, що стосуються швидкого розвитку штучного інтелекту (ШІ) та його інтеграції в людино-машинні команди. Джерела підкреслюють еволюцію ШІ-агентів від пасивних інструментів до активних співпрацівників у цих командах.

Основними поняттями та компонентами сучасного стану та напрямки розвитку предметної області є наступні.

ШІ-агенти розглядаються як сутності, що сприймають своє оточення та діють раціонально, але сучасні ШІ-агенти еволюціонували до автономних, ітеративних та інтелектуальних членів команди. Вони здатні навчатися, розмірковувати та адаптуватися у складних середовищах. Характеристики агентних ШІ-систем включають планування та виконання багатоетапних

процесів, самопояснення для ефективної комунікації, тривалу взаємодію з користувачами, рефлексію для покращення продуктивності та автономне функціонування як партнерів.

Людино-машинна командна робота (Human-AI Teaming) на даному етапі визначається як співпраця між людьми та інтелектуальними агентами для досягнення спільних цілей. Вона включає динамічну координацію дій для планування, полегшення, ітерації та оцінки. Теорія ситуаційної обізнаності команди (Team Situation Awareness - SA) використовується як теоретична основа для розуміння динаміки ефективної командної роботи в контексті людино-машинної взаємодії. Вона включає індивідуальну SA (сприйняття, розуміння, прогнозування) та спільну SA (ступінь, до якого члени команди мають однакове розуміння вимог SA).

Розширена модель командної ситуаційної обізнаності (Team SA), яку пропонують деякі автори [3-5], включає специфікацію ролей (чітке визначення завдань) та гнучкість ролей (адаптивність та взаємозамінність ролей) як важливі фактори для ефективної роботи команди. Ключові аспекти людино-машинної командної роботи при цьому полягають у наступному: формування команди, координація, підтримка та навчання.

За результатами аналізу літературних джерел було визначено, що існують на даний час дві основні дослідницькі прогалини в предметній області: складність узгодження ІІІ-агентів з людськими цінностями та цілями та недостатнє використання повних можливостей ІІІ як справжніх членів команди.

Висновок. В основі сучасного стану розвитку людської та AI agentic взаємодії, як науково-технічної дисципліни, лежать концепції, пов'язані з розробкою та інтеграцією інтелектуальних ІІІ-агентів у спільну роботу з людьми, з особливим акцентом на розумінні, покращенні та оптимізації цієї взаємодії з використанням теорії ситуаційної обізнаності (SA) команди. Майбутні напрямки досліджень полягають у зосередженні на розумінні людського навчання (проекування дій ІІІ-агентів), сприянні ефективній SA ІІІ (специфікація та навчання ІІІ), досягненні спільної SA через соціальну специфікацію

(формування та координація команди) та використання соціального навчання для підтримки, навчання та довгострокової еволюції команди.

Література

1. Panico C. *Value creation, value appropriation, and cooperation in team production.* // *Academy of Management Review.* – 2024. – 49(3). – P. 562–578.
2. Mayo A.T. et al. *Coordination in dynamic teams: Investigating a learning–productivity trade-off.* // *Organization Science.* – 2025. – 36(2). – P. 967–992.
3. Liu Y. et al. *Aligning cyber space with physical world: A comprehensive survey on embodied AI.* // *arXiv preprint.* – 2024. – URL: [arXiv:2407.06886](https://arxiv.org/abs/2407.06886).
4. Lanz L., Briker R., Gerpott F.H. *Employees adhere more to unethical instructions from human than ai supervisors: Complementing experimental evidence with machine learning.* // *Journal of Business Ethics.* – 2024. – 189(3). – P. 625–646.
5. Kumar P., Sharma M. *Data, machine learning, and human domain experts: none is better than their collaboration.* // *International Journal of Human–Computer Interaction.* – 2022. – 38(14). – P. 1307–1320.

РОЗДІЛ 4.

НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Роль адитивних технологій у формуванні напрямів смартспеціалізації регіонів з промисловим потенціалом

Міхєєнко Д. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних умовах трансформації промисловості в напрямі цифровізації та Індустрії 4.0, адитивні технології (3D-друк) відіграють ключову роль у модернізації виробництва. Здатність швидко створювати прототипи, виготовляти складні деталі без використання традиційних форм і зменшувати обсяги відходів робить ці технології привабливими для регіонів з промисловим потенціалом. У цьому контексті постає питання ефективної інтеграції адитивного виробництва в стратегії смартспеціалізації, що передбачає концентрацію ресурсів на унікальних компетенціях регіону.

Смартспеціалізація (Smart Specialization) — це стратегічний підхід до інноваційного розвитку регіонів, що передбачає виявлення та підтримку таких галузей, де регіон має конкурентні переваги [1]. Одним із важливих напрямів реалізації цього підходу є підтримка високотехнологічних виробництв, зокрема на базі адитивних технологій.

Адитивне виробництво — це метод створення фізичних об'єктів шляхом нашарування матеріалів згідно з цифровою моделлю [2]. Воно включає широкий спектр технологій, таких як FDM (Fused Deposition Modeling), SLA (Stereolithography), SLS (Selective Laser Sintering) та інші. Ці методи дозволяють виготовляти продукцію зі складною геометрією, індивідуалізовані деталі, що особливо актуально для аерокосмічної, медичної та машинобудівної галузей.

Регіони з розвиненою промисловою інфраструктурою та науково-освітнім середовищем мають потенціал для створення кластерів цифрового виробництва. Впровадження адитивних технологій у таких регіонах сприяє формуванню нових

ланцюгів створення вартості, розвитку малих і середніх інноваційних підприємств, а також модернізації існуючих виробничих процесів.

Для цього необхідна координація між ключовими учасниками інноваційної екосистеми: університетами, науково-дослідними інститутами, підприємствами, органами влади та інвесторами. Важливим аспектом є підготовка фахівців з відповідними компетенціями у сфері 3D-друку, розробка цифрових моделей, матеріалознавства та автоматизації виробництва.

У Європейському Союзі реалізовано низку успішних проєктів на основі адитивних технологій у рамках регіональних стратегій Smart Specialization (наприклад, ініціативи в Північній Італії, Баварії, Нижній Саксонії). В Україні перспективними для такого підходу є регіони з потужними машинобудівними або аерокосмічними кластерами (наприклад, Харківський або Дніпровський регіон).

Основними викликами залишаються: висока вартість обладнання, потреба у стандартизації технологічних процесів, питання безпеки, недостатня обізнаність малого бізнесу про переваги адитивних технологій, а також потреба у створенні інфраструктури підтримки інновацій.

Адитивні технології можуть стати ключовим елементом смартспеціалізації промислових регіонів, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності, технологічному оновленню та створенню нових робочих місць. Для цього необхідне формування ефективної інноваційної екосистеми, яка б забезпечувала інтеграцію науки, бізнесу та освіти навколо пріоритетів регіонального розвитку. Смартспеціалізація, заснована на впровадженні 3D-друку, має потенціал трансформувати традиційні галузі в інноваційні центри з високою доданою вартістю.

Література

1. Український інститут міжнародної політики – Смарт спеціалізація. Український інститут міжнародної політики – Головна. URL: <https://www.uiip.org.ua/uk/napiamy/smart-specializatsiia> (дата звернення: 12.04.2025)..
2. Адитивні технології – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології (дата звернення: 12.04.2025).

Концептуальні засади модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості

Турлакова С.С.

Інститут економіки промисловості НАН України

Розвиток технологій Четвертої промислової революції формують нову техніко-технологічну і соціально-економічну реальність. Формування та розвиток сучасної смарт-індустрії визначає темпи економічного зростання і виступає вирішальним чинником глобальної конкурентоспроможності національних економік. Однак, впровадження передових технологій на вітчизняних підприємствах, серед яких Інтернет Речей (IoT), штучний інтелект (AI), аналіз великих даних (Big Data), хмарні технології та інші, які прискорюють процеси виробництва, підвищуючи продуктивність, якість, ефективність та конкурентоспроможність виробництва у промисловості, знаходяться на початкових стадіях та потребують економічної підтримки зі сторони держави [1, 2]. Одночасне ускладнення сучасних реалій промислових підприємств на тлі військових подій в Україні актуалізує питання повоєнного відновлення усіх без винятку галузей вітчизняної промисловості та одночасно пошук дієвих механізмів підтримки впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку для обґрунтування вибору найбільш ефективних важелів стимулювання таких процесів. В аналітичному звіті United Nations Development Programme «Інноваційні інвестиції для відновлення економіки України» 2023 р. [3] підкреслено, що для «пожвавлення економіки та промислового сектору в Україні необхідні негайні дії у вигляді імпакт-інвестицій з використанням змішаного фінансування, що поєднує державний, донорський та приватний капітал, а також відповідні механізми страхування воєнно-політичних ризиків». Тому, питання модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості та державної підтримки відповідних процесів набувають особливої значимості та є надзвичайно актуальним завданням національного значення.

В [4] обґрунтовано, що система фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має поєднувати заходи монетарного (грошово-кредитного) та фіскального (податково-бюджетного) стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. Впровадження на державному дієвих механізмів такого фінансово-економічного стимулювання може забезпечити ефективну підтримку інноваційних технологій, що дозволить створювати та розвивати конкурентоспроможну смарт-промисловість в Україні.

Для забезпечення оптимальності вибору напрямів та видів такого стимулювання в [4] запропоновано концептуальні положення щодо моделювання фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості. Економіко-математичне моделювання системи фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості передбачає побудову відповідної моделі для дослідження економічних наслідків впровадження конкретних фіскальних чи монетарних стимулів для обґрунтування прийняття відповідних рішень на різних рівнях управління щодо стимулювання інновацій та їх впровадження (зокрема, може бути використана модель, представлена в [5]). Результати економіко-математичного моделювання відповідних процесів дозволять формувати обґрунтовані рекомендації щодо модернізації фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості у відповідності з вимогами Четвертої промислової революції та впровадження відповідних стимулів.

При цьому, модернізація фінансово-економічного механізму стимулювання розвитку національної смарт-промисловості на підґрунті економіко-математичного моделювання відповідних процесів, потребує виважених компромісів з урахуванням:

- світових трендів монетарної і фіскальної політик з урахуванням розвитку технологій реального сектору [6, 13, 15, 16];
- довгострокових факторів і тенденцій розвитку української промисловості [8-11, 13] в умовах сучасних викликів і трансформації

міжнародних економічних відносин;

- важливості розробки не ситуативних, а системних підходів, "вбудованих" у довгостроковий контекст державної стратегії промислового розвитку [16, 17];

- національних особливостей і сучасних обставин розвитку грошово-кредитних і податково-бюджетних відносин [6, 7, 12, 14, 16, 17].

При цьому вибір складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості має ґрунтуватись на дослідженні інструментарію моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості, зокрема економіко-математичних моделей, що застосовуються для фіскального та монетарного стимулювання [10, 13]. Окрім того, важливим є дослідження наявності статистичного зв'язку між окремими заходами стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку та основними результуючими показниками економіки промисловості (ВВП, додана вартість, тощо), що є важливим для подальшого моделювання та формування відповідних рекомендацій.

Таким чином, модернізація фінансово-економічного механізму стимулювання розвитку національної смарт-промисловості із використанням відповідного наукового підґрунтя дозволить ефективного використовувати інструменти фінансово-економічного стимулювання в Україні відповідно до закономірностей розвитку світової промисловості для врахування у сучасній промисловій, монетарній і фіскальній політиці держави. Перспективним напрямом дослідження є обґрунтування рекомендації щодо модернізації відповідної системи згідно з сучасними викликами і тенденціями економічного розвитку відповідно вимогами Четвертої промислової революції.

Література

1. *Смарт-промисловість: напрями становлення, проблеми і рішення: монографія / В.П. Вишневський, О.В. Вієцька, О.А. Вієцький, О.А. Воргач, О.М. Гаркушенко, А.Ф. Дасів, М.Ю. Заніздра, Л.О. Збаразська, С.І. Князєв, С.І. Кравченко, Д.В. Липницький, А.А. Мадих, Ю.О. Мазур, В.А. Нікіфорова, О.О. Охтень, О.В. Соколовська, С.С. Турлакова, В.Д. Чекіна, Г.З. Шевцова, Т.В. Щетілова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 464 с.*

2. Reznikov R., Turlakova S. The driver of industry 4.0 development: the key role of IT-service companies. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. №330(3). P. 26-35. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-330-4>
3. United Nations Development Programme (2023). Інноваційні інвестиції для відновлення економіки України. <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/innovatsiyni-investytsiyni-dlya-vidnovlennya-ekonomiky-ukrayiny>
4. Турлакова С.С. Концептуальні положення щодо формування комплексу моделей фінансово-економічного стимулювання розвитку національної смарт-промисловості. Системний аналіз та менеджмент соціально-економічних систем в умовах нестабільності та цифрової трансформації: моделі та методи / За ред. В. Пономаренка, Т. Шабельник, Д. Жерліцина. Софія, УНСС, Харків, ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2025. С. 87-106.
5. Охтен О. О. Моделювання впливу інвестицій у смарт-технології на розвиток переробної промисловості на прикладі Німеччини. *Економіка промисловості*. 2025. № 1 (109). С. 38–49. <http://doi.org/10.15407/econindustry.2025.01.038>
6. International Monetary Fund (2024). *Global Financial Stability Report*. Washington, DC, October.
7. OECD (2020). *The effects of R&D tax incentives and their role in the innovation policy mix: Findings from the OECD microBeRD project, 2016-19*. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 92, Paris: OECD Publishing, 96 pp. DOI: 10.1787/65234003-en
8. OECD (2024), *OECD Economic Outlook, Volume 2024 Issue 2*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/d8814e8b-en>.
9. OECD (2024), “*Digital public infrastructure for digital governments*”, OECD Public Governance Policy Papers, No. 68, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ff525dc8-en>.
10. Турлакова С.С., Шуміло Я.М., Логвиненко Б.І. Особливості моделювання складових системи фінансово-економічного стимулювання впровадження передових технологій смарт-промислового розвитку. *Економіка промисловості*. 2023. № 2(12). С. 24-46. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.02.024>. URL: <http://ojs.econindustry.org/index.php/ep/article/view/273/330>
11. Індустріальне майбутнє України: передбачення методами математичного моделювання / В.П. Вишневський, А.Ф. Дасів, О.О. Охтен, С.С. Турлакова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2022. 170 с.
12. Okhten, O. O., & Dasiv, A. F. (2023). The potential of using simulation systems in the development of state measures for the financial and economic stimulation of the development of smart industry. *Econ. promisl.*, 4 (104), pp. 65-85. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.065>
13. Турлакова С. С., Резніков Р. Б., Балабанов С. В. Економіко-математичне моделювання фіскального стимулювання розвитку смарт-промисловості. *Вісник економічної науки України*. 2023. № 2 (45). С. 49-62. URL: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2\(45\).49-62](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.2(45).49-62).
14. Крайник О. П. (2021). Фінансове стимулювання розвитку територіальної громади. *Ефективність державного управління*, (62). <https://doi.org/10.33990/2070-4011.62.2020.205832>
15. Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал: монографія / В.П. Вишневський, О.М. Гаркушенко, С.І. Князев, Д.В. Липницький, В.Д. Чекіна; за ред. В.П. Вишневського та С.І. Князева; НАН України, Інститут економіки промисловості. Київ: Академперіодика, 2020. 188 с.
16. Збаразська Л. О. (2023). Сучасні парадигми та мегатренди промислового розвитку. *Економіка промисловості*. № 1 (101). С. 5-30. <http://doi.org/10.15407/econindustry.2023.01.005>
17. Залознова Ю. С., Чекіна В. Д. (2023). Теоретичні засади фінансово-економічного стимулювання розвитку смарт-промисловості. *Економіка промисловості*. 4 (104). С. 47-64. <http://doi.org/10.15407/econindustry2023.04.047>

Methodology for Developing and Implementing Digital Strategies for Enterprise Development Under Global Crises

Reznikov R.

Institute of Industrial Economics of National academy of sciences of Ukraine

Global crises such as the COVID-19 pandemic have underscored the urgency for enterprises to rapidly adapt their digital strategies. Organizations can no longer afford multi-year digital roadmaps; instead, they must scale digital initiatives in a matter of weeks [1]. In one European survey, ~70% of executives reported that the pandemic would accelerate their digital transformation efforts. Many companies found that digital capabilities became critical to resilience during the, enabling them to maintain operations and even meet surging online demand. These experiences highlight the need for a clear methodology to develop and implement robust digital strategies under crisis conditions, drawing on best practices from leading frameworks and a continuous improvement approach.

Analysis of Existing Frameworks (McKinsey, Deloitte, Accenture). Leading consulting firms have proposed frameworks to guide enterprises through digital transformation amid crises. McKinsey emphasizes a phased response, urging bold action and agility. McKinsey outlined five stages for navigating a crisis to the “next normal”: Resolve, Resilience, Return, Reimagination, and Reform [2]. This 5R framework suggests that companies must first resolve immediate issues and ensure resilience of core operations, then plan for return to stability, while reimagining business models for a post-crisis world and reforming for long-term improvements. McKinsey’s research also stresses committing to digital initiatives at scale, as companies making bold, large-scale digital investments tend to create more value [2].

Deloitte’s framework similarly highlights staged recovery. Deloitte advises leaders to act across three phases: Respond, Recover, and Thrive, where after the initial response to ensure business continuity, organizations learn and emerge stronger in recovery, and finally “thrive” by shaping strategies for the next normal [3]. Deloitte’s 2021 survey data further shows that digitally mature companies are far more resilient and able to navigate rapid change, with such firms significantly outperforming less

mature peers [4]. This underscores that a strategic, enterprise-wide digital focus builds adaptability and competitive advantage in turbulence.

Accenture places emphasis on enterprise resilience and preparedness. Accenture's approach to business continuity under crisis is to be "prepared for anything" by having the right plans, processes, and people already in place [5]. They stress proactive investment in technology and a flexible digital workforce so that when disruption strikes, the organization can respond swiftly and continue serving customers. In practice, Accenture embeds resilience across the organization, integrating emergency response processes and frequent scenario exercises to ensure agility. A key lesson from Accenture's framework is that resilience is not just a one-time reaction but an embedded capability: being adaptive and ready before, during, and after a crisis. These outcomes correlates with research [6].

The Digital Arc Framework. Building on these insights, we propose an "Digital Arc" framework as a methodology for developing and implementing digital strategy under global crises. This framework is cyclical, encompassing iterative phases that all start with R: Respond, Recover, Reimagine, and Reinforce. In the Respond phase, an enterprise activates its crisis response plan, leveraging digital tools to keep employees safe and operations running (for example, shifting to remote work and digital channels). Once immediate stability is achieved, the organization Recovers by restoring and optimizing core business functions – often accelerating digital solutions that were improvised during the crisis and making them more scalable and secure [3]. Next, the enterprise Reimagines its strategy and offerings for the new market reality, innovating with digital-first business models and customer experiences suited to the "next normal" [3, 4]. Finally, the Reinforce phase focuses on embedding long-term resilience: the enterprise institutionalizes lessons learned, fortifies its digital infrastructure, and updates governance to support continuous adaptability. This includes building sustainable plans, strong leadership alignment, and integrated processes that will underpin resilience in future cycles [3]. The Digital Arc is iterative – after reinforcing capabilities, organizations remain in a state of readiness, so that when the next disruption occurs, they can respond even more effectively.

By continuously cycling through Respond–Recover–Reimagine–Reinforce, enterprises create a loop of ongoing digital evolution and crisis preparedness. This methodology ensures that digital strategy is not static; it evolves through each crisis, driving enterprise development even amid uncertainty.

In conclusion, a formalized methodology for digital strategy under global crises is indispensable for enterprise resilience and development. The analysis of McKinsey, Deloitte, and Accenture frameworks shows consensus on the need for rapid response, adaptive recovery, and forward-looking reinvention as key elements. The proposed Digital Arc framework synthesizes these principles into a continuous process, helping organizations not only survive disruptive events but emerge stronger and more digitally mature. Enterprises that institutionalize such agile digital strategy practices tend to outperform their peers, as digitally driven resilience translates into sustained competitive advantage. Ultimately, global crises, while threatening, also serve as a catalyst for innovation – companies that proactively develop robust digital strategies can navigate turmoil effectively and position themselves for long-term growth in the post-crisis world.

References

1. Blackburn S., LaBerge L., O'Toole C., Schneider J. *Digital strategy in a time of crisis* [Online]. McKinsey & Company, 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/digital-strategy-in-a-time-of-crisis> (date of access: 26.04.2025).
2. Sneader K., Singhal S. *Beyond coronavirus: The path to the next normal* [Online]. McKinsey & Company, 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/beyond-coronavirus-the-path-to-the-next-normal> (date of access: 26.04.2025).
3. Lillie M. *COVID-19: Shaping the future through digital business* [Online]. Deloitte, 2020. URL: <https://www.deloitte.com/na/en/issues/resilience/shaping-the-future-through-digital-business.html> (date of access: 26.04.2025).
4. Gurumurthy R., Nanda R., Schatsky D. *Putting digital at the heart of strategy* [Online]. Deloitte Insights, 2021. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/digital-transformation/digital-acceleration-in-a-changing-world.html> (date of access: 26.04.2025).
5. Accenture. *Being prepared, ready and resilient (case study)* [Online]. Accenture, n.d. URL: <https://www.accenture.com/us-en/case-studies/about/business-resilience> (date of access: 26.04.2025).
6. Turlakova S., Reznikov R. *Importance of Machine Learning and Data Science in Modern Business* [Online]. SSRN, 2023. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4864356 (date of access: 04.05.2025).

РОЗДІЛ 5.

ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО)

Моделювання процесів системи пуску аварійного дизель-генератора суднової електроенергетичної системи засобами UML

Ушкаренко О. О.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Суднові електроенергетичні системи (СЕЕС) є складними технічними об'єктами, які забезпечують електропостачання життєво важливих систем судна у штатному та аварійному режимах [1]. Одним із критично важливих елементів таких систем є автоматизована система пуску аварійного дизель-генератора, що забезпечує живлення споживачів у разі повної втрати основного енергоживлення [2]. Ефективне проектування та аналіз процесів функціонування СЕЕС потребує сучасних засобів моделювання, які дозволяють описати складні алгоритми та взаємодію між компонентами системи [3]. Для цього перспективним є застосування уніфікованої мови моделювання UML [4], яка широко використовується для опису поведінки технічних систем, зокрема автоматизованих систем керування [5, 6]. Створення UML-моделей процесів пуску аварійного дизель-генератора сприяє підвищенню наочності, формалізації та стандартизації підходів до розробки систем керування у судновій енергетиці.

Основу динамічної моделі СЕЕС складають події-прецеденти, серед яких: автоматична синхронізація генераторів, розподіл активного навантаження, розвантаження генераторів і підключення резервних, запуск потужних споживачів, екстрений пуск дизель-генераторів (ДГА), вихід судна зі знеструмленого стану, контроль параметрів ДГА, діагностика електромережі, звукова та світлова сигналізація.

На рис. 1 показано діаграму взаємодії при екстреному запуску аварійного резервного ДГА, що забезпечує електропостачання судна в аварійних умовах.

Команда на запуск подається, якщо напруга на шинах головного розподільного щита (ГРЩ) відсутня або при включенні потужного споживача, що спричиняє дефіцит потужності. Сигнал пуску блокує затримку й попереднє прокачування масла, скорочуючи час запуску.

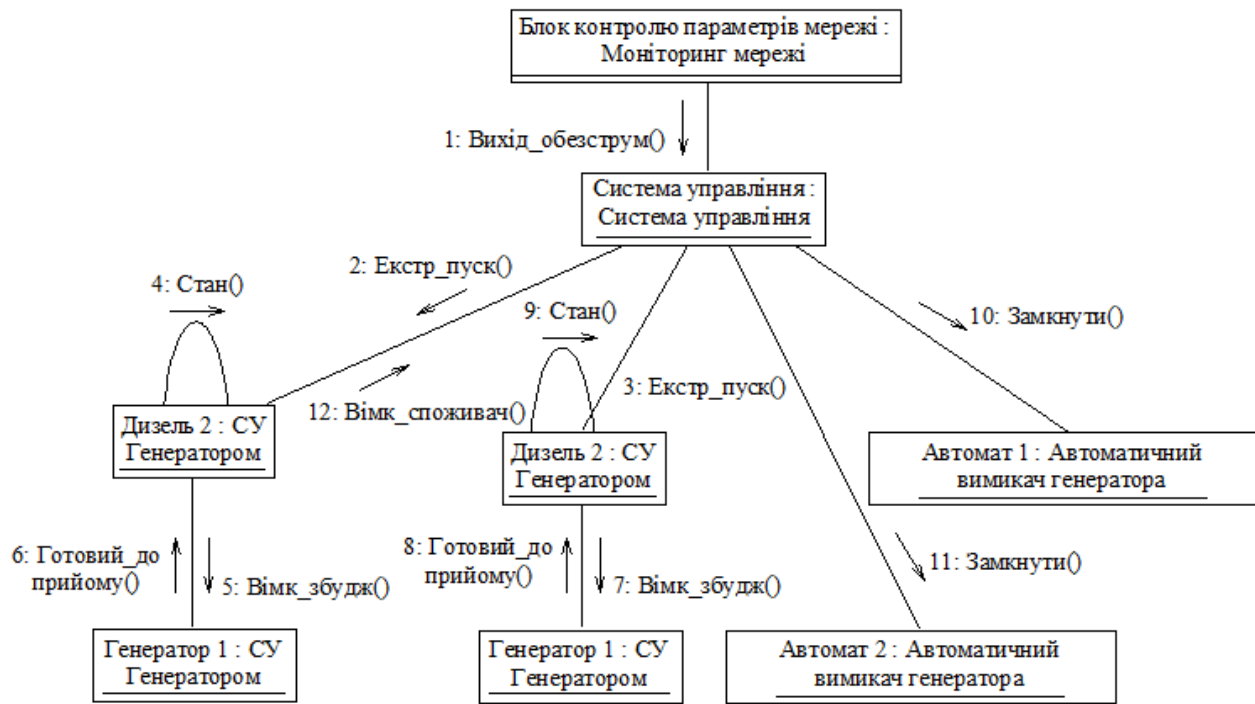


Рисунок 1 – Діаграма взаємодії при екстреному пуску ДГА

Система керування СЕЕС виявляє знеструмлення за відсутністю напруги на шинах ГРЩ або вимкненням усіх генераторів. За це відповідає блок контролю параметрів мережі. У разі виникнення аварійної ситуації автоматично запускаються щонайменше два резервні ДГА. Той, що першим досягає номінальної частоти, отримує команду на підключення до шин. Якщо він не спрацює, керування переходить до наступного. Одночасний пуск кількох агрегатів підвищує надійність запуску та стабільність енергопостачання після знеструмлення.

Сигнал на увімкнення автоматичного вимикача резервного дизель-генераторного агрегату формується за умови виконання кількох критеріїв: відсутність блокувань (немає аварій, частота перевищує мінімально допустиме значення), а також відсутність команд на увімкнення автоматичних вимикачів

інших генераторів. У такому випадку до мережі може бути підключений лише той резервний ДГА, який першим досягне заданої частоти обертання. Сигнал на увімкнення автоматичного вимикача подається протягом обмеженого часу; якщо за цей період підключення не відбулося, воно блокується. За умови відсутності напруги на шинах ГРЩ, можливість підключення передається наступному ДГА, що вже запущений.

Коли навантаження на працюючий ДГА досягає близько 80 % його номінальної потужності, можливе підключення споживачів, потужність яких перевищує 20 % резерву потужності на шинах ГРЩ. Це може призвести до перевантаження діючого ДГА, його аварійного відключення і, як наслідок, знеструмлення судна. Надійне підключення таких потужних споживачів забезпечується автоматизованою системою керування СЕЕС. Система аналізує потужність запланованого навантаження і, якщо наявна генерація недостатня, блокує запуск споживача до моменту, коли резервний ДГА буде введений в експлуатацію і синхронізований із шинами ГРЩ. Завдяки попередній оцінці доступного генеруючого резерву стає можливим своєчасний запуск і синхронізація ДГА, що запобігає знеструмленню судна.

Висновки. У результаті проведеного дослідження було розроблено UML-модель процесів пуску аварійного дизель-генератора у складі суднової електроенергетичної системи. Запропонований підхід дозволяє формалізувати алгоритм роботи системи пуску, визначити склад підсистем та їх взаємодію, а також візуалізувати логіку керування процесами у штатних та аварійних ситуаціях. Розроблена модель може бути використана на етапах аналізу, проектування та випробувань систем управління електроенергетичними комплексами суден для підвищення їх надійності та безпеки експлуатації.

Література

1. Бондаренко В. М. *Автоматизовані системи управління: теорія та практика : навч. посіб.* – Київ : КНЕУ, 2015. – 312 с.
2. Зубченко І. В., Кравчук О. М. *Автоматизовані системи управління енергетичними процесами суден // Сучасні інформаційні системи в управлінні.* – 2019. – № 1. – С. 45–49.
3. Staron M., Kuzniarz L., Wallin C. *Modeling software systems using UML: The impact on code and design quality // Information and Software Technology.* – 2009. – Vol. 51, No. 3. – P. 516–534.

4. Рябенський В.М., Ушкаренко О.О., Аль-суод Махмуд М.С. *Моделювання електронних, електротехнічних та електроенергетичних систем : навч. посібник.* – Миколаїв : Іліон, 2024. – 424 с.

5. Яковлєв А. О., Яковлєва Т. О. *Моделювання технічних систем засобами UML // Системи управління, навігації та зв'язку.* – 2020. – № 2 (60). – С. 34–38.

6. Pender T. *UML Bible.* – Wiley Publishing, 2003. – 890 p.

Аналіз термонапруженого стану конструкцій методом скінченних елементів

Яйчук О. О., Поворотній В. В.

Український державний університет науки і технологій

Вивчення термонапружених станів та коливальних процесів у елементах машин і споруд є одним із пріоритетних напрямів прикладної механіки. Це пов'язано з тим, що реальні об'єкти зазнають дії складних комбінацій навантажень — статичних, динамічних, температурних [1]. В умовах інтенсивної експлуатації конструкційних елементів з високими тепловими градієнтами та вібраційними впливами особливого значення набуває застосування сучасних чисельних методів аналізу.

Одним із найефективніших підходів до розв'язання таких задач є метод скінченних елементів (МСЕ). Його універсальність дозволяє досліджувати поведінку тіл довільної геометрії з урахуванням різноманітності матеріалу, складних граничних умов та нелінійностей. На відміну від класичних аналітичних або напівемпіричних методів, МСЕ забезпечує можливість отримання точкових значень деформацій, напружень та температур у тривимірному просторі, що є критично важливим для оцінки залишкових ресурсів елементів конструкцій.

Одним із прикладних напрямів реалізації МСЕ стало чисельне моделювання термонапруженого стану тонкостінних металевих конструкцій, що працюють в умовах інтенсивного теплового навантаження. Зокрема, було досліджено поведінку чаш для транспортування рідкого шлаку, в яких

поєднуються високотемпературні впливи з механічними навантаженнями від маси розплаву [2, 3].

У процесі моделювання враховано як теплопровідність і теплове розширення матеріалу чаші, так і теплообмін з навколишнім середовищем [4]. З метою підвищення точності результатів, сітка скінченних елементів була локально уточнена в критичних зонах — біля опор, ребер жорсткості та поблизу дзеркала шлаку. Дослідження проводилися для різних марок сталей, що дозволило виявити вплив модуля пружності та температурної чутливості матеріалу на розподіл напружень.

Результати чисельного аналізу, зображені на рис.1 показали, що найбільші температурні напруження виникають у зонах перепаду температур поблизу дзеркала шлаку. Максимальні значення напружень наближаються до межі плинності матеріалу, що вказує на ризик утворення мікротріщин у процесі експлуатації. Також було встановлено, що при використанні сталей із вищим модулем пружності зростають і абсолютні значення температурних напружень, хоча і з підвищеним запасом міцності. Це свідчить про необхідність комплексного підбору матеріалу з урахуванням теплової чутливості, а не лише межі міцності.

Виявлені закономірності розподілу температур та напружень дають можливість адресного проектування таких елементів і дозволяють формувати рекомендації щодо конструктивних змін, які можуть знизити локальні концентрації напружень і підвищити довговічність виробу.

Метод скінченних елементів дозволяє досліджувати локальні концентрації напружень у складних вузлах конструкцій, що критично важливо при проектуванні відповідальних елементів обладнання.

Проведені розрахунки на прикладі реальних конструкцій показують, що правильне використання МСЕ дозволяє не лише з високою точністю оцінити роботу об'єкта у заданих умовах, а й виявити слабкі зони конструкції, спрогнозувати їхнє руйнування або вихід з ладу, а також розробити рекомендації щодо підвищення ресурсу й оптимізації технологічних режимів.

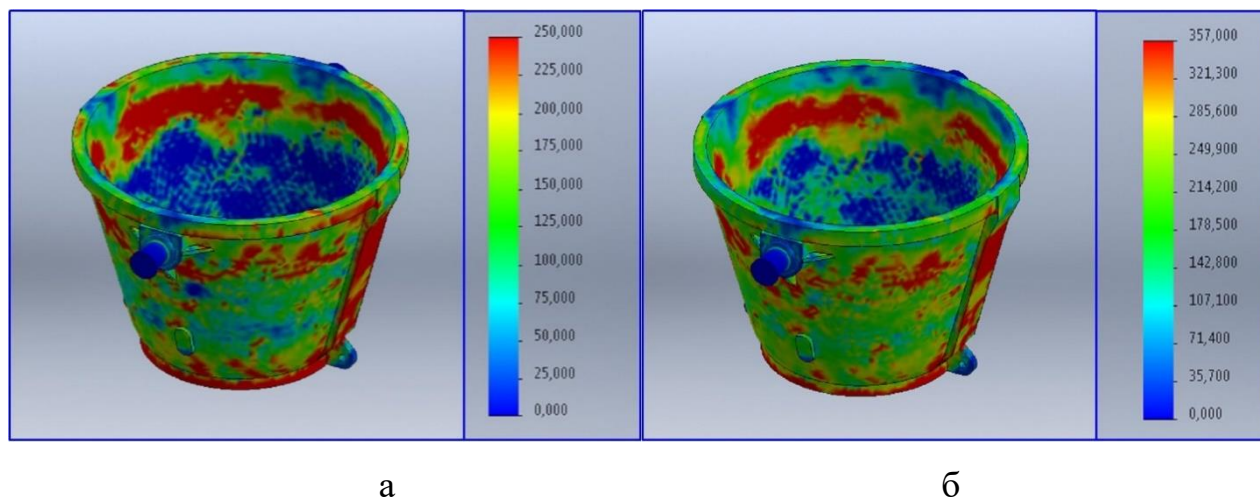


Рисунок 1 – Поля напружень (МПа), що виникають в шлакових чашах, із різних марок сталі за однакових умов експлуатації:

а – сталь 25Л, б – сталь 30 ХМЛ [5]

Таким чином, метод скінченних елементів є ключовим інструментом для інженерного аналізу складних механічних систем, що працюють у навантажених умовах. Його подальше впровадження у практику проектування дозволяє суттєво підвищити надійність і безпеку експлуатації конструкцій у різних галузях промисловості.

Література

1. Timoshenko S. *Strength of Materials, 3rd edition. Part 2. Advanced Theory and Problems.* — Melbourne (Florida): Krieger Publishing Company, 1976. — 588 p.
2. Рассохин Д.А. Исследование напряжений в стенке чаши шлаковоза / Д.А. Рассохин, В.В. Чигарев, А.В. Лоза, В.В. Шишкин // *Вісник приазовського державного технічного університету*, вип. 27, 2013, С. 172-176. https://journals.urau.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/31526
3. Neacșu, I.A., Scheichl, B., Rojacz, H., Vorlauffer, G., Varga, M., Schmid, H. and Heiss, J. (2016), Transient Thermal-Stress Analysis of Steel Slag Pots: Impact of the Solidifying-Slag Layer on Heat Transfer and Wear. *steel research int.*, 87: 720-732. <https://doi.org/10.1002/srin.201500203>
4. Приходько Э.В., Тогобицкая Д.Н., Хамхотько А.Ф., Степаненко Д.А. *Прогнозирование физико-химических свойств оксидных систем.* Днепропетровск: Пороги, 2013. — 344 с., ISBN 978-617-518-267-3.
5. Povortnii, V., Shcherbyna, I., Zdanevych, S., Diachenko, N., Kimstach, T., Solonenko, L., & Usenko, R. (2024). Determining the thermally-stressed state of motor-driven bowls for transporting liquid slag. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (127)), 99–106. LOCKSS. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299180>

Моделювання інформаційних потоків в системі аматизації проектування косозубих циліндричних зубчатих передач

Кравченко В. І., Міхєєнко Д. Ю., Добряк С. К., Стукалова Ю. А., Хахалєв Д. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Механічні косозубі циліндричні зубчаті передачі(КЦЗП), грають велику роль у машинобудуванні та виробництві самоходних машин, літаків безпілотних літальних апаратів і суден. Діло в тому, що навіть невелика модернізація коробок швидкостей цих машин з метою поліпшення їх експлуатаційних можливостей призводять до суттєвого економічного ефекту. Тому вдосконалення методів розрахунку КЦЗП та їх автоматизація є актуальним питанням.

Аналіз аналогів програмних продуктів (ПП) для автоматизації проектування КЦЗП - модуля "Belt" ПП «Adams» і ПП «KISSsoft» [1, 2] показує, що ці, складні, для розуміння інженерами програми, потребують проходження спеціалізованих навчальних курсів.

Окрім того ПП Adams та KISSsoft платні, а їх експлуатація і супровід потребує значних витрат, які не завжди доступні малим та приватним проектним підприємствам.

Метою цієї роботи є автоматизація проектування КЦЗП шляхом застосування недорогого ПП з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом.

Завдання роботи:

- вивчення і аналіз бізнес-процесу на робочому місці конструктора КЦЗП;
- розробка інформаційної моделі ПП.

В процесі виконання своїх службових обов'язків конструктор:

- отримує замовлення з вхідними даними передач;
- виявляє помилки, обумовлені людським фактором;
- розраховує згідно з формулами математичної моделі та ДСТУ проектувальні параметри передач;
- контролює параметри спроектованої передачі перевірочним розрахунком

і в разі невідповідності вимогам повторює цикл обчислень;

- друкує звіт і ескіз КЦЗП.

Таким чином бізнес-процес конструкторської діяльності складається з:

- вхідного контролю, вводу та перевірки вхідних даних;
- математичних розрахунків за методикою [3] і виводу отриманих результатів на екрані ПЕОМ, або (і) принтері;
- оцінки отриманих результатів і прийняття відповідних рішень.

Для моделювання бізнес-процесу застосуємо SADT методологію структурного аналізу і проектування, яка інтегрує процес моделювання, управління конфігурацією проекту, використання додаткових мовних засобів і керівництво проектом на своїй графічній мові [4].

Контекстна структурно-функціональна модель нульового (A_0) рівня ПП для автоматизації проектування КЦЗП представлена на рисунку 1.

Як видно з рис 1 на вхід (стрілки з ліва, від прямокутника) SADT-діаграми A_0 надходять:

- вхідні дані, в які входять параметри для розрахунку передачі, матеріал колеса і шестерні, коефіцієнти, міжосьові відстані, модулі, потужність приводу, передавальне число, частота обертання і т.п.,
- коригування значень по стандартному ряду.

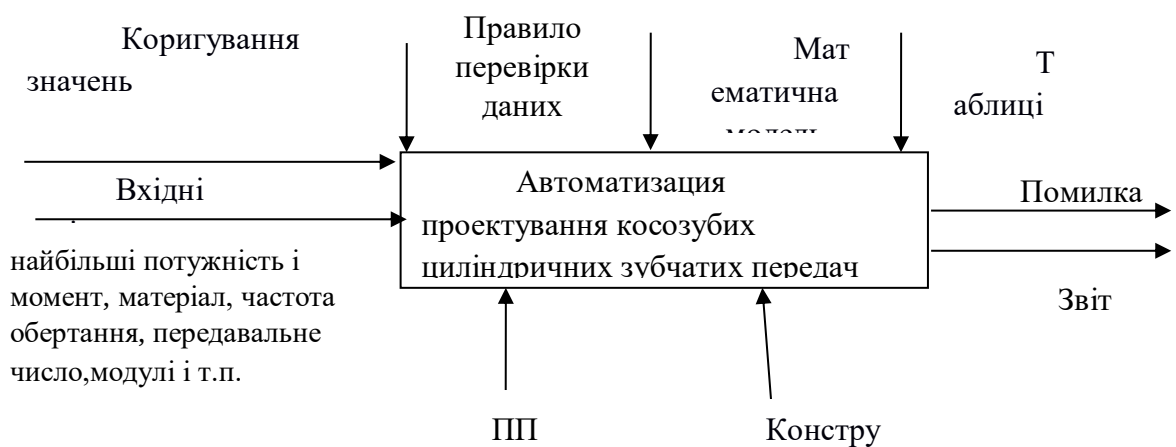


Рисунок 1 – SADT діаграма для бізнес-процесу
«Автоматизація проектування КЦЗП»

Обмеженнями (керування, зверху) є:

- перша керуюча дуга – правило перевірки даних. Воно дозволяє видалити варіанти, які нам заздалегідь не підійдуть для передачі і зменшити, таким чином, вплив людського фактору на роботу ПП;
- друга керуюча дуга – математична модель;
- третя керуюча дуга – таблиці, дозволяють вибрати тільки ті значення, які застосовні в реальних умовах текучого розрахунку, відповідають ДСТУ і допустимим нормам.

Виконавцем усіх операцій є конструктор, який звертається до ПП для автоматизації проектування КЦЗП шляхом завантаження розрахункових модулів програми в пам'ять ПЕОМ.

На виході, маємо:

- помилку з позначенням місця і причин збою;
- звіт, з розрахунковими, або перевірочними даними передачі, що і є результатом автоматизації.

Таким чином застосування технології SADT дозволило сформулювати загальні вимоги до системи автоматизованого проектування і змодельовати переміщення потоків даних.

Подальший напрямок досліджень – розробка математичної моделі та програмування ПП.

Література

1. *MSC Software. Definition of the Adams Machinery system. [Electronic resource]: – Access mode: <http://konstruktor.net/podrobnnee-sapr/sokraschaja-vremja-proektirovaniya.html>.*
2. *Application areas of the KISSsoft platform [Electronic resource]: Access mode: <http://www.kisssoft.compmechlab.ru/>.*
3. *Карнаух С.Г. Розрахунки механічних передач : навчальний посібник до курсового й дипломного проектування / С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 204 с.*
4. *. SADT методологія [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ua-referat.com/Методологія_SADT_i_стандарту_IDEF*

Оmnіканальний маркетинг у сучасному ритейлі

Свинаренко Т.І., Гаврікова А.В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні інформаційні технології значно трансформують економіку, підвищуючи ефективність і відкриваючи нові можливості для бізнесу. Використання інформаційних технологій підвищує швидкість та ефективність бізнес-процесів, знижує витрати та покращує якість послуг і товарів. У суспільстві, де інформаційні технології та цифрові комунікації займають центральне місце, традиційні методи маркетингу, що передбачають використання окремих каналів комунікації, вже не здатні ефективно задовольнити потреби сучасних споживачів, які очікують безшовної та персоналізованої взаємодії з брендами [1].

Згідно із сучасними дослідженнями, у світі щодня неухильно зростає кількість користувачів, які здійснюють покупки офлайн та онлайн одночасно. Тих, хто купує тільки в інтернет-магазинах або лише в офлайн-точках продажу, стає дедалі менше. Людям набагато зручніше використовувати одразу кілька каналів: офлайн-магазини, мобільні додатки, соціальні мережі, маркетплейси [2]. У науковій літературі підкреслюється важливість інтегрованого підходу до маркетингових комунікацій, який дозволяє ефективно керувати споживчими взаємодіями та підтримувати лояльність клієнтів.

Отже сучасному ритейлу необхідні інтегровані маркетингові комунікації, які здатні створити цілісну взаємодію між брендом та споживачем.

Оmnіканальний маркетинг це – бізнес-технологія, яка об'єднує всі канали взаємодії з клієнтом (онлайн і офлайн) у єдину, узгоджену систему, щоб покупець отримував однаковий досвід незалежно від того, де саме він взаємодіє з брендом. Оmnіканальний маркетинг – це вид маркетингу, що передбачає нерозривне використання кількох комунікаційних каналів для взаємодії зі споживачем. Саме поняття «омніканальний» (з англ. «omnichannel») означає всеканальний, або такий, що використовує абсолютно всі способи зв'язку бренду з клієнтом: веб-

сайт, інтернет реклама, мобільні додатки, офлайн-магазини, зовнішня реклама, соціальні мережі, email-розсилки; push-сповіщення тощо [2].

Наприклад, споживач може почати відбір товару у мобільному додатку, продовжити на сайті, а завершити покупку в магазині. При цьому вся інформація про нього, його вподобання та історію покупок зберігається й використовується для персоналізації. Вся інформація про клієнта збирається незалежно від каналу – офлайн, сайт, додаток, call-центр, чат-бот та формується єдина база даних клієнтів (CRM). Створення такої бази даних дозволяє персоналізувати пропозиції та знижки. Аналітика даних дозволяє надсилати email, push-повідомлення, SMS із конкретними товарами, які можуть зацікавити клієнта. Наприклад, Rozetka або Сільпо надсилають купони і промокоди саме на ті категорії товарів, які конкретний споживач зазвичай купує. Технологія передбачає також уніфіковане ціноутворення та акції, тобто знижки та акції однаково діють у всіх каналах. Наприклад, бонуси накопичуються в додатку, але можна скористатися ними й у магазині.

Важливою перевагою омніканального маркетингу є інтеграція онлайн і офлайн продажів, тобто товар можна замовити онлайн і забрати в магазині, можна повернути товар, куплений онлайн, у торговельному підприємстві. Також доступна перевірка наявності товару в конкретних магазинах через сайт або додаток.

Слід визнати, що фактично, омніканальний маркетинг формує конкурентну перевагу компанії або бренду в очах споживачів, що виражається у наступному:

- доступ до інформації про бренд і його контент у зручній для клієнта формі;
- можливість отримувати персоналізовані та ситуативно цікаві пропозиції в будь-який момент часу і в будь-якому місці;
- оперативне вирішення питань, пов'язаних з покупкою, доставкою та післяпродажним сервісом;
- зрозуміла, проста та ефективна технічна та сервісна підтримка [1].

Отже, омніканальність – це, насамперед, узгодженість роботи всіх каналів комунікації та впливу на споживача, що дозволяє контролювати його кожен крок і це дуже важливо для бізнесу. Омніканальний покупець частіше робить покупки, виявляє велику лояльність до бренду, а також більш схильний до повторних придбань, адже йому надано більше можливостей купити так, як зручно, з урахуванням всіх побажань і переваг. Чим більше інструментів персоналізовано впливають на такого споживача, тим більше він робить покупок. Саме тому використання стратегії омніканального маркетингу є перевагою для будь-якого бізнесу, який хоче примножити кількість лояльних покупців.

Практичні дослідження показують, що компанії, які впроваджують омніканальні стратегії, досягають вищих показників утримання клієнтів та збільшення продажів. За даними Forbes, компанії, які використовують багатоканальні стратегії залучення, зберігають до 89% своїх клієнтів [1].

Отже, слід визнати, що омніканальний маркетинг не лише сприяє поліпшенню комунікації між брендом і споживачем, але й має значний вплив на конкурентоспроможність торговельного підприємства. Впровадження подібного підходу в маркетингу надає можливість підприємствам торгівлі для більш тонкого налаштування асортименту, сприяє продажам, довірі споживачів, а отже, бажанню повертатися для здійснення повторних покупок. Все це дозволяє підвищувати ефективність продажів і торговельного бізнесу в цілому.

Література

1. Коротун, О., Збирит, С., & Мартинюк, А. (2024). *ОМНІКАНАЛЬНИЙ МАРКЕТИНГ: СТВОРЕННЯ ЦІЛІСНОЇ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ БРЕНДОМ ТА СПОЖИВАЧЕМ*. Економіка та суспільство, (63). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-20>
2. Омніканальний маркетинг: що це таке. URL: <https://www.adindex.ua/uk/omnikanalnij-marketing-shho-ce-take/>

РОЗДІЛ 6.

МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ

Програмний додаток для дослідження ефективності застосування чисельних методів при розв'язанні диференційних рівнянь

Гітис В. Б., Пономаренко І. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Використання диференційних рівнянь у задачах моделювання надає широкі можливості для точного опису системи, розробки адаптивних і оптимальних законів керування, а також прогнозування її поведінки за різних умов експлуатації. Ефективність такого підходу значною мірою залежить від коректності математичної моделі, вибору чисельних методів для розв'язання рівнянь і засобів валідації моделі на основі експериментальних даних.

Розв'язання систем диференційних рівнянь можливо за допомогою чисельних методів. Серед найпоширеніших чисельних методів можна виділити метод Ейлера, метод Рунге-Кутти та метод скінчених елементів.

Для дослідження ефективності роботи цих методів при розв'язанні диференційних рівнянь був розроблений програмний додаток.

На рис. 1-3 наведено скріншоти роботи програми.

Програма дозволяє отримати вирішення диференційних рівнянь трьома способами, та побачити який з цих методів вирішує краще ніж інші. Завдяки своїй зручній і простій у використанні інтерфейсу, програма дозволяє швидко налаштувати параметри, та перейти до рішення. Можна встановити параметри рівняння, значення шагу та інші характеристики.

Порівняння чисельних методів

— □ ×

Введення та результати

Рунге-Кутта

Ейлер

Скінченні елементи

Рівняння (dy/dt):

-2*y + 4*np.exp(-t)

Аналітичне рішення:

4 * np.exp(-t) - 3 * np.exp(-2 * t)

Початкове значення (y0):

1

Крок (h):

0.1

Діапазон часу (t0, tn):

0,2

Розрахувати

Рисунок 1 – Інтерфейс програми

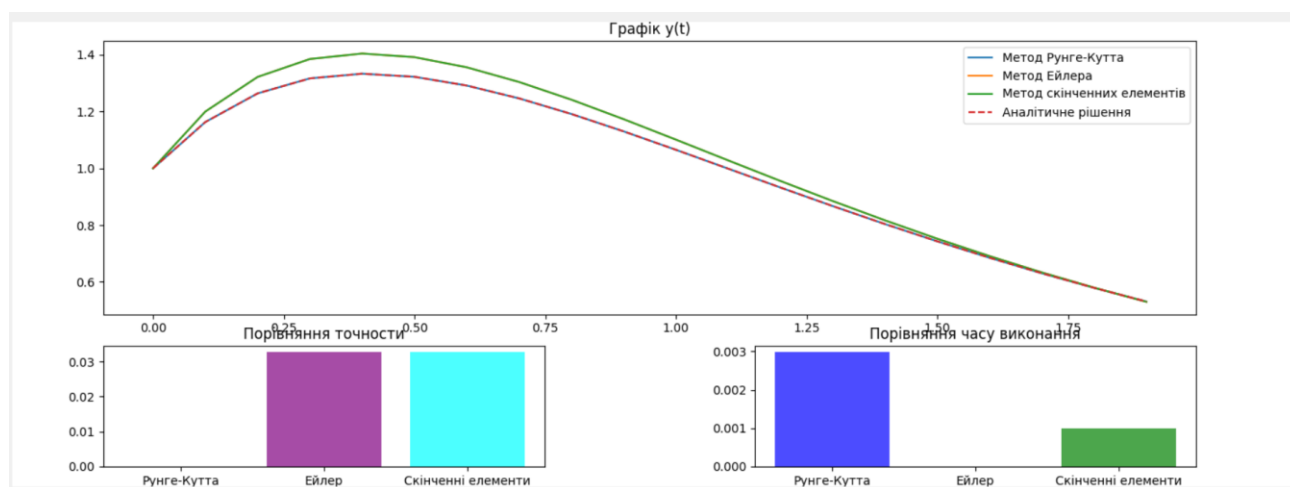


Рисунок 2 – Графік рішення та результати порівняння чисельних методів

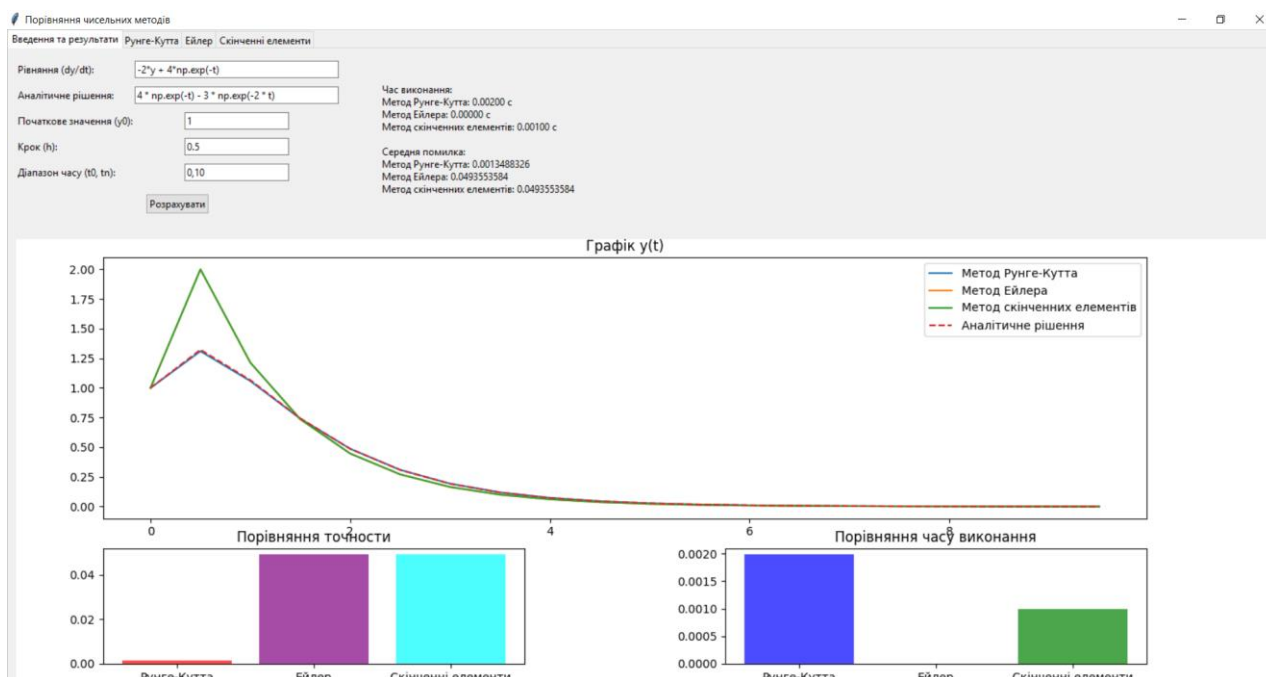


Рисунок 3 – Змінення в графіку при зміні кроку та зниженні точності методів

Mathematical forecasting of stock exchange share price

Kravchenko V. I., Malygina S. V., Vasilieva L. V., Kabatskyi O. V., Stukalova Y. A.
Donbas State Academy of Machine Building

Trading in securities or exchange goods, participants of the process (analysts, brokers, investors) are interested in the forecast of market prices for a certain period. Since these prices depend on many factors, and primarily on past dates (time series), forecasting trades for the future is an urgent problem. A reliable stock price forecast ensures the success of a financial transaction. Various models such as Arima, LSTM, artificial neural network (ANN) and others are quite complicated to be understood by ordinary participants of the process. Naturally, software products (SP) created according to these and similar models are multifunctional [1–3]. As a rule, such PPs have a “heavy” interface and require special training of personnel. Besides, they are expensive. It is paid both purchase and maintenance of the software associated with the appearance of new versions. The purpose of this work is to automate the process of forecasting stock exchange shares by studying and modeling the system of mathematical support of the analyst.

Tasks of the work

- studying and analyzing business instructions of the analyst on data processing;
- review of mathematical models of time series analysis and selection of a model for the development of PP.

Business activity of the analyst consists in fulfillment of management tasks and job descriptions in [4].

Specifically: collection of economic, legal and financial information (dates, stock prices, commodities and indices). Mathematical processing of the collected information and issuing recommendations. The input data for mathematical (analytical) processing are dates and related prices - time series. Let's consider a number of methods of their processing [5]. Simple moving average method - SMA.

Calculation of forecasted values is performed by the formula:

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i} = \frac{p_t + p_{t-1} + \dots + p_{t-i} + \dots + p_{t-n+2} + p_{t-n+1}}{n}, \quad (1)$$

where: SMA_t - value of simple moving average at the point t ; n - number of values of the initial function for calculation; p - actual value at time i at the point t .

An example of the forecast is presented in Fig. 1.

Method of autoregressive analysis. Calculation of the predicted values of the autoregressive process of the first order is performed by the formula:

$$X_t = c + rX_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

where X_t - predicted values; c, r - model parameters (autoregressive coefficients), ε_t - coefficient describing white noise, for simplification it is assumed to be equal to zero. Coefficients c, r is calculated by the method of least squares.

An example of prediction using the data shown in Fig. 1 is presented in Fig. 2.

Modeled by the spectral analysis method. The coefficients of this series are calculated using the Euler-Fourier formulas presented below:

$$\begin{cases} a_0 = \frac{2}{N+1} \sum_{u=0}^N f(x_u), \\ a_i = \frac{2}{N+1} \sum_{u=0}^N f(x_u) \cos \frac{2i\pi u}{N+1}, \\ b_i = \frac{2}{N+1} \sum_{u=0}^N f(x_u) \sin \frac{2i\pi u}{N+1}, \quad i = \overline{1, n}. \end{cases}$$

where i is the order of the polynomial, u is the number of the node, $f(x_u)$ is the given value of the function.

An example of prediction using the data shown in Fig. 1 is presented in Fig. 3.

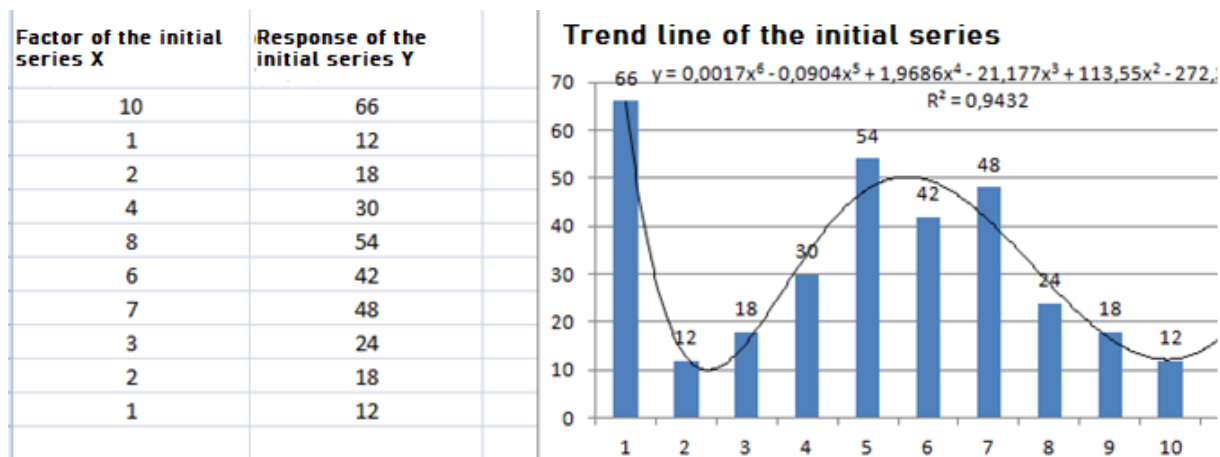


Figure 1 – Initial data and trend line of the SMA method

Regression equation of the original series: $Y=6X+6$; predicted - $Y = 2.12X+29$.

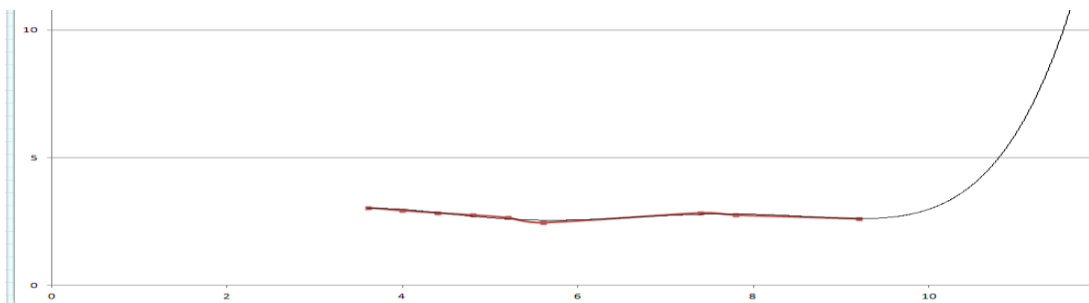


Figure 2 – Polynomial trend line, 5th degree

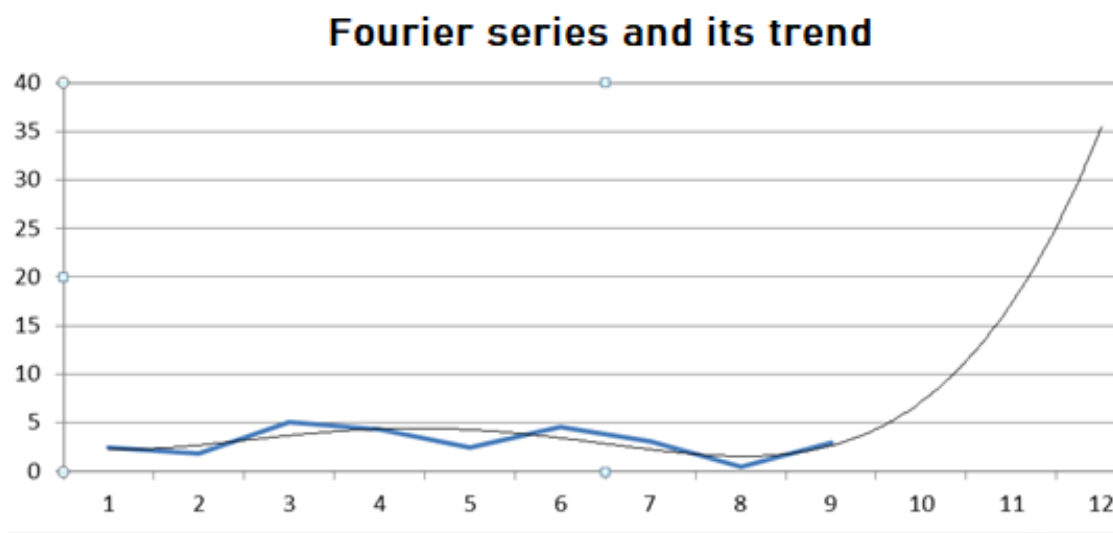


Figure 3 – Polynomial trend line for 3 periods ahead

The review of mathematical models of time series analysis and visual similarity of trend line graphs showed their absolute suitability for automation of analyst's business activities. The choice of a model for the development of PP can be stopped on the SMT method, as the least labor-intensive from the programming point of view. The direction of further research is the creation of a mobile application.

References

1. Poznak R, Likhousova T. Models for analyzing and forecasting stock prices on the stock exchange / Vol. 2 No. 45 (2024): Adaptive automatic control systems [Elektronnyi resurs] / Mode of access: <https://www.asac.kpi.ua/article/view/313196>
2. Koshulko O. The best software for consumer pricing and promotions based on artificial intelligence for 2025 [Elektron re-source]/ Mode of access: <https://gmdhsoftware.com/ru/consumer-pricing-and-promotions-planning-software/>.
3. Sales Forecasting, (CBT SCM Demand Forecastin) [Electronic resource] / Access mode: <https://cbt.ua/product/cbt-demand-forecasting/>.
4. Financial analyst's job description [Electronic resource]/ Access mode: https://jobs.ua/ukr/job_description/view/429.
5. Kantorovich G.G. Time series analysis [Electronic resource]/ Mode of access: <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/times/bibl/kantorovich.pdf>

Постановка задачі розробки програмного комплексу для обліку особистого часу та аналізу ефективності дій користувача

Оболенський В. Є., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

В сучасних умовах динамічного життя управління часом набуває особливого значення. Люди дедалі частіше шукають ефективні засоби для планування особистих справ, відстеження прогресу у досягненні цілей та загального підвищення продуктивності. Одним із рішень цієї задачі є використання спеціалізованих програмних додатків для тайм-менеджменту [1].

Розроблюваний програмний комплекс дозволяє здійснювати облік особистого часу, фіксацію виконаних завдань, ведення особистого щоденника, постановку коротко- та довгострокових цілей, а також генерувати аналітичні звіти щодо ефективності діяльності користувача. Основні функції реалізовані засобами мови C# із застосуванням архітектури MVC, що забезпечує розмежування логіки, інтерфейсу та обробки даних. Збереження даних реалізоване з використанням локальної бази даних (наприклад, SQLite).

Унікальність розробленого додатку полягає в інтеграції декількох функцій, які зазвичай представлені в окремих продуктах: щоденник, трекер часу, планувальник цілей і аналітика результативності. Користувач може не лише планувати справи, а й аналізувати власну продуктивність, що створює додаткову мотивацію та сприяє досягненню поставлених цілей.

Таким чином, впровадження запропонованого рішення дозволить користувачам систематизувати повсякденні справи, зменшити витрати часу, покращити організацію діяльності та загальний рівень ефективності.

Література

1 Діденко Є.В. Основи самоменеджменту : навч. посіб. для студентів усіх форм навчання. Харків : ХНУРЕ, 2019. 191 с.

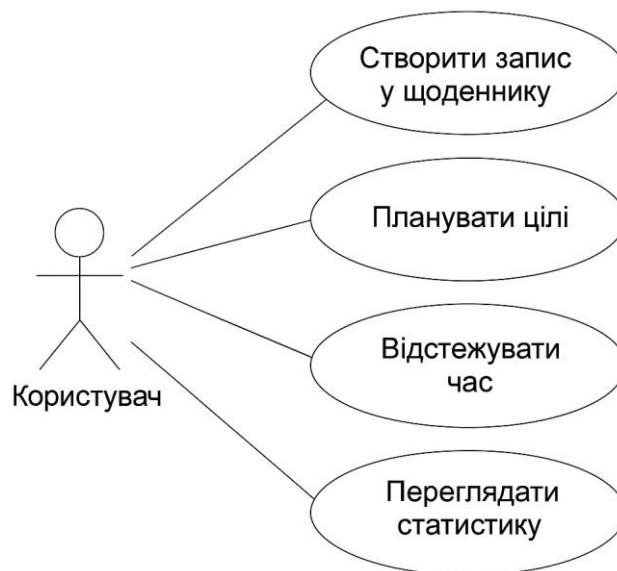


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для програмного комплексу з тайм-менеджменту

Розробка програмного комплексу для налаштування гри Minecraft

Стукалова Ю. А., Коляса О. А., Кравченко В. І.
Донбаська державна машинобудівна академія

Керування грою Minecraft набуває особливої важливості через стрімкий розвиток індустрії відеоігор. Але перед початком гри її програмні компоненти потрібно встановити на комп'ютер. Гравці, ігрові сервери та спільноти постійно шукають нові способи спростити встановлення гри, автоматизувати роботу з модами, налаштовувати сервери та управляти обліковими записами [1]. Використання спеціальних програмних рішень для початкового налаштування гри є актуальним, бо не тільки допоможе покращити вже існуючі ігрові платформи, але й стане ключовим інструментом для нових компаній, які хочуть увійти в ігрову сферу.

Метою цієї роботи є вдосконалення експлуатації гри Minecraft шляхом розробки програмного комплексу для точного налаштування параметрів вводу/виводу та ефективного керування самою грою.

Задачі роботи:

- розробка інформаційної моделі;
- розробка програмного комплексу.

В якості інформаційної моделі (Рис. 1) програмного комплексу для модернізації гри Minecraft застосуємо елементи моделі SADT - технології, які відображають логіку функціонування системи і її бізнес – процес [2]. Функціональні блоки, які входять до файлу гри(див. рис.1) включають основні операції: «Генерація світу», «Ігровий процес», «Користувацький інтерфейс», «Збереження та завантаження даних», «Мережеві можливості». Кожен із цих блоків реалізує окремий аспект функціональності гри. Налаштувальник (стрілка знизу) керуючись параметрами доступу до акаунту гравця і його побажаннями створює відповідний профіль гри. Причому створюється як графічний так і емоційно-психологічний. Взаємозв'язки між блоками ілюструють логіку взаємодії та послідовність виконання функцій, наприклад, послідовність дій від генерації світу до взаємодії гравців через мережу.



Рисунок 1 – Контекстна структурно-функціональна модель бізнес-процесу «Налаштування гри Minecraft»

Керуючі елементи забезпечують контроль за виконанням функцій і включають механізми управління ігровим процесом, контролю якості,

прийняття рішень щодо параметрів світу, розподілу ресурсів у багатокористувацькому середовищі тощо. Інформаційні потоки передають дані між модулями системи: від дій користувача та параметрів налаштувань.

До входів належать: (стрілка зліва) версія гри, обрана гравцем, його побажання налаштувальнику, та параметри налаштування ходу гри. Наприклад параметри генерації світу. Виходами (три стрілки справа) є: журнал помилок та збоїв, якщо такі відбуваються, сформовані світи, поточний стан гри, дані про досягнення гравця, результати сесій у багатокористувацькому режимі. Сама ж гра запускається у фоновому режимі.

Ресурси – це необхідні компоненти для виконання функцій: ігровий рушій, сервери, інструменти розробки, модулі генерації, об'єкти й текстури, персонажі, моби.

Механізми управління охоплюють системи моніторингу ігрового процесу, алгоритми генерації, засоби контролю з'єднання та стану гри, розклад (алгоритм) подій, інструменти модерації в багатокористувацькому середовищі.

Для роботи програмного комплексу гри Minecraft потрібні такі дані: вибрана версія гри, обліковий запис користувача та налаштування. Керуючими елементами є файли, інформація з серверів та послідовність установа параметрів. При налаштуванні та в процесі самої гри також застосовуються відповідні API функції гри, бібліотека програмного комплексу BlockyLib та сервери. На виході надаються журнали гри, параметри для запуску гри та робота лаунчера у фоновому режимі. Особисті досягнення гравця (гравців) розраховуються відповідною математичною моделлю.

Інтерфейс програмного комплексу, налаштований для керування грою Minecraft представлений на рисунку 2.

Розроблений програмний комплекс ефективно реалізує ключові функції, включаючи вибір необхідної версії, запуск гри, управління обліковими записами та конфігурацію параметрів ігравців. Інструмент суттєво оптимізує взаємодію з грою, підвищуючи її функціональність і комфорт експлуатації. Автоматизоване налаштування параметрів гри забезпечить стабільну роботу серверів, підвищить безпеку та зручність для усіх користувачів.

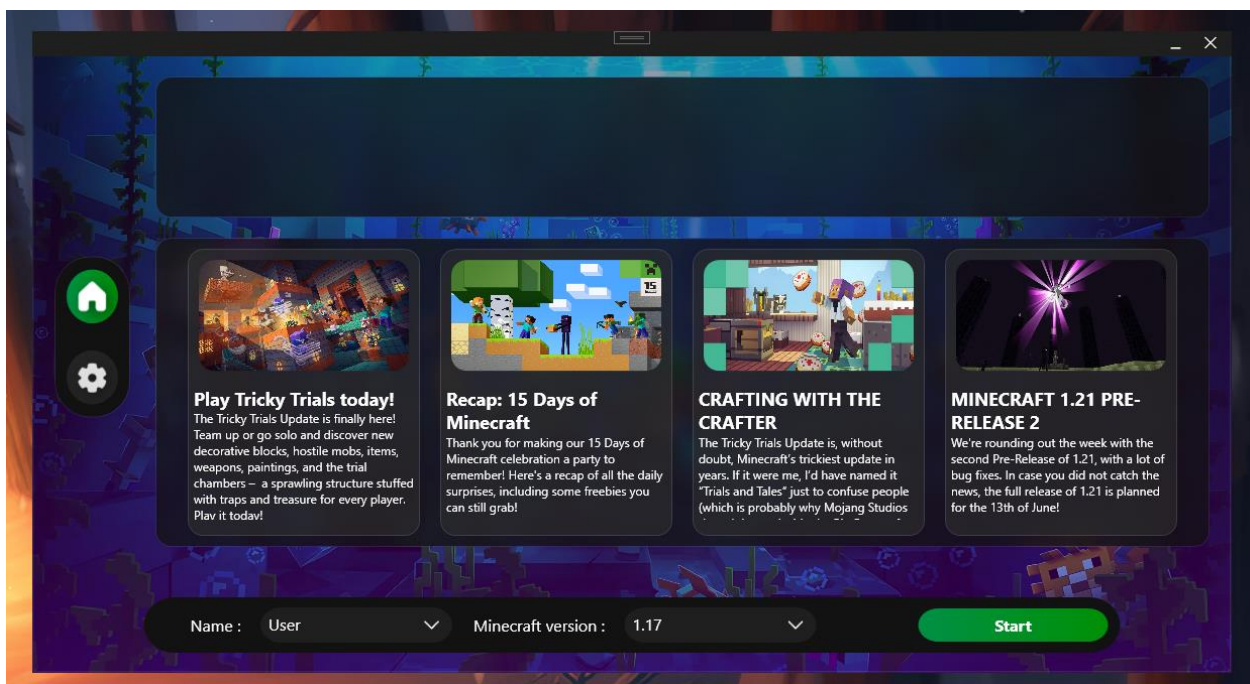


Рисунок 2 – Інтерфейс програмного комплексу та движка гри Minecraft

Література

1. "Launcher" в Minecraft Wiki [<https://minecraft.fandom.com/uk/wiki/Лаунчер>] (інтернет-ресурс)
2. [М. Фаулер, К. Скотт UML: Основи – СПб.: Символ-Плюс, 2002. – 192 с.](#)

Інформаційна система для автоматизації управління технічним обслуговуванням медичного автотранспорту

Жаріков Д. С., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Ефективна робота автотранспорту в системі охорони здоров'я є критично важливою умовою для оперативного надання медичних послуг. У багатьох випадках своєчасність медичної допомоги безпосередньо залежить від справності спеціалізованих транспортних засобів. Проте в більшості медичних установ облік технічного стану, витрат на обслуговування, контроль персоналу та планування ремонтів усе ще ведеться вручну або в Excel-документах, що спричиняє втрати даних, підвищену ймовірність помилок та відсутність єдиного системного підходу.

Метою роботи є створення програмного комплексу для автоматизації управління СТО медичних закладів із підтримкою ролей користувачів, формуванням звітності, аналітики та веденням централізованої бази даних транспортних засобів і ремонтної історії.

Для досягнення цієї мети було розроблено структуру системи, що забезпечує ефективне розмежування обов'язків між користувачами відповідно до їхніх ролей у процесі технічного обслуговування.

У запропонованій системі реалізовано чіткий розподіл ролей і доступу між різними категоріями користувачів. Адміністратор відповідає за управління обліковими записами та призначення ролей, забезпечуючи контроль над доступом до функціоналу. Менеджер СТО займається створенням ремонтних завдань, їх розподілом між виконавцями та контролем за виконанням. Працівник СТО виконує поставлені ремонтні роботи та фіксує результати у системі. Бухгалтер здійснює облік витрат, нарахування заробітної плати та веде податкову звітність. Такий розподіл дозволяє оптимізувати робочі процеси та підвищити прозорість управління сервісним обслуговуванням.

Функціональні можливості системи охоплюють широкий спектр задач, необхідних для ефективного управління технічним обслуговуванням медичного автотранспорту. Зокрема, система забезпечує реєстрацію автомобілів, ремонтних робіт і персоналу, що дозволяє вести повний облік усіх об'єктів та операцій. Реалізовано механізм обліку витрат із деталізацією за категоріями, такими як виконані роботи, використані матеріали та податки. Передбачено автоматизований розрахунок заробітної плати працівників з урахуванням бонусів і податкових відрахувань. Також система дозволяє формувати текстові та табличні звіти за різні періоди, що полегшує аналіз діяльності та прийняття управлінських рішень. Окрім того, функція прогнозування майбутніх витрат, побудована на основі історичних даних, допомагає планувати бюджет і оптимізувати витрати в перспективі.

Основою системи є реляційна база даних на MySQL, спроектована з урахуванням зв'язності між усіма сутностями обліку — транспортними

засобами, ремонтами, працівниками, фінансовими операціями та аналітичними модулями.

На рисунку нижче наведено повну схему бази даних системи, що демонструє її зв'язність і масштабованість (рис. 1).

Графічний інтерфейс користувача розроблено на основі PyQt5, з акцентом на зручність, простоту та інтуїтивне сприйняття функцій. Архітектура програми модульна: логіка, графіка, база даних і службові утиліти чітко розділені, що спрощує супровід та масштабування системи. Авторизація прив'язана до реальних працівників, а всі дії фіксуються в системному журналі.

Результатом розробки є сучасна інформаційна система, що забезпечує комплексну автоматизацію процесів управління технічним обслуговуванням медичного автотранспорту. Вона дозволяє значно підвищити прозорість усіх етапів обліку та ремонту, забезпечуючи точну фіксацію витрат, контроль виконання робіт і своєчасне планування технічних заходів. Завдяки централізованій базі даних і зручним аналітичним інструментам, система сприяє зниженню фінансових втрат, мінімізації людського фактора та усуненню дублювання інформації. Це, у свою чергу, дозволяє керівникам приймати більш обґрунтовані, об'єктивні управлінські рішення, які базуються не на припущеннях, а на достовірних, структурованих даних про стан автопарку, обсяги витрат та ефективність роботи персоналу.

Література

1. Козлов Д.В. *Інформаційні системи і технології в обліку і аудиті*. – К.: КНЕУ, 2020.
2. Григор'єва А. М., Гетьман І. А. Розробка методики дослідження для оптимізації розподілу запасних частин на підприємствах технічного обслуговування автомобілів // *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку*. – С. 73. URL: https://conference.ikto.net/pub/akit_2023_13-19march.pdf#page=73
3. MySQL Documentation. URL: <https://dev.mysql.com/doc/>
4. PyQt5 Documentation. URL: <https://doc.qt.io/qtforpython/>

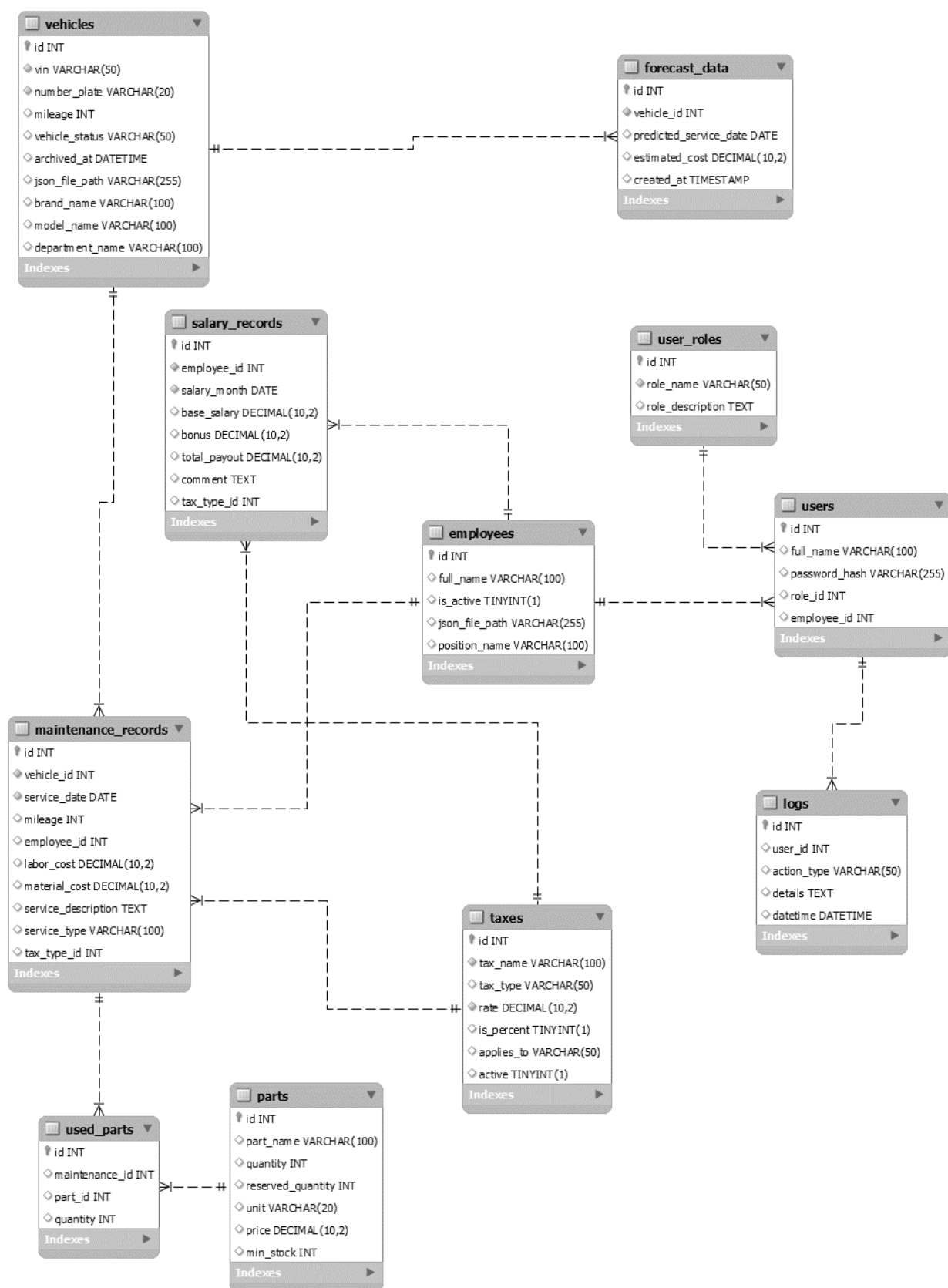


Рисунок 1 – Схема структуры бази даних програмного комплексу

Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій розробки онлайн перекладача у месенджері з використанням DeepL API

Фазулов Д. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

В сучасних умовах глобалізації комунікація між носіями різних мов стає все більш актуальною. Особливої важливості набуває оперативний переклад у реальному часі в межах обміну повідомленнями в месенджерах. Метою даної роботи є розробка прототипу онлайн перекладача, інтегрованого у месенджер, з використанням сучасного інструменту машинного перекладу — DeepL API.

Для реалізації поставленої задачі було проаналізовано методи інтеграції API до клієнт-серверної архітектури, а також моделі обробки вхідного та вихідного тексту, які забезпечують коректну передачу даних, обробку помилок та багатомовну підтримку. Основу реалізації становить веб-додаток із інтеграцією бібліотек обробки повідомлень, асинхронної взаємодії з DeepL API та механізмами кешування для пришвидшення перекладів. Рисунок 1 демонструє загальну схему архітектури рішення.

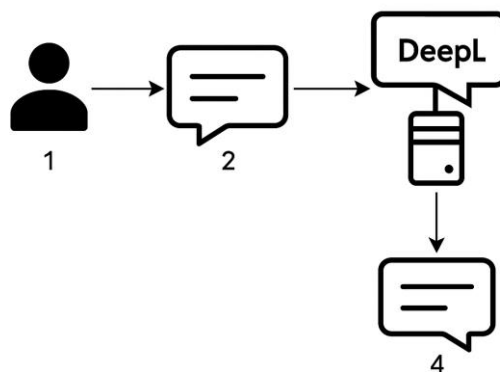


Рисунок 1 – Архітектура онлайн перекладача в месенджері

1 – Користувач месенджера; 2 – Інтерфейс месенджера; 3 – серверна логіка з інтеграцією DeepL API; 4 – відповідь перекладеного повідомлення.

Розроблений програмний модуль містить наступні основні компоненти:

- Інтерфейс введення повідомлень – поле введення, вибір мови оригіналу та мови перекладу.
- Механізм обробки повідомлень – автоматична обробка кожного нового повідомлення з викликом API.
- Модуль взаємодії з DeepL API – асинхронна відправка запитів, обробка відповідей, облік помилок.
- Вивід результату перекладу – повернення перекладеного тексту в чат у вигляді окремого повідомлення.

На рисунку 2 зображено інтерфейс головної форми месенджера з інтегрованим перекладачем.

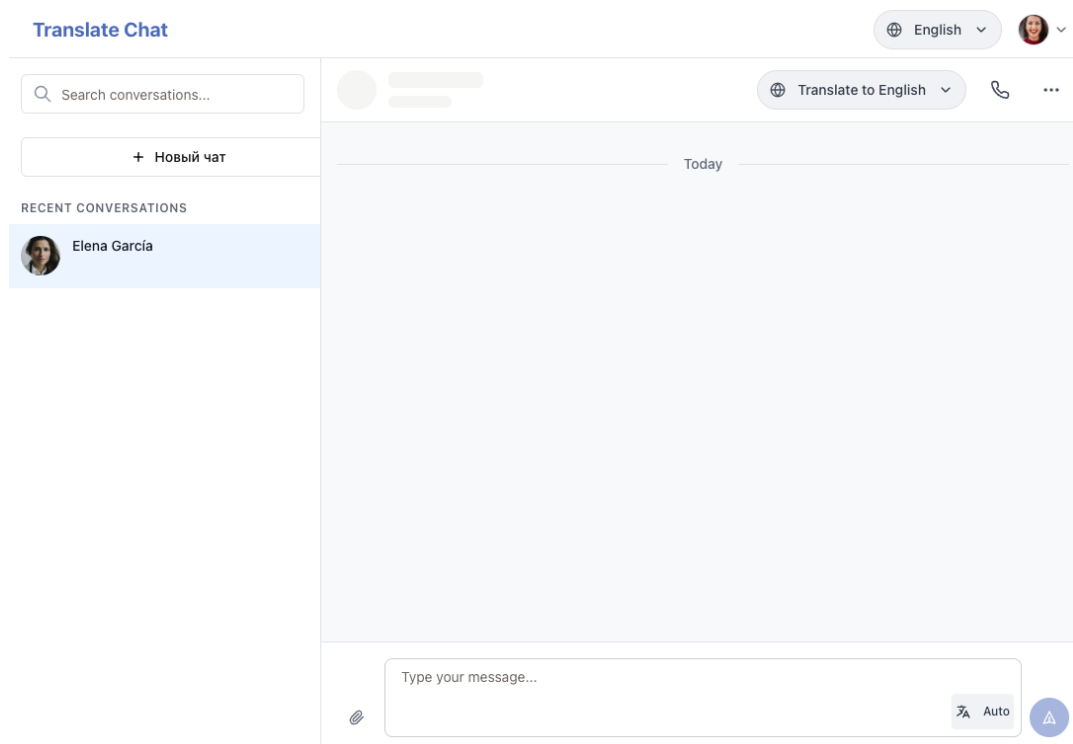


Рисунок 2 – Інтерфейс користувача онлайн перекладача в месенджері:

- 1 – поле введення повідомлення;
- 2 – вибір мови перекладу;
- 3 – кнопка надсилання;
- 4 – перекладений результат повідомлення;
- 5 – налаштування DeepL API.

Для початку роботи з перекладачем необхідно ввести текст повідомлення, обрати мову перекладу та натиснути кнопку «Надіслати». Після цього запускається процес:

- Формується запит до DeepL API.
- Отримується переклад.
- Виводиться повідомлення з перекладом у чат.

При необхідності переклад може зберігатися у локальному кеші для повторного використання, що дозволяє оптимізувати час відповіді системи при повторних перекладах однакових фраз.

Під час тестування реалізованого рішення було встановлено, що якість перекладу є високою, особливо при використанні англійської, німецької та французької мов. DeepL API забезпечує швидкий відгук (в межах 200–400 мс) і підтримує велику кількість мов, що робить його оптимальним для інтеграції в месенджери.

У результаті дослідження розроблено інформаційну технологію перекладу повідомлень у месенджері на базі DeepL API. Запропонована модель забезпечує високу якість перекладу в режимі реального часу та може бути використана як окремий сервіс або як частина більшого програмного забезпечення для багатомовної комунікації.

Література

1. *DeepL API Documentation* – <https://www.deepl.com/docs-api>
2. *Таненбаум Е. Архітектура комп'ютерних систем.* — Київ: Діалектика, 2020. — 752 с.

Формування сценарію дій чат-боту для автоматизації роботи комп'ютерного магазину

Трухачов А. А., Кравченко В. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Актуальність розробки чат-бота Telegram для програмного комплексу з автоматизації роботи комп'ютерного магазину зумовлена потребою підвищення ефективності обслуговування клієнтів, зменшення навантаження на персонал та впровадження сучасних каналів взаємодії. У сучасних умовах користувачі очікують швидкого доступу до інформації про товари, наявності на складі, ціни, статус замовлень і підтримку – і все це бажано без дзвінків або фізичного візиту до магазину. Telegram-бот забезпечує миттєвий двосторонній канал комунікації, доступний з будь-якого пристрою та незалежний від робочого часу магазину.

Крім того, такий бот може бути інтегрований з базою даних магазину, дозволяючи клієнтам переглядати асортимент, фільтрувати за категоріями, створювати замовлення, відслідковувати статус доставки або навіть отримувати персоналізовані рекомендації. Для адміністратора це – ще один засіб аналітики поведінки користувачів, збирання статистики запитів, підвищення рівня автоматизації маркетингових повідомлень (наприклад, сповіщення про акції, розпродажі тощо).

На основі аналізу предметної області було виділено наступну структуру функцій Telegram-бота на Aiogram [1] для програмного комплексу автоматизації комп'ютерного магазину. Вона охоплює як клієнтську, так і адміністративну частину:

1. Користувацький інтерфейс (покупець)
 - 1) /start – Привітання, короткий опис функцій.
 - 2) Каталог товарів
 - a. Перегляд категорій (ноутбуки, комплектуючі, периферія тощо)
 - b. Фільтрація (ціна, бренд, наявність)
 - c. Перегляд опису товару, фото, ціни, кнопка "Додати до кошика"

- 3) Пошук товару
 - a. Пошук за ключовим словом
- 4) Кошик
 - a. Перегляд вмісту
 - b. Редагування кількості / Видалення
 - c. Оформити замовлення
- 5) Мої замовлення
 - a. Перегляд статусу: "Опрацьовується", "Відправлено", "Отримано"
- 6) Техпідтримка
 - a. Відправлення питання менеджеру
 - b. Отримання відповідей
- 7) Акції та новини
 - a. Автоматичні або ручні повідомлення (нові товари, знижки)
- 2. Адміністративні функції (через окремий доступ)
 - 1) Авторизація (перевірка ID адміністратора)
 - 2) Додавання / редагування товарів
 - 3) Перегляд нових замовлень
 - 4) Відповіді на звернення користувачів
 - 5) Push-розсилка по базі підписників
- 3. Інтеграції (через API / базу даних)
 - 1) З'єднання з базою даних (MySQL [2])
 - 2) Виклик методів для:
 - a. Перевірки наявності
 - b. Додавання до кошика
 - c. Збереження замовлень
 - d. Оновлення статусів

Схематично відобразимо це за допомогою блок-схеми (рис. 1).

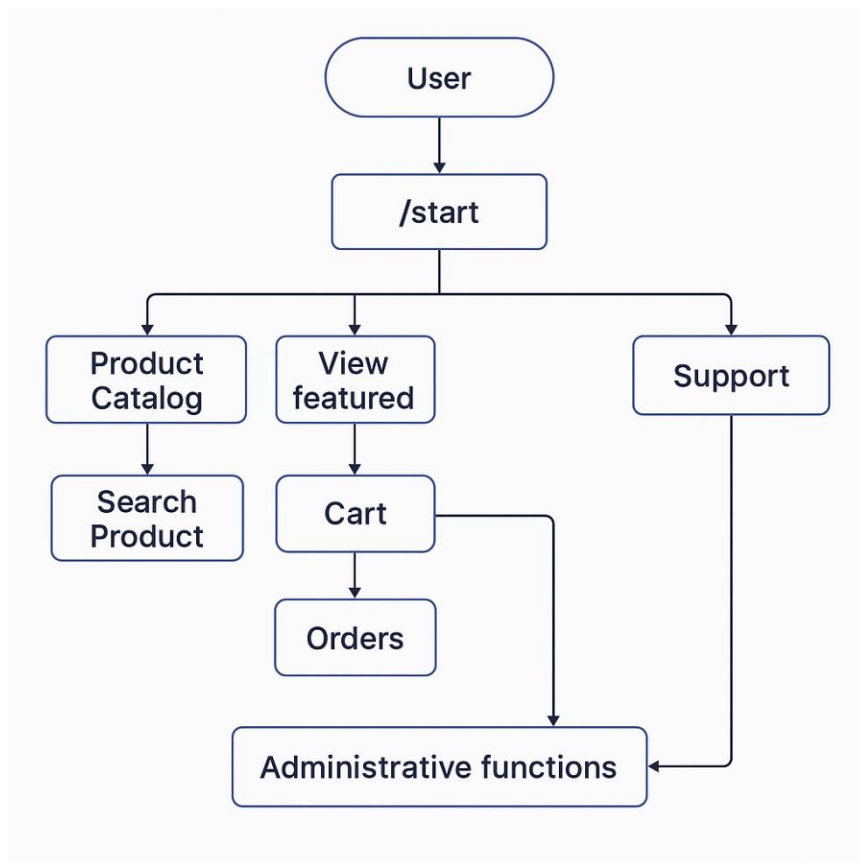


Рисунок 1 – Блок-схема взаємодії користувача з Telegram-ботом для комп'ютерного магазину

Таким чином, Telegram-бот є важливим компонентом цифрової трансформації комп'ютерного магазину, що не тільки покращує клієнтський досвід, а й сприяє збільшенню продажів і підвищенню конкурентоспроможності на ринку.

Література

1. Aiogram 3.x: Офіційна документація. URL: <https://docs.aiogram.dev/uk-ua/latest/>
2. Python та MySQL: повний практичний посібник. URL: <https://robotdreams.cc/uk/blog/484-python-ta-mysql-povniy-praktichniy-posibnik-ch-1>

Формування вимог до програмного комплексу для автоматизації робочого місця менеджера магазину, який займається продажами книжок та канцтоварів

Шаля А. Р., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Актуальність автоматизації магазину з продажу книжок та канцтоварів обумовлена кількома ключовими факторами, що стосуються як внутрішніх потреб бізнесу, так і зовнішніх ринкових умов. У сучасних умовах конкуренції, стрімкого розвитку електронної комерції та зростаючих очікувань клієнтів, традиційні моделі торгівлі втрачають ефективність без впровадження цифрових рішень.

По-перше, автоматизація дозволяє значно підвищити швидкість і точність обслуговування клієнтів. Системи обліку товарів, електронні чеки, автоматизовані каси та CRM-рішення зменшують ризик людських помилок, пришвидшують проведення операцій і покращують взаємодію з покупцем. По-друге, автоматизоване управління запасами забезпечує своєчасне поповнення асортименту, оптимізацію складських залишків і зниження витрат, що особливо важливо для магазину з широким асортиментом книжкової та канцелярської продукції.

Крім того, автоматизація сприяє прозорості фінансових потоків і спрощує аналітику продажів, що дозволяє власнику або менеджеру оперативно ухвалювати обґрунтовані управлінські рішення. В епоху цифрової трансформації бізнесу це створює передумови для сталого розвитку, масштабування та інтеграції з онлайн-каналами збуту.

Аналітика продажів за допомогою C# – це процес збору, обробки та візуалізації даних про продажі з метою прийняття ефективних бізнес-рішень. Застосування C# дозволяє створити зручні, надійні та масштабовані інструменти для аналізу, особливо в межах середовища .NET.

Було прийнято рішення створити програмний комплекс на основі Windows Forms [1] із використанням .NET 9.0, який дозволяє аналізувати історію продажів

і виявляти ключові тренди на основі даних, що зберігаються в базі Microsoft Access. Завдяки поєднанню знайомого інтерфейсу настільного застосунку, сучасного середовища .NET і гнучкості Entity Framework Core 9 [2] можна отримати зручний, розширюваний і візуально орієнтований інструмент для малого або середнього бізнесу – магазину з продажу книжок та канцелярських товарів.

Основна ідея цього комплексу полягає в тому, щоб надати користувачеві можливість переглядати, фільтрувати та аналізувати продажі за будь-який період часу. У програмі реалізується зв'язок із локальною базою даних Access, у якій зберігаються таблиці з товарами, категоріями, клієнтами та продажами. За допомогою ORM Entity Framework Core [3] всі таблиці проєктуються у вигляді сутностей, що полегшує обробку даних у C#-коді. Користувач може бачити загальну динаміку виручки, спостерігати зміни попиту на окремі товари, аналізувати структуру продажів по категоріях, а також виявляти пікові періоди активності клієнтів.

Для цього будуть використовуватися графіки, побудовані у Chart-контролах Windows Forms, які оновлюються на основі запитів до бази. Ці графіки дозволяють побачити тренди – наприклад, зростання інтересу до певних товарів у певні місяці чи сезонні коливання. Додатково можна реалізувати функції побудови прогнозів, якщо поєднати систему з простими статистичними алгоритмами або бібліотеками на основі машинного навчання. Таким чином, розроблений мною програмний комплекс не тільки зберігає дані про продажі, а й допомагає краще розуміти бізнес-процеси, підвищувати ефективність прийняття рішень і адаптуватися до змін у поведінці клієнтів.

Ось перелік вимог до програмного комплексу для аналізу історії продажів та виявлення трендів на базі Windows Forms .NET 9.0, Microsoft Access та Entity Framework Core 9:

1. Сумісність із Microsoft Access. Програма має коректно підключатися до .mdb або .accdb файлів та працювати з ними через EF Core.

2. Використання Entity Framework Core 9. Усі операції з базою даних повинні бути реалізовані через ORM, без прямого SQL-запитування.
3. Зручний графічний інтерфейс (Windows Forms). Інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим, з доступними елементами для вибору періоду, фільтрації та візуалізації.
4. Модуль аналітики продажів. Повинна бути реалізована можливість перегляду: загальної виручки за обраний період; динаміки продажів по днях, місяцях або роках; найпопулярніших товарів та категорій.
5. Побудова графіків та діаграм. Система має підтримувати побудову лінійних графіків, стовпчикових діаграм, кругових діаграм тощо.
6. Фільтрація даних. Користувач повинен мати можливість задавати діапазон дат, обирати конкретні товари або категорії, переглядати дані по клієнтах.
7. Модуль експорту. Повинна бути можливість експорту звітів у форматах PDF, Excel або CSV.
8. Стабільність роботи з Access. Система має працювати коректно навіть у разі одночасного доступу кількох користувачів до бази.

Таким чином, впровадження автоматизованої системи в магазині книжок та канцтоварів є не лише актуальним, а й необхідним кроком для підвищення конкурентоспроможності, ефективності управління та рівня обслуговування клієнтів.

Література

1. Tutorial: Create a Windows Forms app with .NET 9. Офіційний сайт Microsoft. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/winforms/get-started/create-app-visual-studio?view=netdesktop-9.0>
2. Getting Started with EF Core. Офіційний сайт Microsoft. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/get-started/overview/first-app?tabs=netcore-cli>
3. Mastering .NET Entity Framework Core: A Comprehensive Guide. Офіційний сайт LinkedIn. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/mastering-net-entity-framework-core-comprehensive-guide-asharib-kamal-x0fxc/>

РОЗДІЛ 7.
ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ
CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСІВ
ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ
МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Розробка прикладного програмного забезпечення з проектування
технічних виробів засобами C# у взаємодії з SolidWorks API

Кунов О. А., Аносов В. Л.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасне проектування будь-яких технічних виробів, особливо деталей та вузлів машинобудування, виконується за допомогою CAD-систем. Однією з найбільш поширених систем автоматизованого проектування є SolidWorks, яка містить API для розширення функціоналу та автоматизації процесів проектування [1, 2]. Особливо це доцільно у випадках, коли виконується побудова конкретних типорозмірних 3-D та 2-D моделей з використанням комплексних параметричних моделей. Розробка програмного забезпечення на мові об'єктно-орієнтованого програмування C# (Windows Forms) при взаємодії з SolidWorks API дозволяє значно спростити рутинні операції при формуванні окремих моделей, автоматизувати процеси та підвищити продуктивність інженерів-конструкторів [3, 4].

Основними задачами проектного програмного комплексу є створення та редагування тривимірних моделей, зміна параметрів деталей і вузлів, автоматичне створення креслень за шаблонами, управління збірками та їх компонентами, а також генерування звітів і аналіз параметрів конструкції. Це може забезпечити скорочення термінів і зниження трудомісткості при забезпеченні необхідної якості процесів проектування технічних виробів.

Використання COM-об'єктів SolidWorks забезпечує ефективну взаємодію з API та дає змогу виконувати всі необхідні операції безпосередньо з середовища C#. Окрім того, доцільно реалізувати можливість збереження конфігурацій у базі

даних для подальшого використання. Особливу важливість має можливість програмного керування параметрами моделі через API, що дає змогу легко адаптувати програму під різні технологічні потреби.

Процес розробки передбачає побудову графічного інтерфейсу користувача у Windows Forms, що забезпечує зручну взаємодію з програмним комплексом. Інтерфейс включатиме панель керування параметрами деталей, вибір конфігурацій моделювання та інструменти візуалізації змін в реальному часі. Для забезпечення швидкого доступу до функціоналу SolidWorks API буде застосовано механізм інтеграції з макросами SolidWorks, що дає змогу автоматизувати складні операції з мінімальним втручанням користувача.

Важливим елементом подібного програмного комплексу є модуль аналізу помилок та перевірки коректності проектних рішень. Тому необхідно реалізувати функції автоматичного виявлення невідповідностей у параметрах деталей та перевірки наявності колізій у збірках, а також аналізу допустимих навантажень. Завдяки цим засобам інженери-конструктори мають можливість на ранніх етапах проектування виправляти помилки та оптимізувати конструкцію виробів.

Окрему увагу треба приділити питанням ефективності розробки та продуктивності програмного комплексу. Використання асинхронного програмування та оптимізація запитів до API дають змогу зменшити час виконання складних операцій та підвищити загальну швидкодію системи. Доцільно додатково реалізувати кешування отриманих даних для зниження навантаження на API SolidWorks та прискорення роботи користувача з програмою. Це дозволяє зменшити час обробки складних збірок та підвищити ефективність взаємодії з великими моделями.

Розроблюваний програмний комплекс для взаємодії з API SolidWorks може суттєво зменшити час на виконання повсякденних задач конструювання та моделювання, підвищити точність проектних рішень та автоматизувати багатоетапні процеси створення деталей та збірок. При цьому застосування Windows Forms у поєднанні з C# забезпечує зручний графічний інтерфейс,

що полегшує роботу кінцевих користувачів. Інтеграція з макросами SolidWorks та механізмами оптимізації параметрів моделювання дає змогу створювати більш ефективні та продуктивні робочі процеси.

Література

1. SolidWorks API Help Documentation. Dassault Systèmes. – URL: <https://help.solidworks.com>.
2. Hartman C. Automating SolidWorks 2021 Using Macros. – SDC Publications, 2021.
3. Sharp M. Microsoft Visual C# Step by Step. – Microsoft Press, 2015.
4. Petzold C. Programming Windows Forms with C#. – Microsoft Press, 2002.

Навчання нейронної мережі TensorFlow на даних моделювання QForm 3D

Прідьма І. П., Коваленко А. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

Застосування штучного інтелекту, зокрема штучних нейронних мереж (ШНН) для задач автоматизації, аналізу даних та прогнозування поведінки певних процесів активно поширюється в останні десятиліття. Використання цього підходу є особливо актуальним для задач моделювання деформації виробів з певних матеріалів (особливо металевих промислових заготовок), так як дозволяє розширити можливості популярних CAE-систем, принцип роботи яких заснований на методі кінцевих елементів – таких як ABAQUS, доповнення Simulation для SOLIDWORKS, Autodesk Simulation та QForm 3D.

QForm 3D – є професійним інженерним програмним забезпеченням, яке використовується для симуляції, аналізу та оптимізації процесів формування виробів з металу, які використовуються у великій кількості виробничих галузей, включаючи аерокосмічну, оборонну, автомобільну, енергетичну, побутову (кухонні вироби з алюмінію). Воно може проводити симуляцію більшості металообробних процесів – таких як обробка металу тиском, холодне та гаряче кування, штампування, прокатка дроту, екструзію профілів. QForm може навіть проводити симуляцію формування кількох заготовок (які складаються із різних

матеріалів) разом. Схематичні зображення завдань, які може виконувати QForm, представлено на рисунку 1.

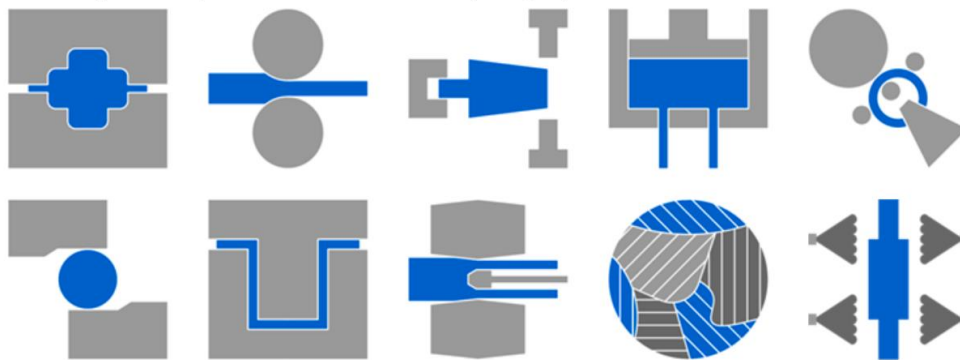


Рисунок 1 – Схематичне зображення різноманітних задач для QForm 3D [1]

TensorFlow відкрита програмна бібліотека, призначена для машинного навчання, яка однаково корисна як для початківців, так і експертів з машинного навчання, яка дозволяє легко створювати моделі машинного навчання. Його назва походить від поняття «тензор» - це багатовимірні масиви даних, над якими TensorFlow виконує обчислення. Бібліотека забезпечує гнучкість і контроль над процесом завдяки таким функціям як Keras Functional API та Model Subclassing API для створення складних топологій. Підтримує екосистему потужних додаткових бібліотек і моделей, з якими можна експериментувати – таких як Ragged Tensors, TensorFlow Probability, Tensor2Tensor, BERT [2].

Актуальність дослідження полягає в тому, що поєднання CAE-моделювання за допомогою QForm 3D та моделей штучного інтелекту (TensorFlow) дозволяє подолати обмеження традиційного симуляційного моделювання, розширити його аналітичні можливості. QForm 3D, будучи безумовно потужним інструментом для моделювання різних металообробних процесів, передбачає кожне нове моделювання як окрему симуляцію, що у свою чергу вимагає великих обчислювальних потужностей та часу – відповідно, це ускладнює проведення моделювання з великою кількістю параметрів (таких як температура, швидкість деформації) [3].

Використання QForm 3D при моделювання процесів обробки матеріалів тиском дозволяє будувати траєкторії положення точок або площин в деталях для подальшого прогнозувати зміни (формоутворення) заготовки, ймовірність появи дефектів в ній, для цього потрібно оброблювати данні моделювання, наприклад траєкторії руху точок, з використанням систем машинного навчання.

Застосування моделей на основі TensorFlow дозволить розробити програмний комплекс, який на основі історичних симуляцій з експортованих даних QForm швидко оцінюватиме ймовірні результати подальших процесів (наприклад, деформації) без запуску додаткових симуляцій у QForm. Отриманий продукт може бути корисним для інженерів та студентів відповідних спеціальностей при аналізі результатів моделювання та подальшій оптимізації технічних параметрів виробів.

Література

1. QForm UK - Software for simulation and optimization of metal forming processes and metal profile extrusion. [Електронний ресурс] URL: <https://www.qform3d.com/> (дата звернення: 05.04.2025).
2. Why TensorFlow. [Електронний ресурс] URL: <https://www.tensorflow.org/about> (дата звернення: 05.04.2025).
3. Yaochu Jin, Jürgen Branke. Evolutionary optimization in uncertain environments-a survey. *IEEE Transactions on evolutionary computation* 9.3 (2005): 303-317. DOI: 10.1109/TEVC.2005.846356.

Розробка програмного модуля для сумісного використання САЕ-системи та штучної нейронної мережі

Тарасов О. Ф., Васильєва Л. В., Алтухов О. В., Мирошниченко Д. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Прогнозування напружено-деформованого стану (НДС) заготовки за допомогою системи САЕ і штучної нейронної мережі (ШНМ) передбачає використання моделей машинного навчання для ефективного моделювання та прогнозування поведінки в процесі деформування. Підключення ШНМ до системи автоматизованого проектування може значно пришвидшити вибір параметрів процесу за рахунок прогнозування НДС заготовки. При цьому,

використання моделей машинного навчання дозволить зменшити обчислювальні витрати і час, пов'язані із чисельними методами, такими як метод скінченних елементів [1–3].

У дослідженні представлено розробку програмного комплексу, що поєднує CAE-систему та ШНМ для прогнозування НДС заготовки під час моделювання процесу пластичної деформації. Метою запропонованого рішення є зниження витрат обчислювальних ресурсів шляхом поєднання високої точності CAE-систем із прогностичними можливостями ШНМ. У такому гібридному підході ШНМ у реальному часі контролює поведінку вибраних елементів тіла заготовки, аналізує тенденції розвитку деформації та прогнозує можливі небажані зміни НДС у ході моделювання.

Методика включає моделювання деформації в середовищі Abaqus CAE та експорт результатів моделювання для навчання ШНМ. Дані обробляються та формуються у вигляді часових рядів для прогнозування значень еквівалентної пластичної деформації (PEEQ) у визначених точках. Нейронна мережа реалізована як модуль мовою Python із використанням TensorFlow і Keras. Для навчання використано згорткові нейронні мережі з функцією активації Softplus, які ефективно виявляють нелінійні залежності у процесі деформації. Оцінка ефективності моделі проводилась за допомогою середньоквадратичної похибки.

Експериментальна перевірка здійснювалася для двох схем деформації: реверсивного зсуву та багатовісьового реверсивного зсуву. Для кожної схеми результати моделювання експортувалися та оброблялися у форматі MS Excel, після чого чотири елементи заготовки було обрано для аналізу зміни PEEQ. Навчання згорткової мережі було оптимізовано: найкращі результати отримано після 60 епох навчання менш ніж за 60 секунд. Точність прогнозування склала від 89 % до 98 % залежно від рівномірності росту деформації та обсягу навчальних даних.

Графіки фактичних і прогнозованих значень PEEQ продемонстрували високу точність в ділянках з рівномірною деформацією, тоді як у зонах з нерівномірним ростом напружень спостерігалися більші відхилення. Модель

виявилася стабільною й адаптивною, особливо для однорідних полів деформації, з потенціалом для поліпшення точності в гетерогенних зонах шляхом розширення навчальної вибірки та ускладнення архітектури ШНМ.

Програмне забезпечення підтримує гнучке введення даних як безпосередньо із CAE Abaqus, так і з попередньо підготовлених таблиць Excel. Воно дозволяє напівавтоматично формувати прогнози для різноманітних умов деформування. Модульна архітектура програми забезпечує користувачам можливість налаштовувати й навчати моделі ШНМ для різної геометрії заготовок і умов навантаження. Результати дослідження підтверджують ефективність інтеграції нейронних мереж у CAE-системи для реального часу прогнозування й аналізу НДС. Такий підхід дозволяє значно скоротити час моделювання, особливо під час оптимізації, за рахунок раннього виявлення неефективних схем або параметрів деформації. Запропонована методика є масштабованим і універсальним інструментом для прискорення проектування процесів шляхом поєднання CAE-систем та AI-технологій.

Література

1. Bhaduri, A., Ramachandra, N., Ravi, S., Luan, L., Pandita, P., Balaprakash, P., Anitescu, M., Sun, C., & Wang, L. (2023). Efficient Mapping Between Void Shapes and Stress Fields Using Deep Convolutional Neural Networks With Sparse Data. *J. Comput. Inf. Sci. Eng.*, 24. <https://doi.org/10.1115/detc2023-115077>
2. Yang, C., Kim, Y., Ryu, S., & Gu, G. (2020). Prediction of composite microstructure stress-strain curves using convolutional neural networks. *Materials & Design*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108509>
3. Saha, I., Gupta, A., & Graham-Brady, L. (2023). Prediction of local elasto-plastic stress and strain fields in a two-phase composite microstructure using a deep convolutional neural network. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.cma.2024.116816>

Розробка програмного комплексу для автоматизованого проектування технології підвищення стійкості штампового інструмента

Голуб Д. М.

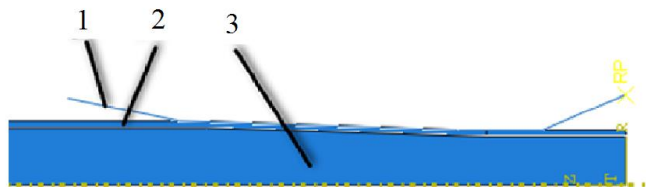
Донбаська державна машинобудівна академія

Якісні службові показники наплавленого робочого шару штампового

інструмента визначаються багатьма факторами, які пов'язані з якісними характеристиками електроду - порошкового дроту, які зумовлюються на стадії його виготовлення, складом дроту, режимами наплавлення та подальшою термічною обробкою. Такого типу електроди отримують шляхом волочіння.

Для визначення напружено-деформованого стану при спільній деформації порошкового сердечника і металевої оболонки під час волочіння порошкового дроту була розроблена скінченно-елементна модель даного процесу.

При моделюванні використовувалася розрахункова схема, яка представляла собою заготовку, що деформується і волоку (рис. 1). Як заготовку використовували металеву оболонку з властивостями суцільного середовища, заповнену порошковим сердечником зі властивостями пористого тіла. Для моделювання волоки були використані елементи, що не деформуються. Для моделювання порошкового сердечника і металевої оболонки були використані чотирьохвузлові лінійні, твердотільні скінченні елементи з контролем руйнування CAХ4R [1].



1 - волока; 2 - металева оболонка; 3 - порошковий сердечник

Рисунок 1 – Розрахункова схема скінченно-елементної моделі процесу волочіння порошкового дроту в металевій оболонці:

Розроблений на основі моделювання програмний комплекс для автоматизованого проектування технології підвищення стійкості інструмента представляє собою віконний додаток, що реалізує розрахунок технологічних режимів та елементи інтерфейсу для взаємодії з користувачем (рис. 2).

Для роботи з програмним комплексом необхідно відкрити віконний додаток (рис. 1), заповнити поля вхідних даних, натиснути одну з кнопок, що

відповідають наступним режимам розрахунку: ручний режим розрахунку однопрохідної схеми; автоматичний режим розрахунку однопрохідної схеми; ручний режим розрахунку багатопрохідної схеми; автоматичний режим розрахунку багатопрохідної схеми. Після вибору режиму розрахунку з'явиться одна з форм де після введення вхідних даних і натискання кнопки «Розрахунок» з'являться результати розрахунку.

Проектування процесу наплавлення порошковим дротом

Визначення складу осердя

Ni: 2, Al: 0.5, Mg: 0.3, Nb: 1.5, Cr: 1.5

Розрахувати склад

aH (Дж/см2)=9,98

HRC=39,14

1) Розрахувати склад осердя за необхідною в'язкістю та твердістю

2) Розрахувати технологію волочіння порошкового дроту

3) Розрахувати технологію наплавлення

Волочення

Матеріал оболонки 2

Steel_08kp

Порошковий сердечник

Коеф-ти умови плинності

a= 0.44, m= 1, n= 2.5

Механичні властивості

a0p= 458, a1p= 1, a2p= 0

Відносна щільність

0.25

1

Прочитати з бази

Товщина оболонки (мм)

0.2

Наплавлення

Напруження току (В) 30

Сила току (А) 400

Розрахувати склад наплавленого шару

Результати розрахунку

Co(%)= 12,71

Cr(%)= 2,11

Mo(%)= 10,39

Ni(%)= 6,09

Nb(%)= 0,83

5

Вихід

Одно-прохідна схема

Багатопрохідна схема

Розрахунок в Abaqus CAE

Одно-прохідна схема (авто)

Багатопрохідна схема (авто)

3

4

1 – поля вводу вхідних даних; 2 – елементи для вибору матеріалу оболонки з бази матеріалів; 3 – запуск режиму розрахунку на основі аналітичної моделі;

4 – запуск режиму розрахунку на основі скінченно-елементної моделі;

5 – вихід з програмного комплексу.

Рисунок 2 – Елементи інтерфейсу головної форми ПК для автоматизованого проектування технології підвищення стійкості інструмента

В режимі «Розрахунок в Abaqus CAE» активується відповідна форма, де потрібно заповнити поле для введення вихідних даних (вони автоматично заповнюються даними з головної форми). При натисканні кнопки «Розрахунок» здійснюється активація режиму розрахунку в середовищі Simulia Abaqus CAE.

При натисканні кнопки «Обробити ODB-файл для щільності» відбувається формування скрипт-файлу обробки ODB-файлу результатів для отримання розподілу щільності за перерізом, його запуск в Abaqus CAE та отримання rpt-файлу результатів. При натисканні кнопки «Вивести розподіл щільності за перерізом» відбувається отримання результатів з rpt-файлу, оброблення і виведення на форму результатів розподілу щільності за перерізом.

При натисканні кнопки «Обробити ODB-файл для полів» відбувається формування скрипт-файлу обробки ODB-файлу результатів для отримання полів щільності та деформацій в осередку деформації, його запуск в Abaqus CAE, отримання png-файлів результатів.

При натисканні кнопки «Вивести поля на екран» відбувається зображення на формі полів щільності та деформацій в осередку деформації.

Висновки: на основі реалізації скінченно-елементної моделі процесу волочіння порошкового дроту в металевій оболонці розроблений алгоритм та програмний комплекс з автоматизованого проектування технологічних режимів волочіння, що дозволяє визначати мінімальну кількість проходів при одночасному забезпеченні цілісності оболонки і необхідної щільності порошкового сердечника, що забезпечить отримання наплавленого металу заданого складу та з очікуваними механічними властивостями.

Література

1. Боровік П. В. Теоретичні дослідження процесів обробки металів тиском на основі методу скінчених елементів : навчальний посібник / П. В. Боровік. – Алчевськ : ДонДТУ, 2012. – 170 с.

Розробка кінцевого автомата для автоматизації процесу наплавлення присадкового металу на поверхню зношеної деталі

Малигіна С. В., Бережна О. В., Бережний М. О.
Донбаська державна машинобудівна академія

Кінцевий автомат являє собою алгоритмічну частину програми в чистому вигляді, тобто кінцевий автомат – це система, яка реагує тільки на зміни зовнішнього середовища, але не здатна до запам'ятовування. Така система не має змінної пам'яті, сама керівна інформація про структуру автомата зберігається в постійній пам'яті. Єдиним збереженим параметром автомата є його поточний стан, що характеризує поточний крок виконання алгоритму [1]. Розробляючи прототип кінцевого автомата для керування процесом наплавлення присадкового металу на поверхню зношеної деталі, важливо враховувати ключові технічні та програмні аспекти, а саме: контроль температури металу, що наплавляється; керування переміщенням зварювальної головки для рівномірного покриття; механізми захисту від перегріву і запобігання дефектам наплавлення; високу повторюваність і точність процесу.

Для реалізації цього завдання використовувався автомат Мура. Це пов'язано з тим, що в автоматі Мура вихідний сигнал залежить тільки від стану автомата в поточний момент часу і не залежить від вхідного сигналу, на відміну від автомата Мілі. Автомат типу Мілі виробляє вихідний сигнал, коли в нього змінюється вхідний, залежно від його попереднього стану. При цьому тривалість вихідного сигналу не залежить від тривалості вхідного, а тільки від його присутності. В автоматах типу Мура вихідний сигнал залежить від стану автомата в поточний момент часу, тобто автомат вироблятиме певний вихідний сигнал, доки не змінить свій стан. Цей підхід ґрунтується на використанні моделі станів, де кожен стан відповідає певному етапу процесу [1].

Уявімо роботу автомата у вигляді таблиці переходів між станами.

Таблиця 1 – Таблиця переходів станів кінцевого автомата для автоматизації процесу наплавлення

Поточний стан	Умова	Наступний стан	Дія
S0 Ініціалізація	Система відкалібрована	S1 Підготовка деталі	Налаштування обладнання
S1 Підготовка деталі	Поверхня очищена	S2 Підпал дуги	Старт подачі присадкового металу
S1 Підготовка деталі	Недостатнє калібрування	S3 Повторне налаштування	Повернення до перевірки
S2 Розігрів металу	Досягнута температура	S4 Наплавлення	Подача присадкового металу і переміщення вздовж відновлюваної поверхні
S4 Наплавлення	Наплавлення завершено	S5 Охолодження	Завершення наплавлення і вимкнення подачі матеріалу
S5 Охолодження	Температура нормалізована	S6 Завершення	Збереження даних процесу
S6 Завершення	Система готова до нового циклу	S0 Ініціалізація	Скидання параметрів

Опишемо детально роботу автомата на кожному етапі. У початковому стані S0 (Ініціалізація) проходить первісне налаштування системи, тобто перевірка обладнання, датчиків і параметрів роботи, калібрування зварювальної головки та рухомих частин, завантаження матеріалу для наплавлення. Для переходу в новий стан автомат отримує сигнал від датчиків температури, сигнал від датчиків положення, логічний сигнал від програмної системи про успішне завершення калібрування. І далі автомат переходить у стан S1(Підготовка деталі). Тут перевіряються процеси очищення поверхні зношеної деталі з використанням механічних або хімічних методів, сканування деталі для визначення області наплавлення, аналіз ступеня зносу з використанням лазерних датчиків або камер. І по роботі сигналів від датчиків чистоти поверхні, від лазерних датчиків, аналізуючи дані про форму та розміри деталі, очікується

перехід у стан S2 (Підпал дуги), де проходять процеси нагрівання наплавлюваного металу до заданої температури плавлення та постійний моніторинг температури. Далі за умовами показників пірометра та сигналів стабільності температури іде перехід в стан S4 (Наплавлення). Якщо на етапі стану S1 не отримані сигнали або параметри про коректну роботу по підготовці деталі (наприклад Недостатнє калібрування), то повторюється процес підготовки деталі - автомат переходить в стан S3 (Повторне налаштування). Умовою реалізації стану S4 (Наплавлення) є керування рухом зварювальної головки вздовж заданої траєкторії, подача присадкового металу, його розплавлення і рівномірне перенесення через дуговий проміжок на поверхню деталі. При отриманні сигналів від датчика подачі матеріалу, наприклад, що матеріал подається рівномірно, від лазерного позиціонування про рух головки зварювання та сигнал про завершення покриття всієї області деталі, автомат переходить в новий стан S5 (Охолодження). Тут слід дотримуватися плавного охолодження наплавленої поверхні для запобігання розтріскування та завершити процес наплавлення і вимкнути подачу матеріалу. По сигналу, що температура нормалізована та охолоджувальну систему відключено, автомат переходить в кінцевий стан S6 (Завершення), де перевіряється якість наплавленої поверхні (відсутність дефектів на поверхні). Після збереження параметрів процесу в базі даних та при отриманні логічного сигналу готовності системи. автомат перейде у стан S0 (Ініціалізація), таким чином система готова до нового циклу. Кожен стан і параметри переходів в цьому автоматі типу Мура побудовані таким чином, щоб забезпечити точність і ефективність процесу відновлення деталей.

Цей кінцевий автомат задає послідовність дій і спрощує управління процесом наплавлення металу. Кожен стан має чітко визначені умови переходу: датчики температури, швидкості і положення [2]. Наприклад, перехід до наплавлення здійснюється тільки після досягнення оптимальної температури. Логічні тригери повідомляють про успішне завершення попереднього етапу та активується перехід. Можна також передбачити ручне керування

(за необхідності), тобто оператор може коригувати процес у разі непередбачених обставин [3].

Цей процес забезпечує чітку послідовність дій і дає змогу адаптувати алгоритм під різні деталі та матеріали. В програмній реалізації цього процесу передбачається використання C/C++ для мікроконтролерів або Python для моделювання та тестування логіки автомата.

Література

1. *Finite_State_Machines [електронний ресурс]*- https://www.researchgate.net/publication/320674619_Finite_State_Machines
2. *Інтелектуальна адаптивна система для автоматизації процесу зварювання Т подібних з'єднань [електронний ресурс]* - https://www.researchgate.net/publication/373485079_Intelligent_and_Adaptive_System_for_Welding_Process_Automation_in_T-Shaped_Joints (англ.)
3. *Досягнення в роботизованому зварюванні металевих матеріалів із застосуванням технологій інспекційного моделювання моніторингу та автоматизації [електронний ресурс]* https://www.researchgate.net/publication/369795382_Advances_in_Robotic_Welding_for_Metallic_Materials_Application_of_Inspection_Modeling_Monitoring_and_Automation_Techniques (англ.)

Стратегічні можливості проектування процесів оброблення різанням поверхонь обертання при використанні Autodesk Fusion

Бабенко М. О., Вірич С. О.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Autodesk Fusion є хмарним програмним середовищем із інтегрованими можливостями для команди фахівців, які працюють впродовж усього життєвого циклу розроблення продукту машинобудування [1]. Модуль Manufacturing націлений на роботу інженерів-технологів щодо проектування технологічних процесів оброблення різанням при використанні верстатного обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК). Середовище Manufacturing містить усі можливі стратегії обробки на верстатах із ЧПК для токарних, фрезерних і свердлильних технологічних операцій.

Можливість візуалізації виконання обраних операцій надає можливість оцінити правильність послідовності оброблення на етапі проектування. Результатом роботи САМ модуля Autodesk Fusion є підготовка керуючої

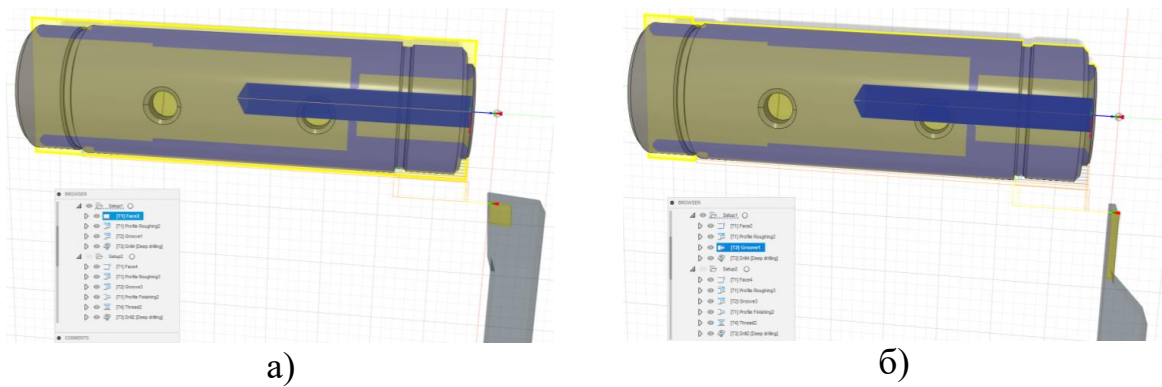
програми для ЧПК. Тому для освітньої сфери Autodesk Fusion являє цікавість та надається виробником безоплатно на некомерційній основі [2].

Особливістю обробляння симетричних відносно осі поверхонь є необхідність суміщення головного обертального руху заготовки або інструмента навколо осі заготовки та поступального руху подачі. Можливості сучасного верстатного обладнання розширюють варіанти поєднання означених рухів. Найбільш розповсюдженим видом обробки циліндричних поверхонь є точіння з використанням токарних різців.

При проектуванні технологічного процесу обробляння циліндричної деталі точінням у програмному середовищі Autodesk Fusion використовується робочий простір Manufacturing і вид оброблення TURNING, у якому передбачено певні функціональні стратегії точіння: Turning Face, Turning Profile Roughing, Turning Groove, Turning Profile Finishing та ін.

Так, стратегія Turning Face призначена для підрізання торців заготовки. Обрання стратегій Turning Profile Roughing (рис. 1, а) і Turning Profile Finishing дозволяє спроектувати формоутворення циліндричних і конічних поверхонь відповідно на чорнових і чистових переходах. Особливості стратегії Turning Groove Roughing і Turning Groove Finishing полягають у використанні поперечної подачі різця для утворення циліндричних западин при великих перепадах діаметрів деталі. Стратегія Turning Adaptive Roughing обирається за необхідності точіння таких западин шляхом поступового заглиблення інструмента при використанні поздовжньої подачі.

За необхідності точіння канавок канавочним різцем за декілька проходів або за один прохід використовують відповідно стратегії Turning Groove і Turning Single Groove (рис. 1, б).



а) б)
Рисунок 1 – Приклади застосування команди TURNING:

а) Turning Profile Roughing, б) Turning Groove

Для нарізання різі фасонним різцем розробники передбачили стратегію Turning Thread, для точіння фасок – Turning Chamfer. Проектування технологічного переходу з відрізання заготовки можливе при використанні Turning Part.

Література

1. *Connect your data, people, and processes with Fusion.* URL: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>. (дата звернення: 09.03.2025).
2. Вірич С. О. Автоматизація технологічного проектування у системі Fusion 360 / С.О. Вірич, Д.Г. Бабенко // *Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XIX Міжнародної науково-технічної конференції 01–04 червня 2021 року / за заг. ред. В.Д. Ковальова.* – Краматорськ: ДДМА, 2021. – С. 30.

РОЗДІЛ 8.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ

Оптимізація обробки даних для штучного інтелекту за допомогою клітинних автоматів у задачах прогнозування технологічних процесів

Туболов В. О., Коваленко А. К., Тарасов О. Ф.
Донбаська державна машинобудівна академія

Точність прогнозування в задачах штучного інтелекту (ШІ) значною мірою залежить від якості підготовки даних, адже традиційні методи обробки, такі як нормалізація чи видалення викидів, часто не враховують прихованих залежностей у складних технологічних процесах [1]. Клітинні автомати (КА) пропонують альтернативний підхід до структуризації даних завдяки здатності моделювати локальні взаємодії та виявляти закономірності, що підвищує ефективність подальшого аналізу за допомогою ШІ [2]. Метою дослідження є аналіз можливостей КА для оптимізації обробки даних у задачах прогнозування технологічних процесів, що забезпечить підвищення точності моделей ШІ [3].

Клітинні автомати (КА) — дискретні математичні моделі з сіткою клітин, де стан кожної визначається правилами переходу залежно від сусідів, таких як Мура чи фон Неймана [2]. Вони ітераційно аналізують великі набори даних, моделюючи локальні взаємодії, що робить їх ефективними для підготовки даних до прогнозування в ШІ [4]. Наприклад, КА здатні структурувати дискретні системи, виявляючи закономірності та аномалії [5].

Перевагою КА перед традиційними методами є здатність працювати з нелінійними залежностями без апіорних припущень [6]. На відміну від класичних підходів, що аналізують глобальні характеристики, КА фокусуються на локальних взаємозв'язках, покращуючи підготовку даних для ШІ, наприклад, через прихований фактор [2, 7]. Це підвищує точність прогнозування

в технологічних задачах [3].

Запропонована методика використовує КА для ітераційного аналізу даних технологічних процесів із інтеграцією результатів у моделі ШІ. Алгоритм включає два етапи: виявлення викидів ($\text{DiffRatio} > 0.5$) за евклідовою відстанню [2] та обчислення HiddenFactor як середньої відстані до 5 сусідів, що структурує дані, усуваючи шум [7, 5].

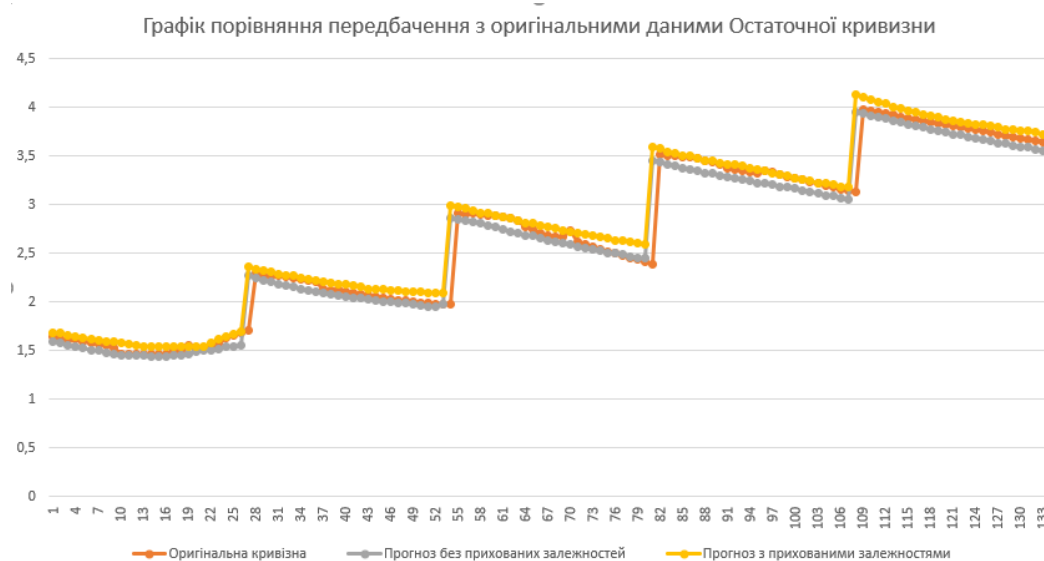
Підготовлені дані передаються до нейронних мереж (НМ) для прогнозування параметрів технологічних процесів [10]. Інтеграція КА з НМ поєднує локальний і глобальний аналіз, підвищуючи точність прогнозів [8]. КА очищає дані від викидів і додає ознаки для апроксимації нелінійних взаємодій [3]. Методика універсальна і може застосовуватися до різних процесів, де важлива якість даних [1].

Методика реалізується в програмному середовищі, де КА обробляє дані, а НМ навчається на отриманому наборі. Це спрощує підготовку великих масивів даних, зменшуючи обчислювальне навантаження та підвищуючи стійкість моделей до шумів [4]. Реалізація підтверджує, що оптимізація даних за допомогою КА ключова для ефективного прогнозування [6].

Експерименти показали ефективність КА для оптимізації обробки даних. Обробка даних у задачі прогнозування знизилася RMSE на 52 % (з 0.1784 до 0.0856) і підвищила R^2 до 0.9913 [9]. Виявлення 3–5 викидів із 135 зразків і додавання прихованого фактора дозволило покращити якість вхідних даних, усунувши шум і врахувавши локальні залежності [7]. Це підтверджує здатність КА структурувати дані для подальшого аналізу ШІ [5].

На рис. 1 представлено порівняння реальних даних (помаранчева лінія) із прогнозами двох моделей: звичайної нейромережі (сіра лінія) та нейромережі з попередньою обробкою даних за допомогою клітинних автоматів (КА) і визначенням HiddenFactor (жовта лінія). Вісь X відображає зразки (експерименти), а вісь Y — значення параметрів технологічного процесу. Жовта лінія (прогноз із КА) демонструє візуально кращу відповідність реальним даним порівняно з сірою лінією (звичайна нейромережа), що підтверджує ефективність запропонованої методики

та її здатність враховувати локальні залежності в даних.



Рисинок 1 – Порівняння прогнозів звичайної нейромережі, нейромережі з попередньою обробкою КА і пошуком HiddenFactor та реальних даних

Отримані результати свідчать про потенціал методики для широкого застосування. Порівняно з традиційними методами, підхід із КА демонструє покращення точності прогнозування, що робить його перспективним для технологічних задач із великими масивами даних, таких як прогнозування в енергетиці чи матеріалознавстві [1]. Оптимізація обробки даних за допомогою КА не лише підвищує продуктивність ШІ, але й зменшує витрати на ручну підготовку даних, відкриваючи можливості для автоматизації складних процесів [3].

Дослідження показало, що клітинні автомати є ефективним інструментом для оптимізації обробки даних у задачах прогнозування технологічних процесів із використанням ШІ. Застосування КА дозволяє усунути шум, виявити приховані залежності та підвищити точність моделей, що підтверджується зниженням RMSE на 52% і досягненням R^2 0.9913 [9]. Універсальність підходу забезпечує його потенціал для адаптації до різних галузей із складними даними [1]. Перспективи подальших досліджень включають інтеграцію КА з рекурентними нейронними мережами (RNN) для аналізу часових залежностей, а також розширення методики на задачі енергетики та біотехнологій,

де динамічні процеси потребують якісної підготовки даних [8].

Література

1. Raabe, Dierk. «Cellular Automata in Materials Science with Particular Reference to Recrystallization Simulation». *Annual Review of Materials Research* 32, вип. 1 (Серпень 2002): 53–76. <https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.32.090601.152855>.
2. Delorme, M. “An Introduction to Cellular Automata.” *Mathematics and Its Applications*, vol. 460, 1999, pp. 5–49. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9153-9_1.
3. Von Rueden, Laura, Sebastian Mayer, Rafet Sifa, Christian Bauckhage, i Jochen Garcke. «Combining Machine Learning and Simulation to a Hybrid Modelling Approach: Current and Future Directions». *V Advances in Intelligent Data Analysis XVIII*, edited by Michael R. Berthold, Ad Feelders, i Georg Kreml, 12080:548–60. *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44584-3_43.
4. Ilachinski, Andrew. *Cellular Automata: A Discrete Universe*. Reprinted. Singapore: World Scientific, 2002. ISBN 9789812381835.
5. Rosin, Paul, et al. *Cellular Automata in Image Processing and Geometry*. Cham: Springer International Publishing, 2014.
6. Tullio Ceccherini-Silberstein, and Michel Coornaert. *Cellular Automata and Groups*. Springer Science & Business Media, 24 Aug. 2010.
7. Halder, Chandan, Lukasz Madej, Maciej Pietrzyk, i Nirupam Chakraborti. «Optimization of Cellular Automata Model for the Heating of Dual-Phase Steel by Genetic Algorithm and Genetic Programming». *Materials and Manufacturing Processes* 30, вип. 4 (03, Квітень 2015): 552–62.
8. Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, i Aaron Courville. *Deep Learning. Adaptive Computation and Machine Learning*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 2016. ISBN 978-0262035613.
9. Chai, T., i R. R. Draxler. «Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE)? – Arguments against Avoiding RMSE in the Literature». *Geoscientific Model Development* 7, вип. 3 (30, Червень 2014): 1247–50. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>.
10. Gribkov, Eduard P., Andrii K. Kovalenko, i Svetlana S. Hurkovskaya. «Research and Simulation of the Sheet Leveling Machine Manufacturing Capabilities». *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 120, вип. 1–2 (Травень 2022): 743–59. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08806-z>.

Прогнозування поведінки матеріалів під час пластичної деформації за допомогою нейронних мереж

Голяк Д. В., Міхєєнко Д. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Актуальність дослідження застосування нейронних мереж та глибокого навчання для аналізу процесів пластичної деформації матеріалів зумовлена складністю і багатовимірністю цього явища. В сучасних виробничих та наукових задачах важливо не лише контролювати початкову поведінку матеріалів, але

й прогнозувати їх властивості під час і після поступового розвитку пластичних деформацій. Ефективне прогнозування дозволяє оптимізувати технологічні процеси, підвищувати надійність конструкцій та зменшувати експлуатаційні витрати [1].

При пластичній деформації матеріал зазнає нелінійних змін своїх властивостей, що супроводжується явищами, такими як закріплення деформації, зміни мікроструктури та виникнення локалізованих зон напружень. Традиційні методи розрахунку, засновані на класичній механіці та емпіричних кореляціях, часто виявляються недостатньо точними для опису складних процесів, що відбуваються при пластичній деформації. Саме тому впровадження алгоритмів машинного навчання і, зокрема, нейронних мереж, надає можливість побудови моделей, які здатні врахувати нелінійні зв'язки між численними параметрами – такими як температура, швидкість навантаження, мікроструктурні характеристики тощо – та прогнозувати зміну властивостей матеріалу у часі [2].

Метою даного дослідження є розробка та оптимізація моделей на основі нейронних мереж для прогнозування поведінки матеріалів під час пластичної деформації. Досягнення цієї мети дозволить:

- Підвищити точність оцінки меж пластичної деформації матеріалів.
- Виявити нелінійні залежності між параметрами деформаційного процесу.
- Створити інструментарій для оптимізації технологічних режимів виробництва та профілактики передчасного зносу матеріалів.

Для вирішення поставлених завдань планується застосування різних алгоритмів машинного навчання, зокрема:

Випадковий ліс (Random Forest):

Модель, що базується на ансамблі дерев прийняття рішень, дозволяє робити точні прогнози завдяки агрегації результатів окремих моделей. Такий підхід може бути використаний для первинного аналізу залежності між механічними властивостями та характеристиками пластичної деформації [3].

Градiєнтний бустінг (Gradient Boosting):

Завдяки поступовому покращенню результату через послідовне врахування похибок попередніх моделей, цей метод дозволяє врахувати взаємозв'язки між чисельними параметрами деформації і підвищити точність прогнозів.

Методи глибокого навчання:

Використання глибоких нейронних мереж дозволяє виявляти складні, високорозмірні та нелінійні залежності в даних. Цей підхід є особливо перспективним у завданнях прогнозування процесів, що супроводжуються пластичною деформацією, оскільки дозволяє адаптуватися до мінливих умов експериментів та технологічних параметрів [4].

Реалізація запропонованих моделей сприятиме підвищенню ефективності аналізу та прогнозування процесів пластичної деформації матеріалів. Отримані результати можуть бути використані для:

- Формування рекомендацій щодо оптимізації режимів навантаження.
- Підвищення експлуатаційних характеристик конструкцій.
- Розробки інноваційних матеріалів з покращеними властивостями та збільшеним ресурсом служби.

Після отримання експериментальних та обчислювальних даних буде проведено детальний аналіз отриманих результатів, що дозволить сформувати узагальнені рекомендації для використання нейронних мереж у промислових та дослідницьких умовах.

Література

1. Jonas Teuwen, Nikita Moriakov, *Convolutional neural networks, The Elsevier and MIZZAI Societies Buc Series, Handbook of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention, Pages 481-501, 2020, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816176-0.00025-9>.*
2. Chengcheng Shen, Qiang Sheng, Haifeng Zhao, *Predicting effective thermal conductivity of fibrous and particulate composite materials using convolutional neural network, Mechanics of Materials, Volume 186, November 2023, <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2023.104804>*
3. Bassam El Said, *Predicting the non-linear response of composite materials using deep recurrent convolutional neural networks, International Journal of Solids and Structures, Volume 276, 1 August 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijsostr.2023.112334>*
4. Linfei Yin, Xiaoying Wei, *Integrated adversarial long short-term memory deep networks for reheater tube temperature forecasting of ultra-supercritical turbo-generators, Applied Soft Computing, Volume 142, July 2023, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110347>*

Застосування глибокого навчання для обробки відеопотоків: класифікація та сегментація об'єктів на Google Coral

Алтухов В. О., Богданова Л. М., Алтухов О. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Обробка відеопотоків стає все більш важливою у сучасному світі через широке застосування цієї технології у різних сферах життя. Від технологій нагляду та безпеки до медичної діагностики, відеопотоки знаходять широке застосування в реальному часі. Зростаючий обсяг відеоданих та їх різноманітність створюють потребу у розвитку ефективних методів обробки відеопотоків. Великі обсяги даних потребують швидкого та ефективного аналізу для виявлення важливої інформації або взаємозв'язків. Розробка нових моделей та алгоритмів обробки відеоданих дозволить покращити якість аналізу, забезпечити більш точні результати та зменшити вплив людського фактору на процес обробки.

Проведено детальне порівняння різних апаратних та програмних рішень для обробки відеопотоків, зокрема зосереджено увагу на моделях та архітектурах нейронних мереж з використанням Google Coral.

Розглянуті інструменти та технології, які використовуються для реалізації обробки відеоданих на різних платформах, зокрема інструменти та технології для навчання нейронних мереж [1]. Проаналізовано доступні програмні бібліотеки (OpenCV, TensorFlow), фреймворки та інструменти для роботи з нейронними мережами на цих пристроях, а також їхні можливості та обмеження.

Обрано репрезентативні тестові сценарії, які відображають різноманітні аспекти обробки відеопотоків. Ці сценарії включають в себе обробку зображень різного розміру та роздільної здатності, розпізнавання об'єктів в різних умовах освітлення та фонових умовах.

Для забезпечення об'єктивності та відтворюваності результатів дослідження експеримент було параметризовано. Це включало в себе встановлення стандартних параметрів для кожного методу обробки відеопотоку, таких як розмір вхідних та вихідних зображень, налаштування параметрів

алгоритмів обробки, час виконання, також для отримання більш точних результатів були навчені моделі з різними налаштуваннями [2, 3].

Після вибору тестових сценаріїв та параметризації експерименту була проведена оцінка обробки відеопотоку. Результати були представлені у вигляді метрик, графіків часу виконання, швидкості роботи, а також якісних характеристик обробленого відео. Оцінка проводилася з урахуванням визначених метрик та порівнювалася між різними методами обробки для визначення їхньої ефективності та придатності для конкретних завдань.

У результаті роботи було виявлено оптимальну конфігурацію нейронної мережі для обробки відеопотоку, а нейронна мережа, побудована на архітектурі SSD/FPN MobileNet V1, яка навчалася 400 епох та з розміром батча 8. Ця конфігурація дозволяє обробляти відеопоток з оптимальною швидкістю і якістю.

Література

1. Алтухов В.О., Богданова Л.М. До питання прискорення обробки зображень і відеопотоку 6th ISPC «International Scientific Discussion: Problems, Tasks and Prospects» (March 19-20, 2023; Brighton, Great Britain), No. 31(147) p.569- p.574 ISSN: 2709-4685
2. Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., et al. (2017). MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*. DOI: 10.48550/arXiv.1704.04861
3. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770-778. DOI: 10.1109/CVPR.2016.90

Об'єктно-орієнтоване проєктування програмного забезпечення для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти за допомогою «Телеграм-бота»

Мельников О. Ю., Пеліх Є. П.

Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах цифровізації освіти та розвитку мобільних технологій автоматизація навчального процесу набуває особливої актуальності. Сучасні ІТ-рішення дають змогу створювати інтерактивні сервіси для оперативного отримання важливої інформації та покращення комунікації між студентами

та викладачами. Одним із перспективних напрямів є розробка Telegram-ботів, які завдяки своїй зручності стають потужним інструментом автоматизації освітнього процесу [1–3].

Було сформульовано задачу створення чат-бота у месенджері «Телеграм» (далі – «Телеграм-бот»), який повинен спрощувати доступ здобувачів освіти та викладачів до інформації про заклад вищої освіти (у нашому випадку це Донбаська державна машинобудівна академія) шляхом парсингу даних з офіційних вебсайтів і файлів різних типів [4–5]. Цей бот повинен надавати користувачам актуальну інформацію про розклади занять, новини та контактні дані, забезпечувати високу доступність та швидкість отримання інформації через месенджер.

Інформаційна модель системи спрощення освітнього процесу відображає архітектуру проєкту та взаємодію його основних модулів [6]. Система складається з трьох ключових компонентів:

1. Telegram-бот – модуль, що відповідає за взаємодію з кінцевими користувачами. Він обробляє команди, надсилає повідомлення, зображення та посилання, формує меню та забезпечує інтерактивність.

2. Парсер – модуль, що займається автоматичним збором інформації з вебсайтів академії. За допомогою бібліотек BeautifulSoup4 та Requests парсер отримує HTML-код сторінок, витягує необхідну інформацію (розклади, новини, контакти) та повертає її у зручному форматі.

3. База даних (PostgreSQL) – модуль для зберігання та кешування отриманих даних. Він забезпечує збереження історичних даних, що дозволяє зменшити навантаження на парсер і прискорити доступ до інформації.

Ключові інтерфейси та потоки даних:

- telegram api: забезпечує зв'язок між користувачем і telegram-ботом;
- методи парсингу: інтерфейс, через який telegram-бот викликає функції отримання даних з вебсайтів;
- інтерфейс бази даних: методи для зберігання, кешування та доступу до даних, які були отримані та оброблені парсером.

Використання UML-діаграм дозволяє чітко відобразити структуру системи, її модулі та потоки даних, що сприяє більш ефективному плануванню та подальшій розробці проєкту [7].

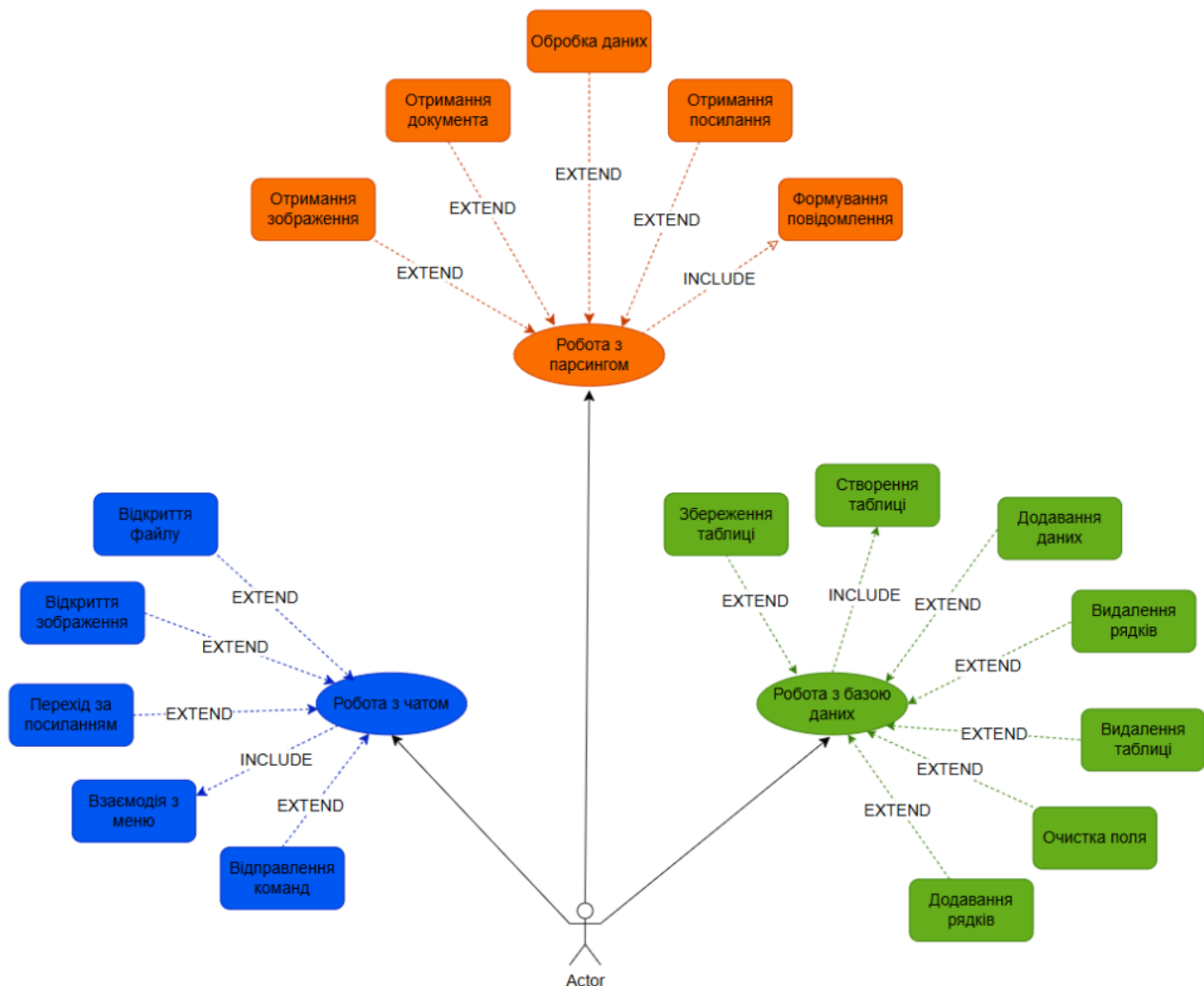


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання

На рис. 1 наведено діаграму варіантів використання системи, на рис. 2 – діаграму класів. Створення усіх діаграм здійснювалось у середовищі draw.io. Draw.io – це технологічний стек для створення додатків для побудови діаграм і браузерне програмне забезпечення, що широко використовується в світі, для створення діаграм для кінцевих користувачів [8].

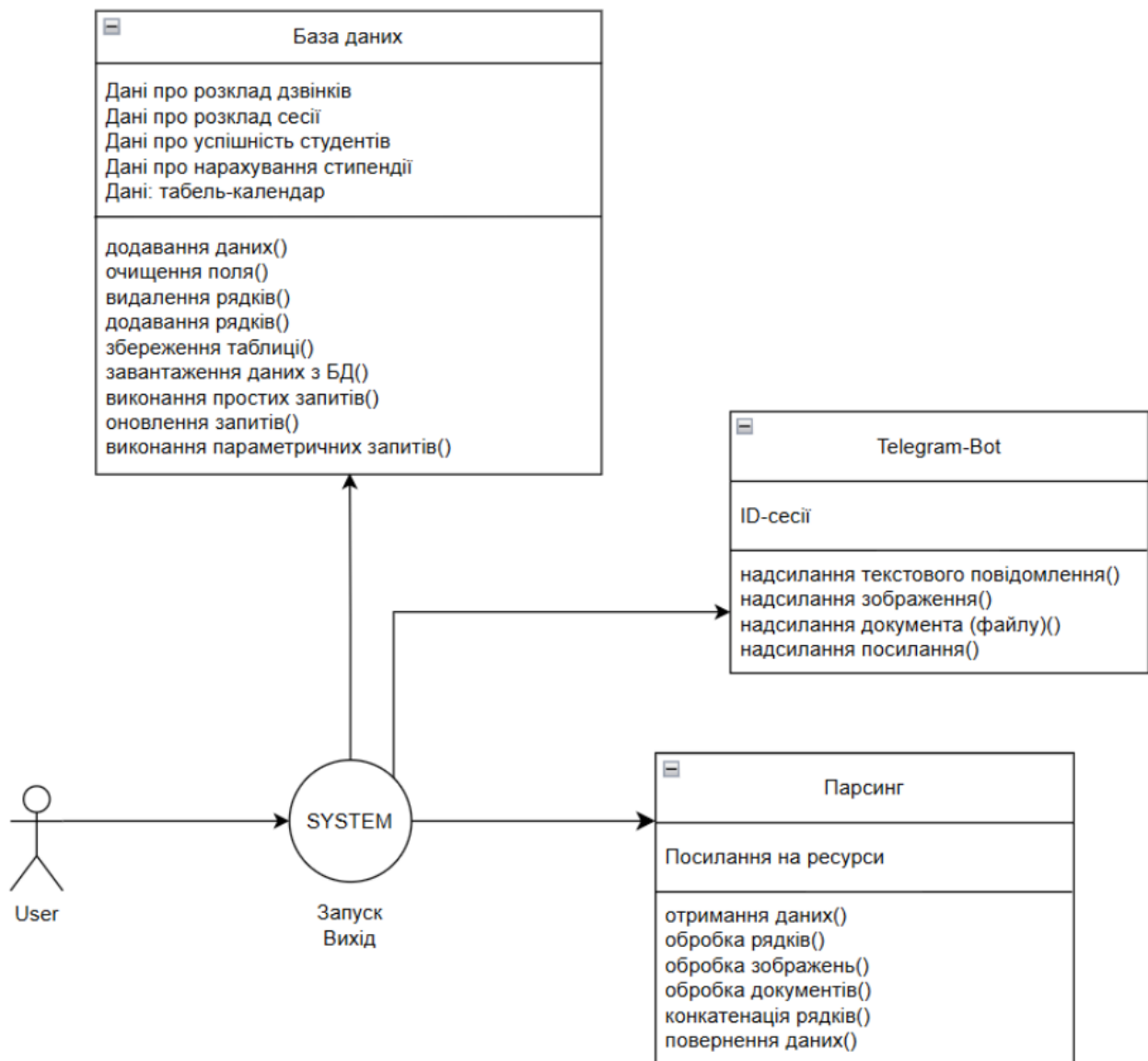


Рисунок 2 – Діаграма класів

На рис. 3 наведено діаграму послідовності, яка відображає передачу повідомлень та виклики методів між об'єктами в хронологічному порядку, що допомагає розуміти порядок виконання операцій та взаємодії компонентів у рамках певного сценарію або сценаріїв використання.

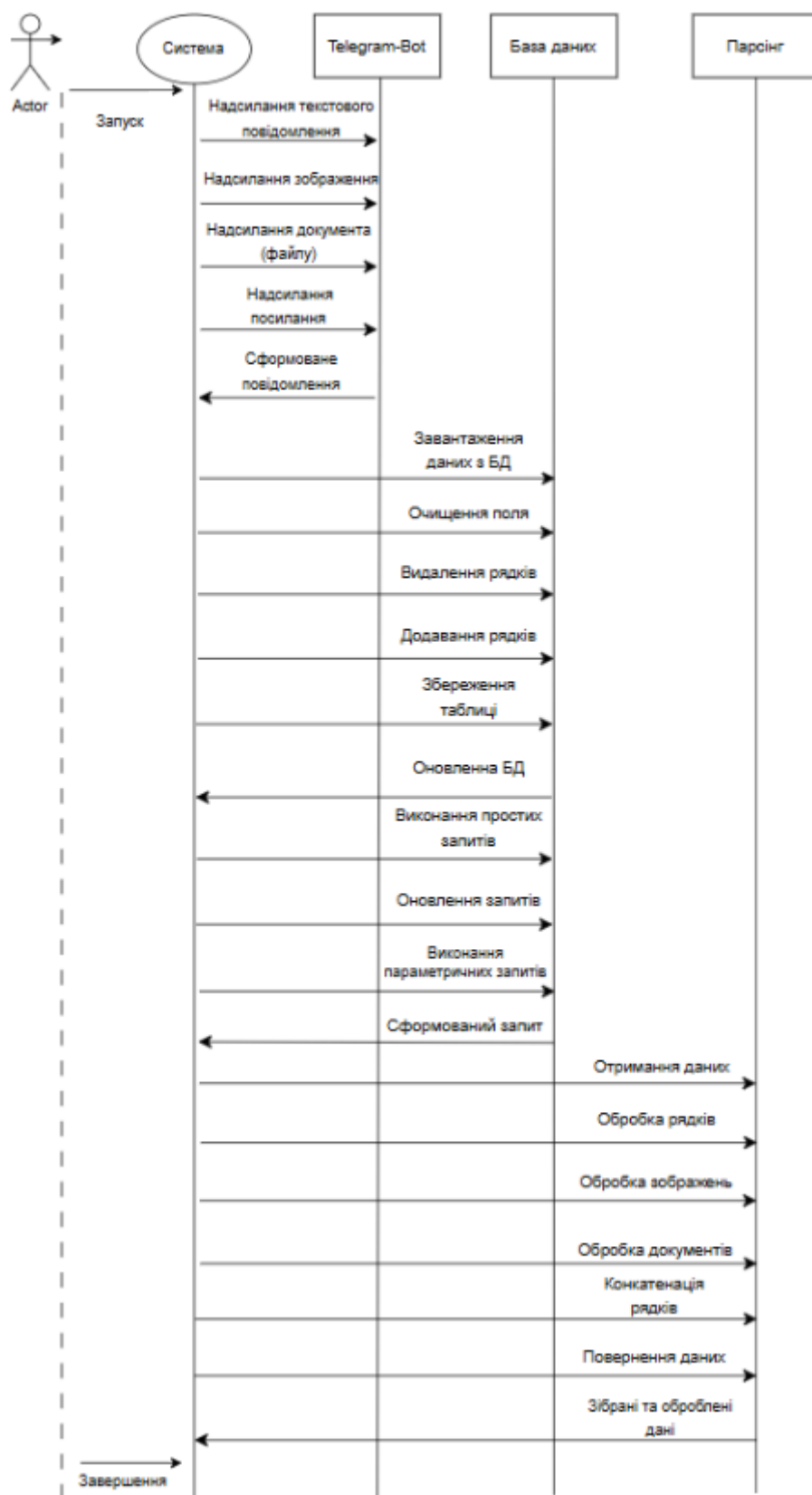


Рисунок 3 – Діаграма послідовності

На діаграмі діяльності (рис. 4) відображаються послідовності дій або операцій, що дозволяють детально описати сценарії виконання процесів у рамках певного алгоритму або сценарію використання (рис. 4).

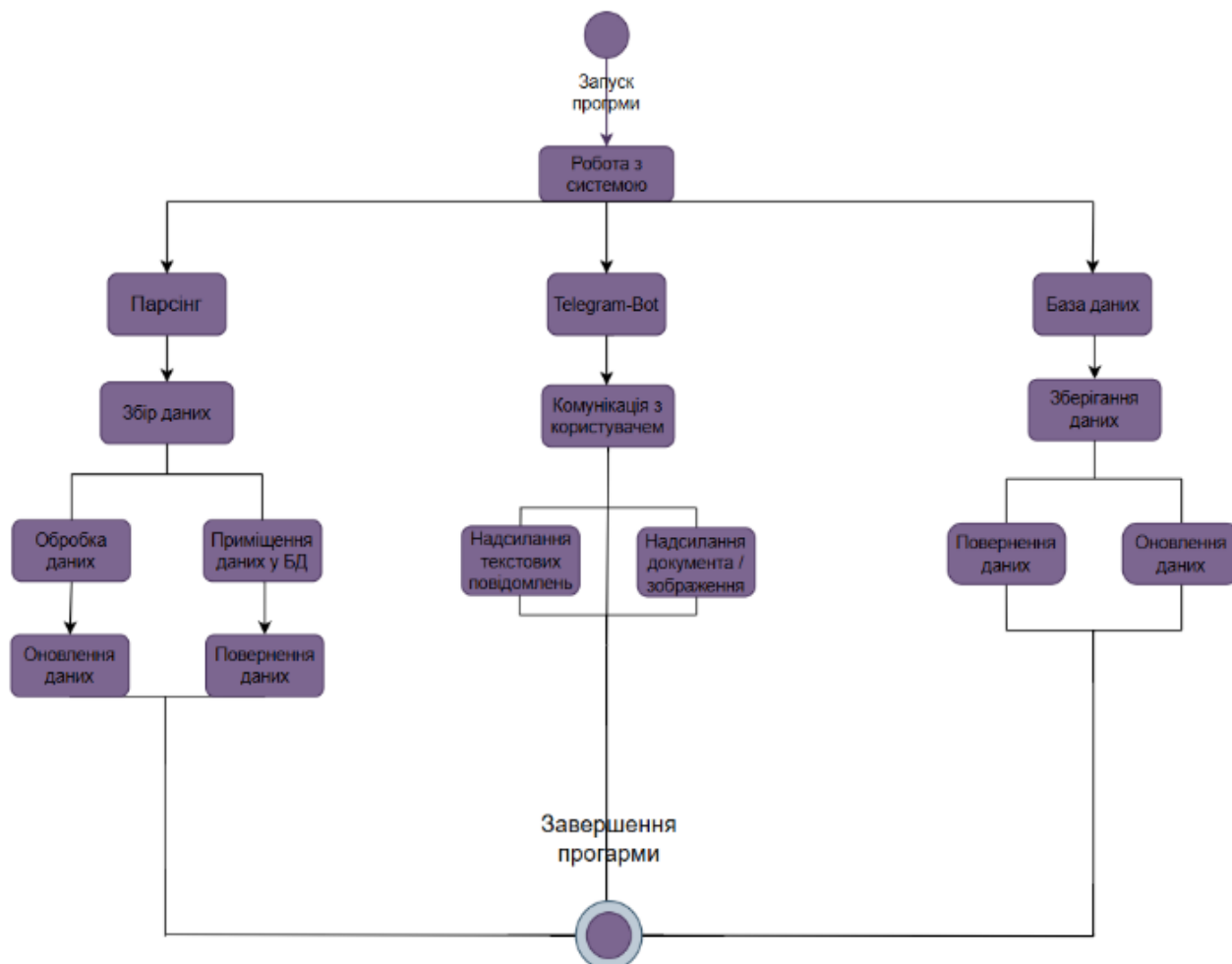


Рисунок 4 – Діаграма діяльності

Можна зробити висновок, що розроблена інформаційна модель системи спрощення освітнього процесу дозволяє комплексно відобразити структуру та взаємодію основних модулів проєкту: Telegram-бота, парсера та бази даних.

Література

1. ДДМА | БОТ [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://t.me/dsea_telegram_interface_bot
2. Волобуєва К. А., Богданова Л. М. Розробка телеграм-ботів як інструменту для швидкого отримання інформації у сучасному світі // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18–20 квітня 2024 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2024. – С. 42–44.

3. Мельников О. Ю., Пеліх Є. П. Використання телеграм-ботів для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти // *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XVI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2024 року, м.м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль* / [за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Hon.D.Sc., prof. Predrag Dasic]. – Краматорськ : ДДМА, 2024. – С. 207–210.
4. Мельников О. Ю., Пеліх Є. П. Постановка задачі створення «Telegram-бота» для підтримки навчального процесу у закладі вищої освіти // *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції*. – Черкаси, 2024. – С. 263–265.
5. Пеліх Є. П., Мельников О. Ю. Задача створення «Telegram-бота» для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти // *Молодіжна наука: інновації та глобальні виклики: збірник тез за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2024. – С. 539–540.
6. Курбацька А. С., Гетьман І. А. Проектування Telegram боту для бібліотеки файлів // *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18–20 квітня 2024 р.* / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2024. – С. 20–22.
7. Мельников О. Ю. Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування інформаційних систем: посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології». – Вид. 3-є, перероб. та доп. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 208 с.
8. Draw.io [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.drawio.com/about>

Дослідження можливостей Teachable machine для створення моделей машинного навчання

Бабаш А. В., Бороденко П. М., Миронова А. О., Сойнікова С. Д., Черемісова Т. В.
м. Краматорськ, ЗОШ № 26

Використання засобів штучного інтелекту дозволяє вирішити багато різних задач. Наприклад, можна розпізнавати об'єкти зі статичних фотографій або відео потоку. Можна розпізнавати настрій людини та її жести та міміку. Також за допомогою неймереж можна перетворювати чорно-біле зображення у кольорове. Сучасні охоронні системи використовують штучний інтелект для розпізнавання обличчя. У сучасних смартфонах засоби штучного інтелекту використовуються для покращення якості зображень, отриманих з фотокамерах (зменшення шуму та ін.). Для розпізнавання об'єктів, жестів та міміки людини використовуються моделі машинного навчання. Таку модель можна створити з використанням сервісу Teachable Machine [1]. Далі отримана модель

машинного навчання може бути перетворена у формат TensorFlow Lite [2] для подальшої інтеграції, наприклад, в проект Android додатку.

Мета роботи – аналіз, дослідження можливостей Teachable machine для створення моделей машинного навчання для визначення жестів та міміки людини. Задачі дослідження:

- вивчення можливостей сервісу Teachable Machine для створення моделей машинного навчання для розпізнавання об’єктів, жестів та міміки людини та ін;
- перевірка роботи та адекватності створеної моделі машинного навчання.

Об’єкт дослідження – модель машинного навчання TensorFlow Lite, яка отримана з використанням сервісу Teachable Machine.

Предмет дослідження – аналіз, дослідження створеної за допомогою Teachable machine моделі для розпізнавання жестів та міміки з зображень, захоплених камерою мобільного пристрою.

Для створення моделі машинного навчання потрібно скористатися сервісом Teachable Machine за посиланням <https://teachablemachine.withgoogle.com/>. Далі необхідно обрати “Get Started” для початку роботи з сервісом (рисунок 1).

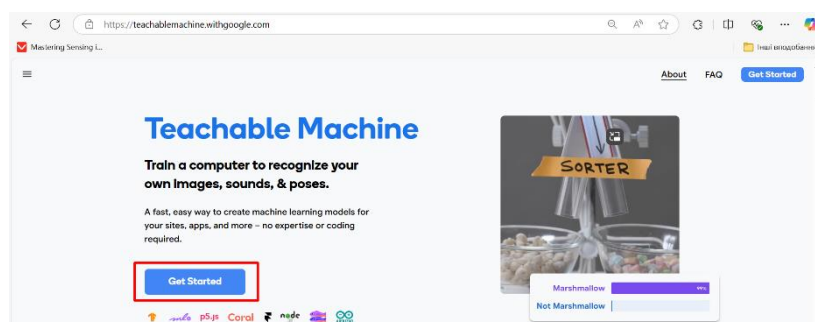


Рисунок 1 – Початок роботи з Teachable Machine

Для задач розпізнавання жестів та міміки людини або об’єктів та їх станів треба обрати “Image Project”. Далі треба обрати “Standard image model” (рисунок 2)

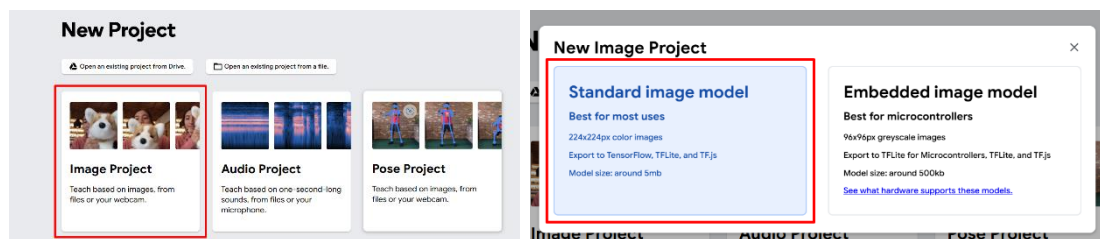


Рисунок 2 – Проект для роботи з зображеннями з файлів або веб камери та створення стандартної моделі

В конкретному прикладі модель машинного навчання буде розпізнавати жести (палець вгору та вниз). Також буде розпізнавати міміку (чи є посмішка чи немає). Будуть створені наступні класи: “Нічого”, “Палець вгору”, “Палець вниз”, “Посмішка”, “Без посмішки”. Вхідні дані (датасет) у вигляді фото буде зібраний з використанням вебкамери. Для захоплення фото з вебкамери треба натиснути “Hold to Record”.

Після додавання датасету (зображень для кожного класу) треба натиснути “Train Model” для здійснення процесу навчання моделі (рисунок 3).

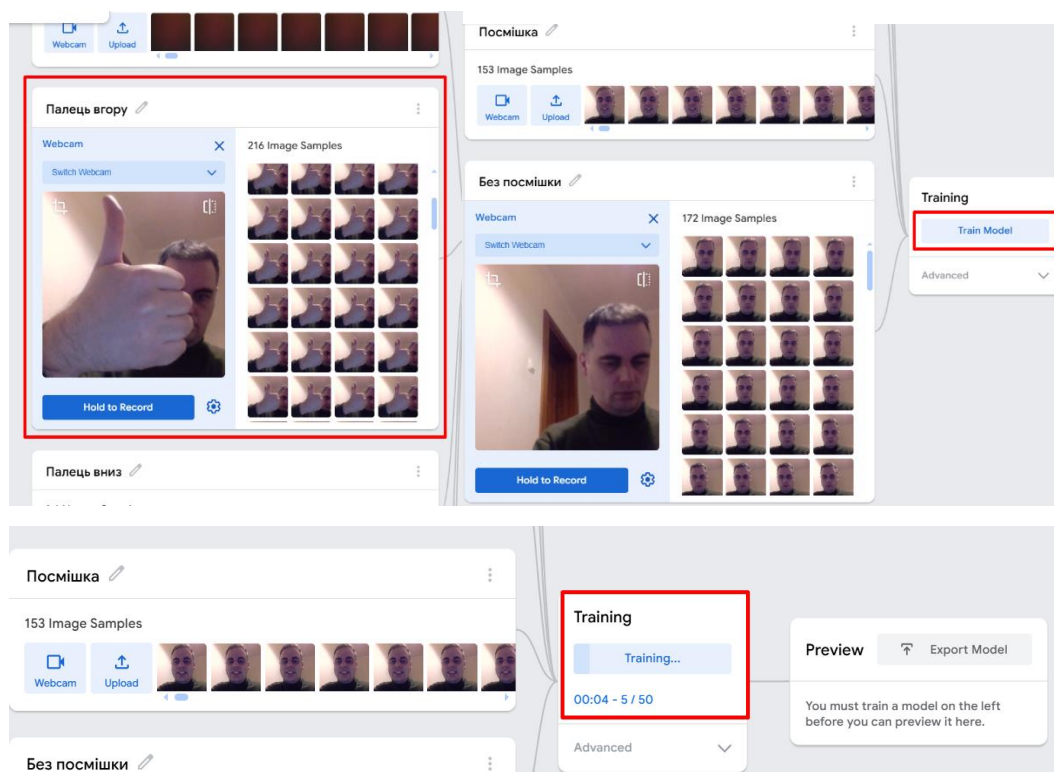


Рисунок 3 – Підготовка датасету та навчання моделі

Запуститься процес навчання моделі. Після закінчення процесу навчання була виконана перевірка адекватності та роботи отриманої моделі машинного навчання (рисунок 4).

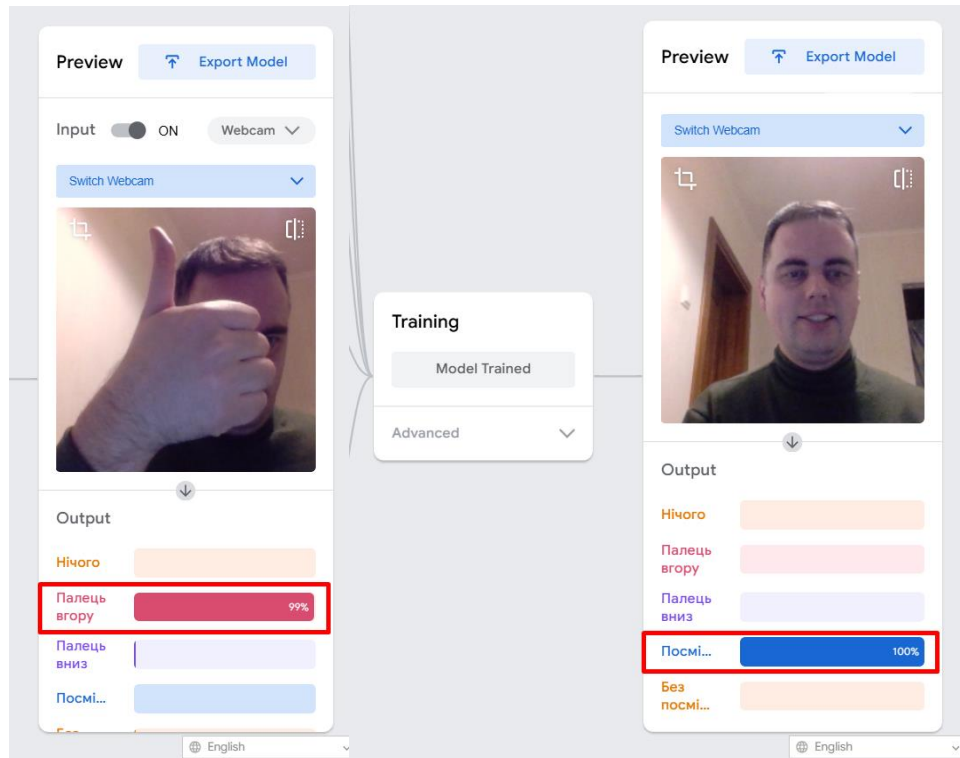


Рисунок 4 – Перевірка роботи та адекватності отриманої моделі машинного навчання

В результаті виконаної роботи було отримано та проаналізовано роботу моделі машинного навчання для розпізнавання жестів та міміки людини. Для генерації моделі машинного навчання було використано сервіс Teachable machine.

- Література*
1. Teachable Machine [Electronic resource] – Available at: <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
 2. TensorFlow Lite [Electronic resource] – Available at: https://www.cloudskillsboost.google/course_templates/17/video/504915?locale=uk

Система обліку енергоспоживання з використанням сенсорних мереж

Руденко В. М., Ільїнський М. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Високий рівень розвитку сучасних засобів автоматизації дозволяє більш широко використовувати їх можливості для автоматизації процесів, які традиційно раніше не було автоматизовано. Відсутність ефективної системи обліку енергоспоживання в умовах енергетичної кризи може призвести до неефективного використання енергоресурсів, збільшення втрат та ускладнення управління енергосистемою, в тому числі теплоносії, електромережі, системи водопостачання та ін. Впровадження сенсорних мереж може дозволити уникнути цих проблем та забезпечити стабільну роботу життєво важливих структур для населення.

Міста, як центри високої концентрації населення та промисловості, є значними споживачами енергії. Для забезпечення ефективного управління енергоресурсами в містах необхідні масштабні системи контролю, що охоплюють усіх споживачів, від домогосподарств до великих підприємств. Сучасні міста потребують інтегрованих систем моніторингу, таких як БСМ (Бездротова сенсорна мережа), та управління енергоспоживанням всіх наявних ресурсів, що охоплюють усіх споживачів [1].

Впровадження автоматизованої системи контролю й обліку електроенергії має бути вигідним як для енергетичних компаній, так і для споживачів. Мережеві компанії можуть зменшити технологічні втрати та підвищити ефективність своєї діяльності, а споживачі отримують точні рахунки за отримані послуги та зможуть контролювати свої витрати на енергію. Збутові компанії також отримують більш точні дані про обсяги проданої енергії [2].

Для ефективного збору даних про споживання енергії та створення розумних систем обліку використовується широкий спектр сенсорів. Наприклад такі як електричні лічильники, датчики струму та напруги, датчики температури та ін.

Метою роботи є вирішення проблематики питань стосовно контролю втрат

та підвищення точності обліку енергоресурсів за допомогою бездротових сенсорних мереж WSN (Wireless sensor networks) [3]. Автоматизована система контролю й обліку електроенергії мікрорайону призначена для моніторингу різних параметрів навколишнього середовища та об'єктів. Система складається з мережі бездротових датчиків, які збирають дані та передають їх на централізований сервер для подальшого аналізу та використання цієї інформації. Сукупність автономних датчиків забезпечує безперервний збір даних, незалежно від зовнішніх умов.

Моделювання БСМ помешкання здійснено з урахуванням задачі кластеризації сенсорів нейронних мереж та алгоритму нечіткого виводу використаного по правилу Мамдані.

База правил включає в себе множину нечітких правил W^k , $k = 1, \dots, N$ вигляду:

$$W_k : \text{ЯКЩО}(x_1 \text{ це } D_1^k \text{ ТА } x_2 \text{ це } D_2^k \dots \text{ ТА } x_n \text{ це } D_n^k), \\ \text{ТОДІ } (y_1 \text{ це } P_1^k \text{ ТА } y_2 \text{ це } P_2^k \dots \text{ ТА } y_n \text{ це } P_n^k),$$

де n — чисельність нечітких правил; D_k — самі нечіткі множини $D_1^k \subseteq X_i \subset W$, $i = 1, \dots, n$.

$$\mu_c(y) = \max_{k=1-N} \left\{ \min \left[\mu_{D_1^k}(\bar{x}_1), \mu_{D_2^k}(\bar{x}_2), \mu_{P_1^k}(y) \right] \right\},$$

де $\bar{x}_1$ та $\bar{x}_2$ — початкові параметри (залишкова енергія вузла сенсорів та центральності за діаграмами Вороного); D_1^k та D_2^k — відповідні їм нечіткі множини, $k = 1, \dots, N$; N — кількість правил нечіткого виводу ($N=3^2=9$); y — параметр на виході (вірогідність вибору головного вузла); P_1^k — множина вихідного параметру [4].

Застосовуючи апарат нечіткої логіки до бази правил, отримується лінгвістична змінна, яка характеризує ступінь вірогідності вибору головного вузла. Вірогідність обрання головного вузла обраховується шляхом дефазифікації нечіткої множини на виході за допомогою методу центру тяжкості. Побудований алгоритм використовується при виборі головного вузла кластера у бездротовій сенсорній мережі.

Результат проведеного моделювання свідчить про високу ефективність запропонованого способу вибору кластеризації сенсорів, заснованого на нейронних мережах та нечіткій логіці. За допомогою використання діаграм Вороного забезпечено точну ідентифікацію головних вузлів у мережі, що дозволяє оптимізувати розподіл енергетичних ресурсів [5]. Впровадження нечіткої логіки для прийняття рішень надало алгоритму гнучкості та адаптивності до змінних умов роботи мережі. Робота виконана для проведення порівняльного аналізу з більш відомими алгоритмами LEACH та Fuzzy C-Means, що підтверджує переваги запропонованого підходу в плані енергоефективності та загального терміну життя мережі, продовжуючи життєвий цикл сенсорної мережі на 89 % та 70 % відповідно, що і було доведено у теоретичних дослідженнях.

Отримані результати відкривають перспективи для подальших досліджень у напрямку розробки більш інтелектуальних систем управління бездротовими сенсорними мережами (Sense, Enbala Powertracks, GE Predix, Siemens MindSphere), що дозволить підвищити їх надійність та ефективність у різних областях застосування.

Література

1. Ben Alla S., Ezzati A., Mohsen A. Gateway and Cluster Head Election using Fuzzy Logic in heterogeneous wireless sensor networks / *International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS)*. – May 2012. – P. 10-12, 761-766.
2. Cohen B. What exactly is a smart city? [Electronic resource] / B. Cohen // *Fast Company*. 2012. – Vol. 7, No 4. – P.62–74.
3. Heinzelman W. R., Chandrakasan A. P., Balakrishnan H. An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks // *IEEE Transactions on Wireless Communications*. – Oct. 2002. – Vol. 1, № 4. – P. 530–539.
4. Kang T. South Korea's experience with smart infrastructure services [Electronic resource] / T.Kang. – [W. e.], 2020. – 36 p.
5. Salim A., Koucheryavy A. Cluster head selection for homogeneous Wireless Sensor Networks. *Advanced Communication Technology. ICACT 2009 / 11th International Conference IEEE*. – Phoenix Park, Korea. – Feb. 2009. – Vol. 03. – P. 1562–1587.

Методи та інформаційні технології прогнозування курсів акцій на фондовій біржі

Ларченкова Л. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Фондова біржа – це постійно діючий, організований майданчик, на якому відбувається торгівля цінними паперами. Тобто, фондова біржа – це конкурентний ринок фінансових активів, де їхню вартість визначає попит та пропозиція [1].

Фінансові біржі мають величезний вплив не лише на місцеві ринки тих країн, де вони діють. Вони часто визначають економічну ситуацію усього світу, а коливання на найбільших біржах можуть спричинити спад усієї світової економіки [1].

На вартість акцій впливає безліч факторів. Але глобально їх поділяють на три групи: фундаментальні (оцінка вартості акцій компанії + базовий прибуток, що гарантує окупність інвестицій); технічні (зовнішні впливи, які впливають на попит і пропозицію); ринкові (оцінка акцій залежить від трейдерів) [2].

Методів прогнозування курсів акцій існує дуже багато, розглянемо найпоширеніші із них.

1. Проста ковзаюча середня (SMA) може бути використана як модель для прогнозування часових рядів даних. Сані та Кінгсман (1997) дослідили, що SMA є найпопулярнішим методом прогнозування через його простоту. Щоб розрахувати ковзаючу середню, потрібно скласти всі показники з заданих періодів і розділити на загальну кількість періодів. Рівняння наведено нижче [3]:

$$SMA = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}, \quad (1)$$

де n – загальна кількість періодів, а a_n – ціна акції в період n .

2. Зважена ковзаюча середня (WMA) також є надійною моделлю для прогнозування часових рядів даних. Згідно з дослідженням Zhuang et al. у 2007 році, модель WMA обирає більше вибірок для отримання певного значення, яке

є вирішальним для ковзного середнього. У той же час, WMA надає йому більшу довірчу вагу, щоб ковзаюче середнє могло швидко відобразити це важливе значення. Для розрахунку ковзної середньої, в межах заданих періодів, відкладаємо ціну за період з певною вагою і знаходимо добуток. Сума ваг повинна дорівнювати 1. Рівняння наведено нижче [4]:

$$\begin{cases} WMA = W_1 a_1 + W_2 a_2 + W_3 a_3 + \dots + W_n a_n, \\ W_1 + W_2 + W_3 = 1 \end{cases}, \quad (2)$$

де n – загальна кількість періодів, W_n – вага для періоду n , а a_n – ціна акції в період n .

3. Одиничне експоненціальне згладжування (SES) може бути надійною моделлю прогнозування, оскільки вона також є найпоширенішим методом прогнозування. Як підсумували Рахмат і Сухартоно у 2020 році, SES - це метод, який дає експоненціальну зважену ковзну середню для попередніх спостережень і не показує впливу тренду та сезону. Це метод середньозваженого значення який надає більшу вагу останнім результатам. Для розрахунку прогнозної ціни потрібно використати наступну формулу [5]:

$$\begin{cases} F_n = F_{n-1} + \alpha(a_{n-1} - F_{n-1}), \\ \alpha \leq 1 \end{cases}, \quad (3)$$

де α – константа згладжування, F_{n-1} – прогнозна ціна, зроблена для попереднього періоду, a_{n-1} – фактична ціна попереднього періоду, а F_n – прогнозна ціна на період n .

4. Середнє абсолютне відхилення (MAD) - це параметр, який вимірює похибку прогнозної моделі. Це середнє значення абсолютної різниці між фактичними цінами та прогнозними цінами. Рівняння наведено нижче [6]:

$$MAD = \frac{\sum_{p=1}^n |a_p - F_p|}{n}, \quad (4)$$

де a_p – фактична ціна в період p , F_p – прогнозна ціна на період p , а загальна кількість спостережень дорівнює n .

5. Кореляцію можна описати як ступінь зв'язку між двома змінними. На фондових ринках також можна виявити кореляцію між двома акціями. Коефіцієнт кореляції є одним з показників кореляції. Розрахувавши коефіцієнт кореляції між кожним фондовим індексом, можна визначити короткостроковий зв'язок між кожною акцією. Абсолютне значення коефіцієнта менше або дорівнює 1. Позитивний коефіцієнт, що наближається до значення 1, свідчить про сильний короткостроковий зв'язок з позитивно пропорційним впливом, і навпаки. Рівняння наведено нижче [7]:

$$r_{ab} = \frac{Cov(a,b)}{\sigma_a \sigma_b}, \quad (5)$$

де коефіцієнт кореляції між a та b – r_{ab} , коваріація a та b – $Cov(a,b)$, стандартні відхилення a та b відповідно σ_a та σ_b .

Таблиця 1 – Порівняння найпоширеніших методів, що використовуються при прогнозуванні часових рядів.

	Проста ковзаюча середня (SMA)	Зважена ковзаюча середня (WMA)	Одиничне експоненціальне згладжування (SES)	Середнє абсолютне відхилення (MAD)	Кореляція
Простота	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7
Точність	0,6	0,7	0,8	0,6	0,9
Швидкість	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
Загальна оцінка	2,1	2,2	2,1	2,1	2,3

Згідно проведеного аналізу «Кореляція» отримала найвищу оцінку 2,3, що лише на 4–8 % відрізняється від інших значень.

Отже, проведений аналіз показав, що у всіх методів є свої переваги та недоліки, але це не робить їх неефективним при прогнозуванні часових рядів. З невеликою похибкою, але вони всі справляються з задачею прогнозування.

Сучасні інформаційні технології, що використовуються при прогнозуванні курсів акцій:

1. Streamline – це провідна у світі платформа для спільного бізнес-планування на базі ІІІ. Завдяки команді провідних експертів з аналізу даних, розробки програмного забезпечення, бізнес-прогнозування та управління ланцюгами поставок Streamline робить алгоритми моделювання та прогнозування доступними для нематематиків, забезпечуючи точне та гнучке прогнозування для компаній. Однією з ключових переваг Streamline є повна інтеграція з системами ERP/MRP і базами даних, що дозволяє компаніям легко інтегрувати їх у свої існуючі робочі процеси [8]. Зовнішній вигляд програми Streamline наведено на рисунку 1.

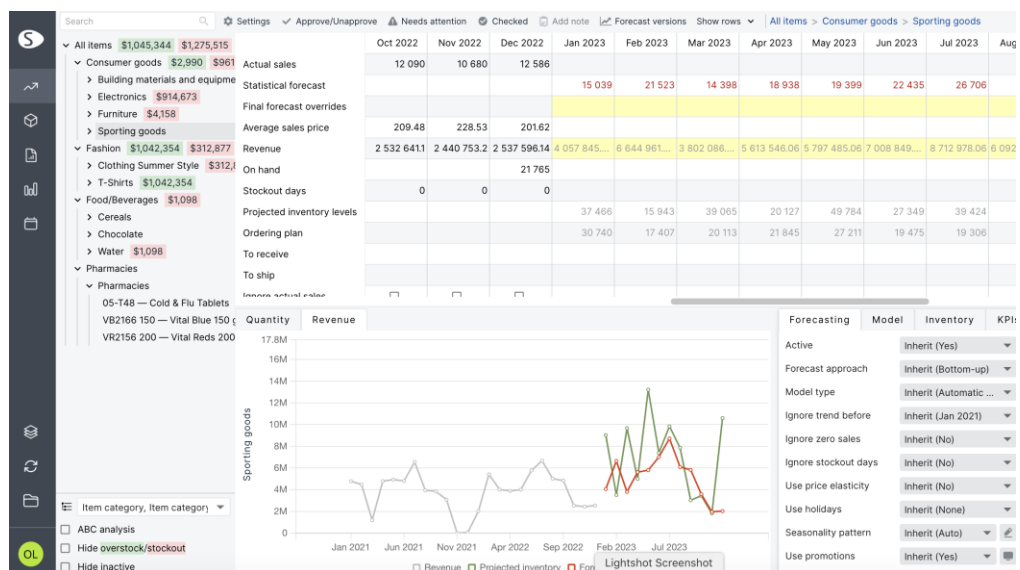


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд програми Streamline

2. Anaplan – американська компанія з планування програмного забезпечення. Anaplan продає підписку на хмарне програмне забезпечення для бізнес-планування та надає дані для прийняття рішень [9]. Зовнішній вигляд програми Anaplan наведено на рисунку 2.

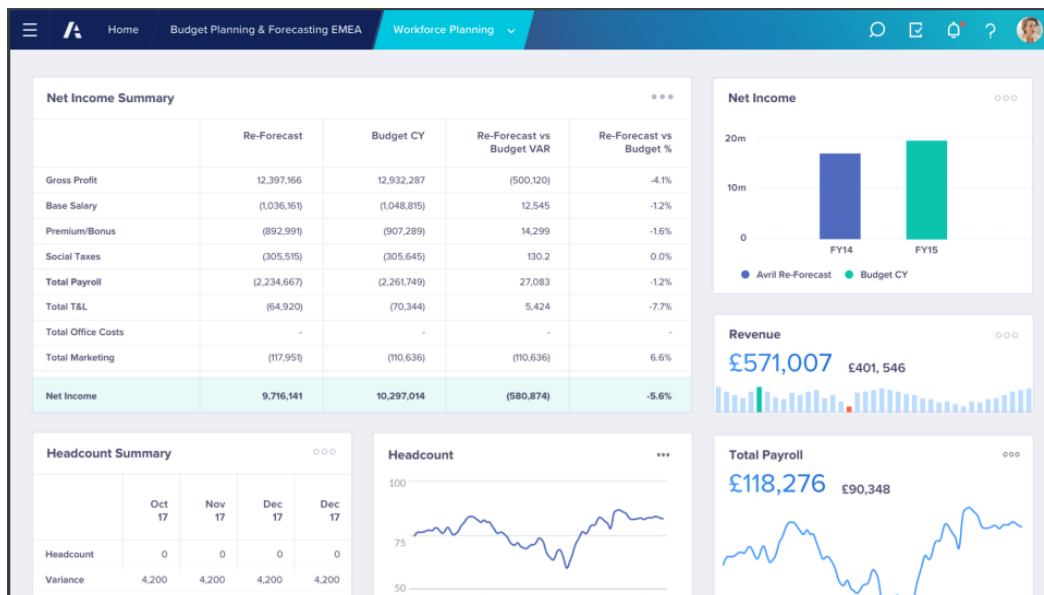


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд програми Anaplan

3. Amazon Forecast – це повністю керований сервіс, який використовує статистичні алгоритми та алгоритми машинного навчання для надання високоточних прогнозів часових рядів. Базуючись на тій же технології, що використовується для прогнозування часових рядів на Amazon.com, Forecast надає найсучасніші алгоритми для прогнозування майбутніх даних часових рядів на основі історичних даних і не потребує досвіду машинного навчання [10]. Зовнішній вигляд програми Amazon Forecast наведено на рисунку 3.

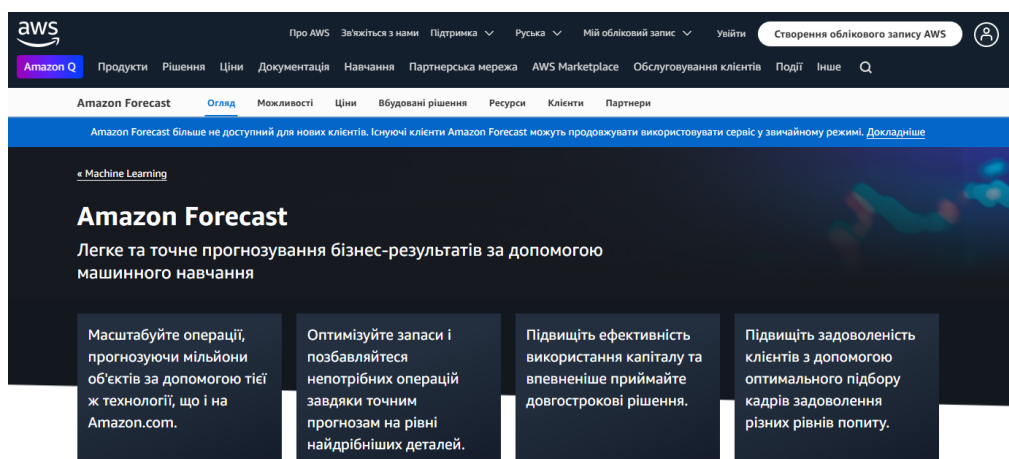


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд програми Amazon Forecast

Таблиця 2 – Порівняння сучасних інформаційних технологій, що використовуються при прогнозуванні курсів акцій.

Назва платформи	Переваги	Недоліки
Streamline	1. Інтегрується з кількома джерелами даних 2. Використовує сучасне прогнозування на основі ШІ; 3. Широкий спектр розширених функцій і налаштувань.	1. Зовнішній вигляд незручний 2. Дуже складна, потрібно більше часу, щоб зрозуміти як працювати.
Anaplan	1. Гнучкість управління бізнес-моделями; 2. Швидке створення детальних планових і аналітичних додатків	1. Налаштування вимагає багато навчання, часу та спілкування з командою з впровадження; 2. Графіків та візуалізації даних не вистачає.
Amazon Forecast	1. Автоматизоване машинне навчання; 2. Підтримка відсутніх значень – Forecast надає кілька методів заповнення для автоматичної обробки відсутніх значень у наборах даних; 3. Висока точність	1. Складність для новачків; 2. Призначений насамперед для роботи в екосистемі AWS, що може обмежити його застосування для підприємств, які не використовують сервіси AWS.

Проаналізувавши усі вищенаведені сучасні інформаційні технології, що використовуються при прогнозуванні, можна зробити висновок, що кожна система має свої недоліки, такі як складність налаштування, незручність інтерфейсу та нестача графіків та візуалізації даних, але разом з цим сучасні інформаційні системи мають більшість переваг, що є ключовими при прогнозуванні даних.

Література

1. Фондова біржа, [електронний ресурс] URL: <https://rates.fm/ua-uk/invest/fondova-birzha-vse-sho-potribno-znati/>
2. Види факторів, що впливають на ціни акцій, [електронний ресурс] URL: <https://www.business-assist.com.ua/nezavisimaya-ocenka/ocenka-cennyx-bumag>
3. Tian, Lin. (2023). *Forecast and Analysis for Stock Market of the U.S, Canada, and Mexico based on Time Series Forecasting Models. Advances in Economics, Management and Political Sciences*. 13. 388-400, [електронний ресурс] DOI:10.54254/2754-1169/13/20230759.
4. Ying, Shichen. (2023). *Stock Price Forecasting with Machine Learning. Advances in Economics, Management and Political Sciences*. 45. 138-149, [електронний ресурс] DOI:10.54254/2754-1169/45/20230275.
5. Ringmu, Huboh Samuel & Oumar, Saidou & Oumar, B. (2023). *Forecasting stock prices in the New York stock exchange*. 9. 1-20, [електронний ресурс] DOI:10.1453/jeb.v9i1.2269.
6. Albaroudi, Elham. (2022). *Stock Prices Analysis and Forecasting*, [електронний ресурс] DOI:10.36227/techrxiv.20107532.
7. Priyatno, Arif & Tanjung, Lailatul & Ramadhan, Wahyu & Cholidhazia, Putri & Jati, Putri & Firmananda, Fahmi. (2023). *Comparison Random Forest Regression and Linear Regression For Forecasting BBCA Stock Price. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*. 6. 718-732, [електронний ресурс] DOI:10.31004/jutin.v6i3.16933.
8. Streamline, [електронний ресурс] URL: <https://www.streamlineplan.com/>
9. Anaplan, [електронний ресурс] URL: <https://www.anaplan.com/>
10. Amazon Forecast, [електронний ресурс] URL: <https://aws.amazon.com/ru/forecast/>

Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для підвищення швидкості читання та засвоєння інформації

Ковригін В. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасному інформаційному суспільстві швидкість опрацювання текстового контенту має стратегічне значення для освіти, науки та професійної діяльності. Зростання обсягів інформації зумовлює потребу в ефективних підходах до її сприйняття й засвоєння. В умовах цифрової трансформації освіти особливо актуальним є вивчення методів, моделей та ІТ-рішень, що можуть сприяти розвитку когнітивних здібностей користувачів у сфері читання.

Мета дослідження — обґрунтувати концепцію інформаційної системи, яка реалізовуватиме методи швидкочитання, адаптивну подачу навчального контенту та моніторинг прогресу користувача з урахуванням індивідуальних особливостей сприйняття.

На першому етапі було здійснено огляд сучасних технологій і підходів у галузі когнітивного тренінгу: зокрема методів розширення периферійного зору, розвитку концентрації уваги та застосування алгоритмів обробки природної мови (NLP), зокрема трансформерів, BERT і GPT [1]. Також проаналізовано підхід інтервального повторення як ефективний інструмент для закріплення прочитаного матеріалу.

У межах дослідження запропоновано попередню структуру системи, яка передбачає наявність модулів персоналізованого тестування, адаптивного подання текстів (наприклад, через техніку RSVP), оцінювання рівня розуміння прочитаного та формування звітів про прогрес. Планується, що архітектура системи базуватиметься на JavaScript із використанням сучасних бібліотек машинного навчання для прогнозування результатів користувача.

На рисунку 1 подано узагальнену схему архітектури майбутньої системи, що включає користувача, модуль подання навчального контенту, систему збору даних про динаміку читання та аналітичний блок [2].

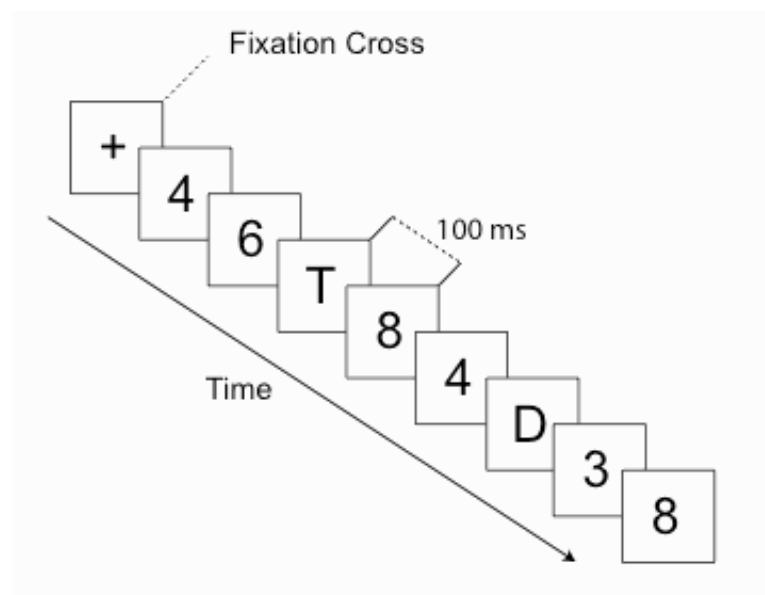


Рисунок 1 – Діаграма методу RSVP (Rapid Serial Visual Presentation)

Це проста діаграма, яка показує, як слова з тексту відображаються на екрані по одному в швидкій послідовності. Ілюстрація повинна включати текст, що з'являється у віконці, та таймлайн під ним, щоб показати інтервали між

словами. На екрані зображено одне слово, а під ним стрілка часу з написом "100 мс/слово".

На рис.2 показана діаграма інтервального повторення, яка наочно ілюструє, як з часом рівень засвоєння матеріалу спадає, але повторення через певні інтервали дозволяють повернути рівень засвоєння до початкових значень [2]. На діаграмі ось X показує час у днях, а ось Y — рівень засвоєння матеріалу (у відсотках). Після кожного повторення, яке відбувається на певних інтервалах, рівень засвоєння повертається до 100%. Після кожного тренування інтервали між повтореннями стають довшими, що дозволяє стабільно зберігати інформацію в пам'яті.

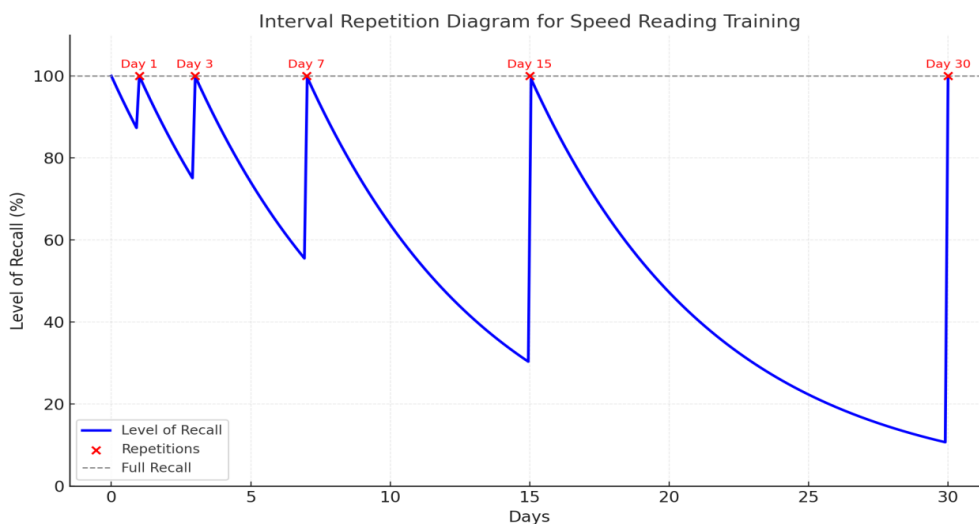


Рисунок 2 – Діаграма інтервального повторення

Крім того, впроваджуються адаптивні алгоритми, які автоматично налаштовують темп подачі тексту залежно від зворотного зв'язку від користувача. Наприклад, оцінюючи час, необхідний для розуміння окремих фрагментів тексту, алгоритми можуть коригувати швидкість відображення, щоб забезпечити комфортний рівень навантаження. Таким чином, ці інструменти не лише підвищують швидкість читання, але й зберігають високу якість засвоєння інформації [3]. Очікується, що реалізація запропонованого підходу забезпечить індивідуалізоване навчання, адаптоване до реальних можливостей користувача, з динамічним коригуванням навантаження та типів завдань

на основі зібраної статистики. У подальших етапах дослідження планується розглянути можливість інтеграції біометричних показників для підвищення точності оцінювання прогресу.

Література

1. Mayer R.E. *Multimedia Learning: Second Edition*. Cambridge University Press, 2021.
2. Clark R.C., Mayer R.E. *E-Learning and the Science of Instruction*. Wiley, 2016.
3. Smith J., *Advanced Techniques in Speed Reading*. Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-12345-6.

Автоматизована обробка даних засобами агентних систем

Карпенко М. О., Гетьман І. А.

ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

У ХХІ столітті людство стикається з безпрецедентним зростанням обсягів цифрової інформації. Щодня генеруються петабайти нових даних у сфері бізнесу, медицини, промисловості, науки, соціальних мереж та інших галузях. Ця тенденція потребує нових підходів до збирання, обробки, аналізу та інтерпретації інформації. Традиційні інформаційні системи вже не можуть забезпечити необхідну швидкість та точність аналізу в умовах високої динаміки, неоднорідності та великого обсягу даних. Саме тому виникає необхідність впровадження інтелектуальних агентних систем на базі технологій штучного інтелекту (ШІ), здатних діяти автономно, адаптуватися до змін навколишнього середовища, навчатися на основі досвіду та приймати оптимальні рішення в умовах невизначеності.

Метою дослідження є створення моделей, методів і технологій, які забезпечують ефективне використання агентів штучного інтелекту для автоматизації обробки даних. Особливу увагу приділено побудові гнучких, адаптивних, розподілених агентних систем, що здатні до автономного функціонування у складних, динамічних середовищах. Дослідження базується на поєднанні знань із галузей агентного моделювання, машинного навчання,

обробки великих даних (Big Data), програмної інженерії та інформаційної безпеки.

Предметна область дослідження охоплює системи, в яких агенти ШІ відіграють ключову роль у реалізації функцій збору, очищення, зберігання, аналізу, прогнозування та візуалізації даних. Агентні технології передбачають створення автономних програмних компонентів (агентів), що взаємодіють між собою та з інформаційним середовищем, приймаючи рішення на основі отриманих даних. Особливістю таких систем є їх здатність функціонувати без безперервного втручання людини, а також можливість адаптації до змін.

Для досягнення поставленої мети використовуються такі моделі та методи: декомпозиційне моделювання для спрощення складних систем і виділення незалежних функціональних блоків; ієрархічне управління агентами, що дозволяє будувати багаторівневі системи прийняття рішень; модульна архітектура, яка забезпечує масштабованість і повторне використання компонентів; машинне навчання, включаючи глибоке навчання на базі нейронних мереж для аналізу неструктурованих і високорозмірних даних; методи роботи з Big Data на платформах Hadoop, Spark для обробки даних у розподілених середовищах; CI/CD та DevOps-практики, що забезпечують гнучкість і швидкість у розробці та впровадженні агентних рішень.

Інформаційні технології, що використовуються у дослідженні, охоплюють не лише системи обробки даних, але й інструменти для навчання моделей ШІ (TensorFlow, PyTorch), системи управління потоками даних (Kafka), а також бази даних для зберігання структурованої (PostgreSQL) та неструктурованої (MongoDB) інформації. Важливим компонентом є використання хмарних сервісів і контейнеризації (Docker, Kubernetes), які дозволяють забезпечити гнучке розгортання агентних систем у різних середовищах.

Серед ключових переваг агентного підходу можна виділити такі характеристики. По-перше, автономність – агенти здатні діяти незалежно, без постійного зовнішнього управління. По-друге, адаптивність, тобто можливість змінювати свою поведінку залежно від нових умов середовища. Також

важливою є інтерактивність, яка забезпечує здатність агентів взаємодіяти як між собою, так і з зовнішніми системами. Ще однією перевагою є розподіленість, що дозволяє організовувати паралельну роботу агентів у масштабованих обчислювальних середовищах. Нарешті, навченість означає здатність агентів до самонавчання – як на основі наявних історичних даних, так і безпосередньо в процесі своєї роботи.

Разом із тим, дослідження виявило низку проблемних аспектів, які потребують уваги при впровадженні агентних систем. Зокрема, однією з головних труднощів є складність інтеграції таких систем у вже існуючу ІТ-інфраструктуру підприємств, що часто передбачає необхідність адаптації до застарілих або різномірних технологій. Крім того, масштабування агентних систем супроводжується високими вимогами до обчислювальних ресурсів, що може обмежити їх використання в умовах обмеженої інфраструктури.

Іншою важливою проблемою є нестача якісних навчальних вибірок, необхідних для ефективного тренування моделей штучного інтелекту, що безпосередньо впливає на точність і надійність роботи агентів. Також існують ризики, пов'язані з безпекою, зокрема потенційна втрата конфіденційних даних, а також непрозорість процесу прийняття рішень, що може викликати недовіру до агентних систем з боку користувачів.

Окрім технічних аспектів, слід враховувати і економічні виклики: розробка, навчання та впровадження складних агентних систем потребує значних фінансових і часових ресурсів, що особливо критично для малих і середніх підприємств.

У перспективі важливим напрямом розвитку є створення етичних та прозорих агентних систем, здатних пояснювати прийняті рішення, зменшувати ризики некоректної поведінки та дотримуватися вимог безпеки. Також необхідно враховувати економічну ефективність впровадження таких технологій, особливо в умовах обмежених ресурсів.

Висновок. Результати дослідження підтверджують, що агентні системи на базі ІІІ є потужним інструментом для автоматизації обробки даних, здатним

радикально підвищити ефективність інформаційних процесів у різних галузях. Подальше удосконалення моделей, методів та ІТ-рішень у цій сфері сприятиме створенню нових поколінь інтелектуальних систем, які відповідатимуть викликам цифрової епохи.

Література

1. Sutton, R. S., Barto, A. G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd ed. MIT Press, 2018.
2. Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, vol. 529, no. 7587, 2016, pp. 484–489.

Порівняльний аналіз моделей машинного навчання для ціноформування залізничних квитків

Краснолуцький В. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Застосування методів машинного навчання для прогнозування та ціноформування активно розвивається в транспортній галузі, особливо в умовах економічної нестабільності та змін у пасажирському попиті. Важливість таких підходів зростає при формуванні цін на залізничні квитки, оскільки це дозволяє створити адаптивну тарифну політику на основі аналізу історичних даних, сезонних коливань, заповнюваності поїздів та інших чинників. Традиційні моделі ціноутворення часто не враховують складну динаміку попиту. У цьому контексті методи машинного навчання, зокрема Градієнтне Прискорення (англ. GradientBoost), Випадковий Ліс (англ. RandomForest) та Лінійна Регресія (англ. LinearRegression), показують значний потенціал для прогнозування цін та аналізу факторів, що впливають на визначення оптимальних тарифів.

GradientBoost — це ансамблева модель, яка поєднує переваги кількох слабких моделей (зазвичай дерев рішень), що забезпечує високу точність навіть при роботі з складними даними. RandomForest знижує ризик перенавчання, використовуючи велику кількість дерев, що дозволяє отримати більш стабільні

результати. LinearRegression, хоч і поступається в складних сценаріях, є класичним підходом для оцінки впливу кожної змінної на кінцевий результат та залишається інтерпретованим підходом.

Для оцінки точності моделей машинного навчання застосовуватимуться кілька стандартних метрик: середня квадратична похибка (MSE) для оцінки помилки прогнозу, корінь середньої квадратичної похибки (RMSE), що використовується для вимірювання величини помилки в тій самій одиниці вимірювання, що й самі дані, та коефіцієнт детермінації (R^2), що показує, наскільки добре модель пояснює варіацію в даних:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2 \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (2)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^m (\bar{Y} - Y_i)^2} \quad (3)$$

Актуальність дослідження полягає в порівняльному аналізі цих моделей для визначення найбільш ефективного підходу до формування ціноутворення в реальному часі. Такий підхід може не лише покращити фінансову ефективність перевізника, а й підвищити задоволеність пасажирів завдяки справедливим і гнучким тарифам [1].

Метою роботи є порівняння моделей машинного навчання для прогнозування цін на основі історичних даних про попит, час відправлення та інші фактори. Очікується, що результати дозволять зменшити недоотримані доходи та уникнути перевантажень потягів завдяки точнішому й обґрунтованому ціноутворенню. Результати дослідження можуть бути застосовані

як у державному, так і в приватному секторі пасажирських перевезень, з можливістю масштабування на інші види транспорту [2].

Література:

1. Huber, M., Meier, J., & Wallimann, H. (2021). *Business analytics meets artificial intelligence: Assessing the demand effects of discounts on Swiss train tickets*. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.01426>
2. Chebanova, O., & Volokhov, V. (2023). *Використання технологій машинного навчання для оптимізації логістики*. URL: <https://doi.org/10.18664/btie.83.300406>

**Визначення класів шкідливого ПЗ на основі статичного аналізу,
шляхом кластеризації DBSCAN**

Зубрицький О. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Зі зростанням кількості та складності шкідливого програмного забезпечення (ПЗ) виникає необхідність у швидких та ефективних методах його класифікації для своєчасного виявлення та реагування.

DBSCAN, що розшифровується як Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise – це потужний алгоритм кластеризації, який групує точки, тісно розташовані одна біля одної в просторі даних [1]. На відміну від алгоритмів типу K-Means, DBSCAN [2] не потребує попереднього задання кількості кластерів, що є критично важливим у випадках аналізу непередбачуваної природи даних, як-от у випадку зразків ШПЗ.

За основу було взято датасет обсягом 40 тис. зразків шкідливого ПЗ без вказання класів [3], де кожен рядок – це аналіз файлу на виклик 1 тис. функцій Windows API. В результаті кластеризації було виділено 8 класів шкідливого ПЗ рисунок 1.

Частина зразків (1006) не увійшла до жодного кластера, що може свідчити про їх унікальність або нові види шкідливого ПЗ. Розподілення по кластерам представлено в таблиці 1.

Визначено функції, притаманні кожному кластеру та функції, які присутні у всіх кластерах, рисунок 2.

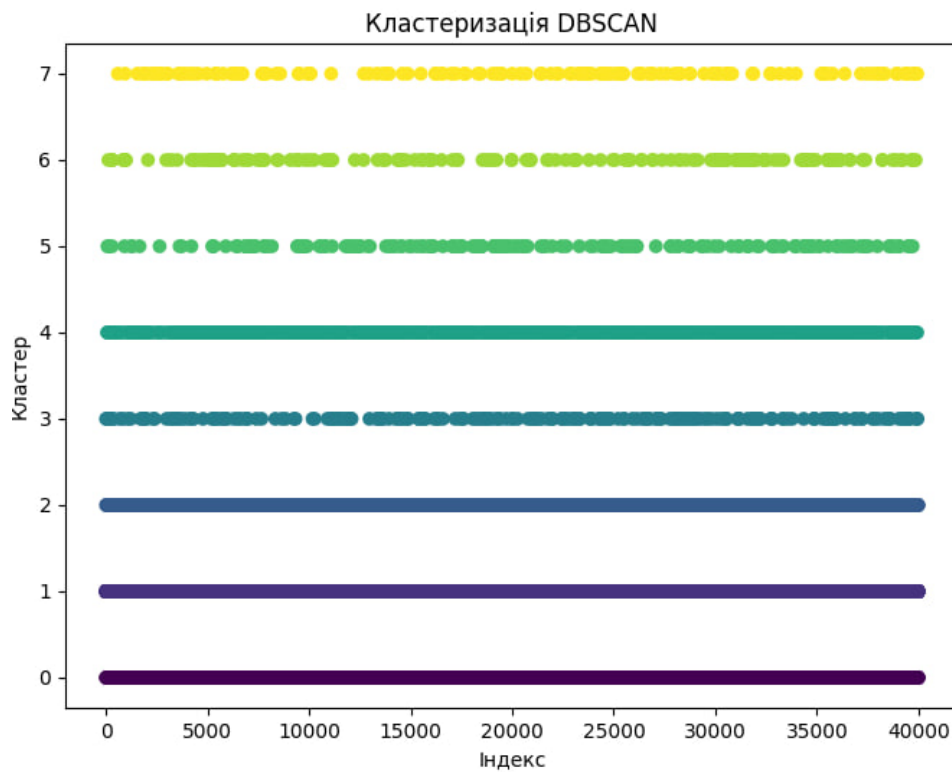


Рисунок 1 – Виділення кластерів шкідливого ПЗ на основі статичного аналізу

Таблиця 1 – Розподілення шкідливого ПЗ по кластерам

Кластер	Кількість зразків
Кластер 0	3940
Кластер 1	29748
Кластер 2	3828
Кластер 3	236
Кластер 4	750
Кластер 5	185
Кластер 6	163
Кластер 7	144

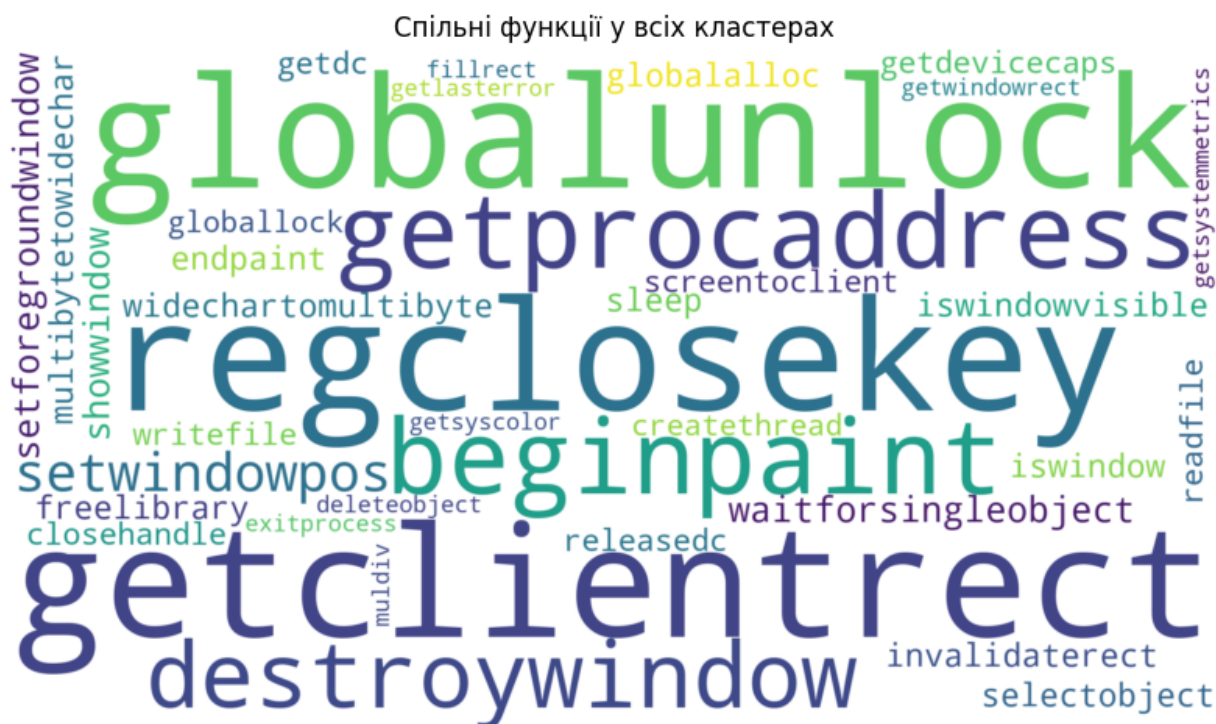


Рисунок 2 – Спільні функції у всіх кластерах.

Результати дослідження підтверджують ефективність використання алгоритму DBSCAN для класифікації зразків шкідливого ПЗ на основі статичного аналізу викликів API.

Література

1. A Guide to the DBSCAN Clustering Algorithm [Electronic resource] // datacamp. – Mode of access: <https://www.datacamp.com/tutorial/dbscan-clustering-algorithm>.
2. Cluster parameter-based DBSCAN maps for image characterization [Electronic resource] / Péter Bíró [et al.] // Computational and Structural Biotechnology Journal. – 2025. – Vol. 27. – P. 920–927. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2025.02.037> (date of access: 10.04.2025).
3. Angelo Oliveira, November 7, 2019, "Malware Analysis Datasets: Top-1000 PE Imports", IEEE Dataport, doi: <https://dx.doi.org/10.21227/004e-v304>.

РОЗДІЛ 9. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Використання середовища R для статистичного моделювання і контролю якості у технічних системах

Ковалевський С. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Середовище програмування R виникло як вільна реалізація мови S і швидко стало одним із найпотужніших засобів для аналізу даних, статистичного моделювання та наукових обчислень [1, 2]. Його перевагами є відкритість, багатий набір статистичних пакетів, активна спільнота розробників і користувачів, а також можливість візуалізації результатів будь-якого рівня складності.

У сфері технічних систем, зокрема в машинобудуванні, R дозволяє реалізовувати повний цикл аналітичної обробки даних: від збору експериментальних значень до побудови моделей контролю параметрів, перевірки статистичних гіпотез, виявлення тенденцій та ухвалення рішень щодо технологічного процесу або якості готової продукції.

Згідно з підходом Неймана–Пірсона, за основу статистичного контролю параметрів береться побудова критерію, який дозволяє з максимально можливою потужністю виявляти відхилення параметра μ від норми μ_0 при фіксованій ймовірності хибного спрацювання α . У нашому прикладі μ — це середній діаметр шийки вала після шліфування.

Припустимо, що розподіл значень діаметра нормальний з відомим стандартним відхиленням $\sigma = 0.2$. Номінальне значення — $\mu_0 = 50.00$, альтернативне — $\mu_1 = 50.00$, обсяг вибірки — $n = 10$, а рівень значущості — $\alpha = 0.05$. Для ілюстрації можливостей середовища R було проведено моделювання задачі контролю якості із застосуванням критерію Неймана–Пірсона. На початковому етапі задали всі необхідні параметри процесу: номінальне значення діаметра деталі становило 50.00 мм, тоді як альтернативне — 50.10 мм,

що відповідало припущенню про зсув унаслідок зношення інструменту. Стандартне відхилення діаметра визначено на рівні 0.2 мм, що відображає точність вимірювання. Для статистичної оцінки було сформовано вибірку обсягом 10 одиниць продукції, а рівень значущості, згідно з типовими вимогами до надійності контролю, встановлено на рівні 5 %.

На основі цих даних обчислюється стандартна похибка (standard error) як $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ та квантиль нормального розподілу $z_{1-\alpha}$, що дорівнює приблизно 1.6449. Далі визначається критичне значення для порівняння з вибіркоvim середнім. У нашому випадку воно дорівнює 50.1039 мм.

Після задання початкового стану генератора випадкових чисел (для відтворюваності результатів) було сформовано вибірку з 10 спостережень, що імітують продукцію з відхиленням значенням $\mu_1 = 50.10$, $\mu_1 = 50.10$. Обчислене вибіркoве середнє становило 50.1907 мм, що перевищує критичне значення. Отже, за умовами критерію було ухвалено рішення відхилити нульову гіпотезу, тобто виявлено відхилення від номіналу.

Було також обчислено ймовірність помилки другого роду (β), яка склала 0.5254. Потужність критерію відповідно дорівнює 0.4746.

У рамках дослідження було побудовано графіки щільностей розподілу вибіркового середнього за умов гіпотез H_0 та H_1 . Розподіл при H_0 позначено синім кольором, при H_1 — червоним. Вертикальною пунктирною лінією позначено критичне значення, правіше від якого знаходиться критична область.

Область помилки першого роду (α) було підсвічено синьою напівпрозорою заливкою, тоді як область помилки другого роду (β) — червоною. Завдяки цьому можна візуально оцінити компроміс між чутливістю та хибними спрацюваннями критерію.

Отримані результати засвідчують, що при невеликому зсуві середнього значення (0.10 мм) та невеликому обсязі вибірки (10) потужність критерію є недостатньою для високоякісного виявлення відхилень — лише близько 47 %.

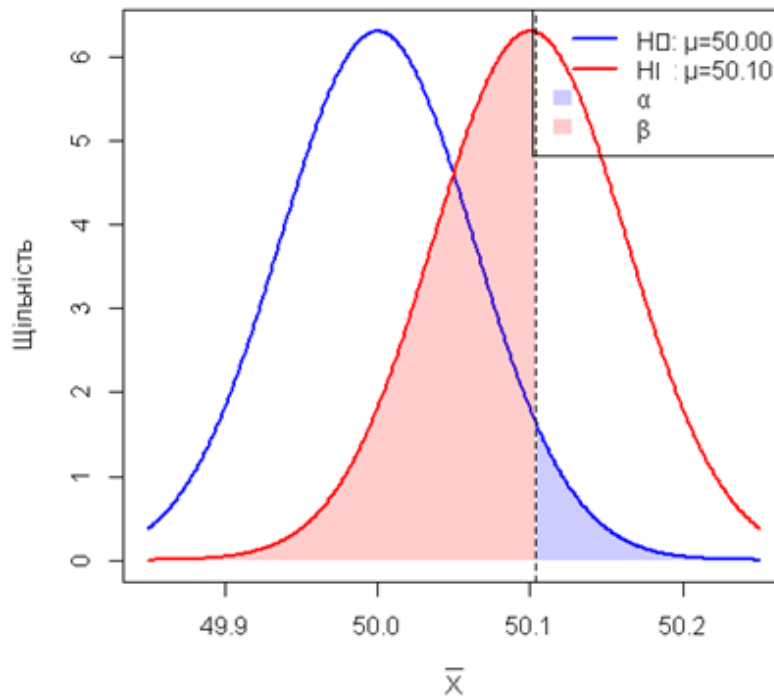


Рисунок 1 – Візуалізація щільностей розподілів під гіпотезами H_0 та H_1 з відповідними областями помилок.

Це вимагає впровадження додаткових заходів, таких як:

- збільшення вибірки,
- зменшення похибки вимірювання,
- застосування більш складних адаптивних або байєсівських методів.

Зазначимо, що середовище R дозволяє реалізувати ці удосконалення шляхом модульного підключення статистичних бібліотек, адаптивної побудови критеріїв, побудови кривих потужності та візуалізації невизначеності.

Середовище R є ефективним інструментом для статистичного контролю якості у виробництві, поєднуючи гнучкість моделювання з потужними засобами візуалізації. Критерій Неймана–Пірсона виступає основою для прийняття рішень у задачах контролю параметрів, але потребує ретельного налаштування. Вбудовані функції R дозволяють не лише точно аналізувати дані, а й наочно доносити результати до інженерного персоналу. Такі моделі можуть органічно інтегруватися в цифрові платформи управління якістю у межах Industry 4.0.

Література

1. Пукач А., Теслюк В. Інформаційна модель аналізу факторів впливу автоматизації підтримки програмних комплексів з використанням середовищ R та Python // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2024. – Вип. 29. – С. 54–64. – DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.29.2024.06>.
2. Ясінський А., Соловей Л. Застосування середовища RStudio при дослідженні задач з математики, фізики та економіки // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 224–231. – DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.7.2.2024.317729>.

Контроль технологічних зазорів в тунельних печах при випалюванні керамічних виробів

Сус С. П., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Випалювання керамічних виробів, в залежності від їх призначення, відбувається при температурі від 900 °С до 1800 °С. Найчастіше (близько 90 %) випалювання проводять в тунельних печах безперервної дії довжиною 100 м, у яких на вагонетках рухаються етажерки з виробами із середньою швидкістю 2,76 м/год [1].

При випалюванні виникає необхідність контролювати стан технологічного зазору між стінками печі та етажерками, щоб своєчасно уникнути можливої аварії. Для такого контролю пропонується використати оптичний датчик бар'єрного типу, випромінювач і приймач якого розташовані з різних боків печі на одній осі, при цьому носієм інформації буде оптичний сигнал (ОС).

В печі, яка являється оптичним каналом зв'язку (ОКЗ), через високу температуру, значну концентрацію продуктів горіння (CO_2 , CO , O_2) і водяної пари (H_2O), відбувається ослаблення ОС. З одного боку ОКЗ поглинає ОС, що визначає робочий оптичний діапазон, а з іншого – є потужним джерелом оптичних завад, а це накладає обмеження на параметри ОС та способи його обробки.

Метою даної роботи є визначення робочого оптичного діапазону датчика та оптимальних параметрів ОС.

Спектральний коефіцієнт поглинання $\alpha_n(\lambda)$ можна визначити, знаючи інтенсивності ОС $I_0(\lambda)$, $I_l(\lambda)$ відповідно на вході та виході ОКЗ за виразом [2]:

$$\alpha_n(\lambda) = \frac{I_0(\lambda) - I_l(\lambda)}{I_0(\lambda)}. \quad (1)$$

Реальний ОС займає певний частотний діапазон $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$. Якщо припустити, що щільність ОС на інтервалі $\Delta\lambda$ постійна, то отримаємо:

$$\alpha_n = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \{1 - \exp[-\int_{(l)} \alpha_n(\lambda) \rho(l) dl]\} d\lambda, \quad (2)$$

де $\int_{(l)}$ – криволінійний інтеграл, який необхідно обчислювати по шляху

поширення оптичного сигналу;

$\rho(l)$ – густина поглинаючої речовини;

dl – елемент шляху, по якому поширюється оптичний сигнал.

Відомо, що спектральний коефіцієнт поглинання випромінювання частотою $\mathcal{G}$ визначається як сума коефіцієнтів поглинання окремих спектральних ліній [3].

$$\alpha(\mathcal{G}, l) = \sum_i S_i(l) b_i(\mathcal{G}, l), \quad (3)$$

де S_i і b_i – загальна інтенсивність та контур i -тої спектральної лінії.

Згідно з теорією Лоренца спектральний коефіцієнт поглинання для групи перехресних спектральних ліній буде [3]:

$$\alpha(\mathcal{G}, l) = \sum_i \frac{S_i[T(l)]}{\pi} \cdot \frac{\gamma_i[T(l), P(l)]}{(\mathcal{G} - \mathcal{G}_{0i})^2 + \gamma_i^2[T(l), P(l)]}, \quad (4)$$

де $T(l)$ і $P(l)$ – температура та ефективний тиск у точці l ;

γ_i – півширина i -тої спектральної лінії.

Підставляючи (4) в (2), отримаємо вираз для коефіцієнта поглинання ОС у частотному інтервалі $\Delta \mathcal{G} = \mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1$.

$$\alpha_n = \frac{1}{\mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1} \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} \{1 - \exp[-\sum_i \int_{(i)} \rho(i) \frac{S_i[T(l)]}{\pi} \cdot \frac{\gamma_i[T(l), P(l)]}{(\mathcal{G} - \mathcal{G}_{0i})^2 + \mathcal{G}_i^2 [T(l), P(l)]} dl]\} d\mathcal{G}. \quad (5)$$

Як впливає із (5), для визначення коефіцієнта поглинання ОС необхідно мати наступні дані:

- розподіл концентрації, температури і ефективного тиску в зоні контролю;
- положення спектральних ліній, які впливають на поглинання;
- інтенсивність і півширину цих ліній при відповідних температурі і тиску.

Використовуючи рівняння (5) і лінії поглинання H_2O , CO_2 , CO і O_2 [3] встановлено, що найбільш вагомою і широкою є смуга поглинання водяною парою, що займає по довжині хвилі діапазон від 5,5 до 7,5 мкм.

Отримано ряд областей оптичного діапазону, в яких поглинання оптичного сигналу буде мінімальним (від 0,7 до 0,9; від 0,95 до 1,05; від 1,2 до 1,3; від 1,5 до 1,8; від 2,1 до 2,4; від 3,3 до 4,2; від 4,5 до 5,0 мкм). Таким чином мінімальне поглинання ОС буде в діапазоні від 1,2 до 5,0 мкм. В діапазоні від 0,7 до 1,05 мкм існує небезпека потрапити в смугу поглинання CO_2 , CO або O_2 .

В отриманих діапазонах, згідно з теорією Кабанна-Релея [3], молекулярне розсіювання не перевищує 3 %, а основним буде аерозольне ослаблення, частина якого у вигляді розсіяного “вперед” випромінювання потрапить на вхід приймача та спотворить інформацію. Проведені дослідження показали, що при кутовому полі приймача менше 10^0 розсіюванням “вперед” практично можна зневажити.

Результати виконаних досліджень дозволили вибрати параметри ОС. Виходячи з мінімального ослаблення та отримання максимальної відмінності між завадами та інформаційним сигналом, робочим слід вибрати оптичний діапазон від 0,7 до 1,05 мкм. Для ефективного використання енергії сигналу його необхідно формувати у вигляді оптичних імпульсів тривалістю від 1 до 10 мкс

і частотою не менше ніж 500 Гц. Джерелами ОС можуть бути інфрачервоні випромінюючі діоди або напівпровідникові лазерні діоди.

Література

1. Голінко І. М. *Процес випалювання кераміки як об'єкт автоматизації*. – К.: АТЕП, 2008. – 41 с.
2. Сус С. П. *Контроль місцезнаходження нагрітих виробів в термічних установках // Міжнародна наукова інтернет-конференція "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 35)" – Тернопіль. – 2019. С. 32-33.*
3. Morgan R. Y. *Source-Drive Optimization for Optic-Fiber System Using LED*. – *Electr. Lett.*, 1999, v.12. №25, p.673.

Підвищення надійності роботи оптичних датчиків в умовах інтенсивних оптичних перешкод

Сус С. П., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Оптичні датчики широко застосовують для автоматизації різних процесів [1]. Але при їх використанні в умовах інтенсивних оптичних перешкод (випалювання виробів, гаряча прокатка, тощо) оптичне випромінювання від гарячого об'єкта контролю і від пальників разом з інформаційним оптичним сигналом (ІОС) надходить на фоточутливий елемент приймача, що часто призводить до втрати ІОС.

Для підвищення надійності роботи датчика використано метод синхронного накопичення [2]. Так як ІОС – величина детермінована, то його складові будуть додаватися по напрузі, а складові випадкової перешкоди будуть додаватися по потужності. Шляхом збільшення числа відліків можна значно підвищити відношення сигнал/шум і, відповідно, забезпечити високу стійкість перед перешкодами. Ефект накопичення можна отримати шляхом інтегрування вхідного сигналу за час T_{np} .

Основним завданням синтезу структури приймача ІОС є забезпечення достатньої надійності його роботи. Для прийняття оптимального рішення приймач ІОС повинен протягом часу дії очікуваного сигналу визначити

відношення правдоподібності Λ й порівняти його із граничним значенням Λ_0 [3].

Оскільки при відомих параметрах ІОС випадковий характер адитивної суміші корисного сигналу й перешкоди $S(t) + \xi(t)$ визначається тільки перешкодою $\xi(t)$, а на інтервалі $0 \leq t \leq t_u$ сигнал $S(t) = \text{const} = A$ (прямокутний імпульс) і, враховуючи, що після фільтра з імпульсною характеристикою $h_\phi(t)$ буде згортка $[S(t) + \xi(t)] \otimes h_\phi(t)$, отримано співвідношення для визначення Λ [3].

$$\Lambda = \exp \left\{ \frac{A}{\sigma_\xi^2} \cdot \int_0^{t_i} \{ [S(t) + \xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} \cdot dt - \frac{A^2}{2 \cdot \sigma_\xi^2} \right\}. \quad (1)$$

Із (1) отримуємо алгоритм роботи приймача, коли обробка інформація відбувається за час тривалості t_i одного ІОС.

$$\int_0^{t_i} \{ [S(t) + \xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} \cdot dt \leq \frac{\sigma_\xi^2}{A} \cdot \ln \Lambda_0 + \frac{A}{2} = \Pi_x, \quad (2)$$

де Λ_0 - граничне значення Λ ;

Π_x – порогове значення.

Для накопичення ІОС необхідно збільшити час обробки інформації до часу ухвали рішення T_{np} . Тоді алгоритм роботи приймача з накопиченням ІОС буде наступним:

$$\sum_{i=1}^{T_{np}/T_i} \int_{T_i \cdot (i-1)}^{T_i \cdot (i-1) + t_i} \{ [S(t) + \xi(t)] \otimes h_\phi(t) \} \cdot dt \leq \Pi_x, \quad (3)$$

де T_i — період формування ІОС.

На рисунку 1 представлена структурна схема приймача оптичного датчика, в якому застосовано метод синхронного накопичення ІОС.

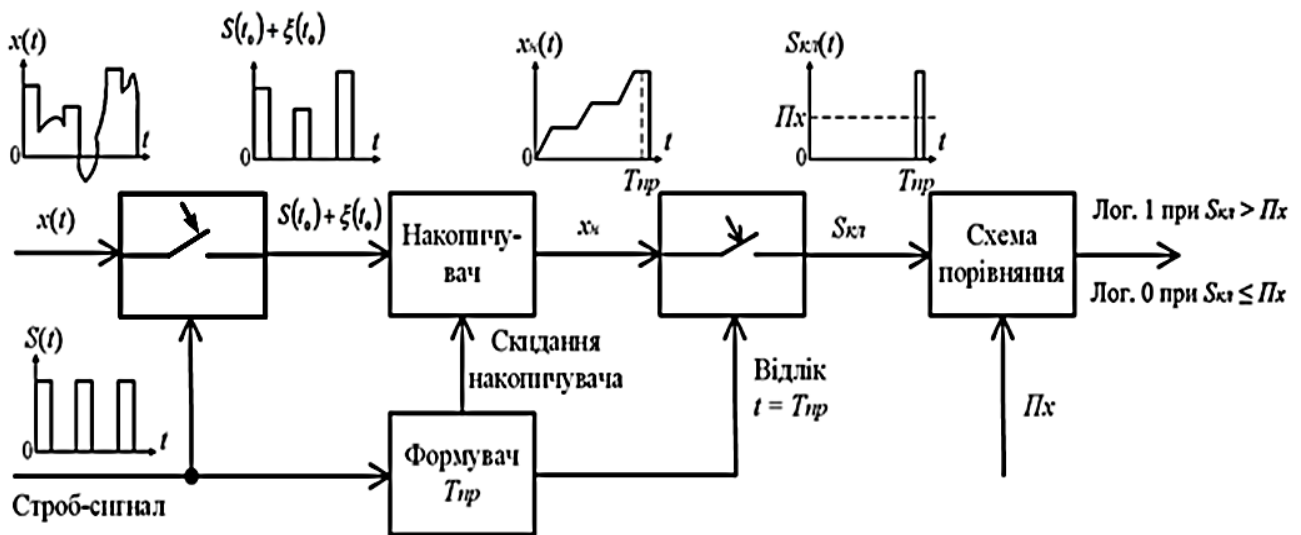


Рисунок 1 – Структурна схема приймача з синхронним накопиченням ІОС

На вхід електронного ключа поступає підсилена суміш сигналу і оптичної перешкоди $x(t)$. По окремому екранованому провіднику (може бути вита пара) від випромінювача подається строб-сигнал $S(t)$, який відкриває електронний ключ на час дії ІОС і запускає формувач часу ухвали рішення $T_{пр}$. В цей час на вхід накопичувача подається суміш сигналу і оптичної перешкоди $S(t_0) + \xi(t_0)$ і відбувається інтегрування цієї суміші протягом часу $T_{пр}$. Отриманий результат x_n в кінці інтервалу $t = T_{пр}$ через ключ в вигляді сигналу $S_{кл}$ подається на схему порівняння з пороговим значенням P_x для прийняття відповідного рішення.

На практиці, величина порогового значення P_x встановлюється експериментально в залежності від умов експлуатації.

За розробленими алгоритмом і структурною схемою виконане моделювання роботи приймача з синхронним накопиченням ІОС. Отримані результати досліджень в вигляді осцилограм наведені на рисунку 2.

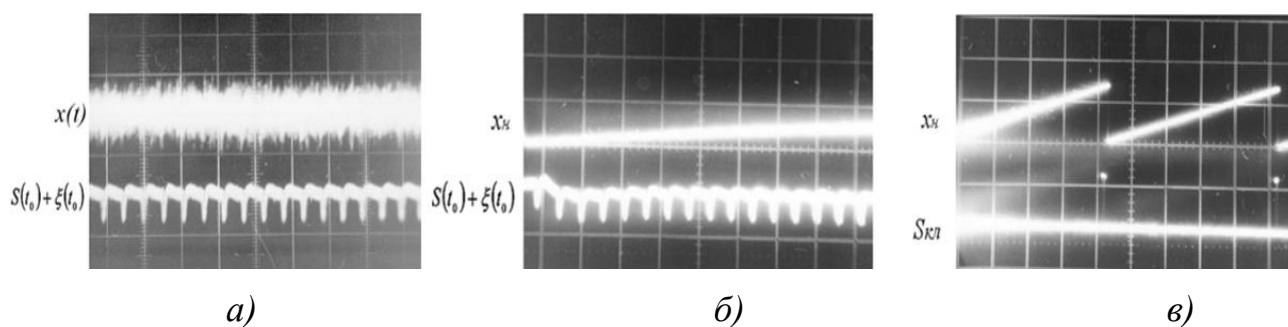


Рисунок 2 – Осцилограми досліджень роботи приймача

Література

1. *Оптоелектроніка. Частина 2. Прилади та пристрої : навч. посіб. /* Э. И. Черняков, Ю. П. Мачехин, М. П. Кухтин, С. М. Кухтин // *М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 292 с.*
2. *Чесановський І. І. Підвищення завадостійкості обробки сигналів в некогерентних радіолокаційних системах /* Чесановський І. І., Іванов А. В., Гурман І. В. // *Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка, радіоапаратобудування : збірник наукових праць. – 2013. – № 54. – С. 68–74. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/7174>.*
3. *Сус С. П. Особливості визначення місця розташування гарячого прокату оптичним методом /* С. П. Сус, О. В. Суботін // *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – № 1 (45). – С. 152-157. ISSN 1993-8322.*

Прогнозування відмов жорстких дисків сервера

Чміль М. С., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасних серверних середовищах безперебійна робота жорстких дисків (HDD) є ключовою для забезпечення надійності зберігання даних і функціонування інформаційних систем. Вихід HDD з ладу може спричинити суттєві фінансові втрати, затримки в роботі, а також втрату критично важливої інформації. Тому прогнозування залишкового терміну служби жорстких дисків є актуальним завданням, яке потребує розробки нових моделей і методів аналізу [1].

На сьогодні використовуються різні методи, такі як статистичні моделі та більше сучасні методи - алгоритми машинного навчання, зокрема нейронні мережі, та різновид їх поєднання – ансамблеві методи.

Традиційні підходи до прогнозування базуються на аналізі SMART-параметрів. Однак встановлення граничних значень, визначених виробниками,

показало низьку ефективність у передбаченні відмов (3–10 %) [9]. Це стимулює дослідників розробляти нові методи для підвищення якості прогнозів. Серед них – відбір найбільш значущих параметрів SMART, наприклад, за допомогою генетичних алгоритмів [3], або ж доповнення SMART-аналізу сучасними методами машинного навчання.

Класичні методи прогнозування, наприклад, лінійна регресія чи аналіз часових рядів, використовуються для моделювання залежностей між змінними. Ці підходи є простими у впровадженні та інтерпретації, проте мають обмеження у випадках складних і нелінійних взаємозв'язків між параметрами HDD. Відсутність гнучкості таких моделей часто призводить до зниження точності прогнозів, особливо у випадках із високою варіативністю даних [4, 5].

Сучасні підходи, базовані на машинному навчанні, відкривають нові можливості для вирішення цих завдань. Ансамблеві методи, такі як випадкові ліси (Random Forest) та градієнтний бустинг (Gradient Boosting), дозволяють поєднувати результати кількох моделей, що підвищує їх стійкість до шуму та збільшує загальну точність прогнозування. Такі методи ефективно обробляють великі набори даних і враховують важливість різних ознак під час прийняття рішень [6].

Нейронні мережі (НМ), зокрема глибокі нейронні мережі (Deep Neural Networks, DNN), рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks, RNN), LSTM-мережі показують високу ефективність в аналізі часових рядів, дозволяючи виявляти складні та довготривалі залежності. DNN добре підходять для обробки багатовимірних даних, тоді як RNN забезпечують точність прогнозів у випадках, коли кожен наступний стан залежить від попередніх. Крім того, такі моделі можуть бути адаптовані до особливостей конкретного серверного середовища, що підвищує їхню практичну цінність [8].

Попри прогрес у цій галузі, більшість існуючих рішень орієнтовані переважно на класифікацію відмов, а не на прогнозування залишкового часу роботи. Такий підхід не завжди задовольняє потреби реальних серверних середовищ, де важливо не лише виявити факт наближення відмови, але й оцінити залишковий час роботи жорсткого диска. Це потребує розробки моделей, здатних

ефективно працювати з неоднорідними даними різних виробників і моделей дисків, а також адаптуватися до специфічних умов використання.

Таким чином, сучасні дослідження демонструють перспективність використання ансамблевих методів та нейронних мереж для прогнозування залишкового ресурсу жорстких дисків.

Метою роботи є покращення надійності системи зберігання даних у серверних середовищах не менше ніж на 15% шляхом аналізу SMART-показників для ідентифікації ключових параметрів, що впливають на довговічність жорстких дисків, та застосування ансамблевих методів машинного навчання для підвищення точності прогнозування залишкового ресурсу жорстких дисків.

Методика дослідження [6, 8]

1. Збір даних. Для збору даних дослідження буде використовуватись набір даних Backblaze, який є відкритим джерелом і містить велику кількість моделей жорстких дисків з відповідними SMART показниками.

2. Попередня обробка даних. Не для всіх SMART показників в наборі даних Backblaze наявні числові дані для кожної моделі жорсткого диска. Тому необхідно виконати попередню обробку даних, видаляючи записи з відсутніми значеннями. Для цього проводиться фільтрація рядків, у яких SMART показники мають значення NaN або відсутні зовсім. Далі проводиться станлартизація, що дозволить привести всі змінні до одного масштабу

3. Відбір SMART-показників. Необхідно відібрати SMART показники, які мають найбільшу кореляцію з відмовами жорстких дисків.

4. Збір даних. Для збору даних дослідження буде використовуватись набір даних Backblaze, який є відкритим джерелом і містить велику кількість моделей жорстких дисків з відповідними SMART показниками.

5. Попередня обробка даних. Не для всіх SMART показників в наборі даних Backblaze наявні числові дані для кожної моделі жорсткого диска. Тому необхідно виконати попередню обробку даних, видаляючи записи з відсутніми значеннями. Для цього проводиться фільтрація рядків, у яких SMART показники мають значення NaN або відсутні зовсім. Далі проводиться станлартизація, що дозволить привести всі змінні до одного масштабу.

6. Відбір SMART-показників. Необхідно відібрати SMART показники, які мають найбільшу кореляцію з відмовами жорстких дисків.

7. Моделювання. Для прогнозування залишкового часу роботи жорстких дисків буде розроблено кілька моделей: лінійна регресія, дерева рішень, випадкові ліси, градієнтний бустинг, а також методи для роботи з часовими рядами (LSTM). Ці моделі побудовані на основі оброблених даних, де SMART-показники використовувались як вхідні змінні. Моделі будуть навчатися на частині відібраних тренувальних даних, а решта даних буде використовуватися для тестування.

8. Прогнозування залишкового часу до відмови. Буде здійснено прогнозування часу до відмови жорстких дисків на основі оброблених даних про відібрані SMART-показники та навчених моделей.

9. Оцінка ефективності моделей. На цьому етапі проводиться аналіз прогнозів, отриманих із моделей, за допомогою таких метрик, як середня абсолютна помилка (MAE), середньоквадратична помилка (MSE) та коефіцієнт детермінації (R^2). За допомогою цих метрик проводиться порівняння моделей між собою для визначення найкращої.

Література

1. Sandhu, Amanpreet Kaur. «Big data with cloud computing: Discussions and challenges». *Big Data Mining and Analytics*, вун. 5, вун. 1, Березень 2022, с. 32–40. DOI: <https://doi.org/10.26599/BDMA.2021.9020016>
2. Hughes, G. F., et al. «Improved Disk-Drive Failure Warnings». *IEEE Transactions on Reliability*, вун. 51, вун. 3, Березень 2002, с. 350–57. DOI: <https://doi.org/10.1109/TR.2002.802886>
3. Pinheiro, Eduardo, et al. «Failure Trends in a Large Disk Drive Population». *5th USENIX Conference on File and Storage Technologies, FAST 2007, February 13-16, 2007, San Jose, CA, USA, edited by Andrea C. Arpaci-Dusseau i Remzi H. Arpaci-Dusseau, USENIX, 2007, с. 17–28*, URL: <http://www.usenix.org/events/fast07/tech/pinheiro.html>
4. Greg Hamerly and Charles Elkan. 2001. Bayesian approaches to failure prediction for disk drives. In *Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning (ICML '01)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 202–209. DOI: [10.1109/IJCNN.2018.8489097](https://doi.org/10.1109/IJCNN.2018.8489097)
5. Pincioli, Riccardo, et al. *The Life and Death of SSDs and HDDs: Similarities, Differences, and Prediction Models*. arXiv, 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2012.12373>
6. Zhang, Mingyu, et al. «Hard Disk Failure Prediction Based on Blending Ensemble Learning». *Applied Sciences*, вун. 13, вун. 5, Березень 2023, с. 3288. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13053288>
7. Coursey, Austin, et al. *Remaining Useful Life Estimation of Hard Disk Drives using Bidirectional LSTM Networks*. arXiv, 2021 DOI: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2109.05351>

РОЗДІЛ 10.
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ
НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЩО

Модернізація та дослідження системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу

Суботін О. В., Сус С. П., Булава А. С.
Донбаська державна машинобудівна академія

Розглядається актуальне питання підвищення продуктивності виробництва цементу шляхом модернізації системи управління обертової печі сухого способу виробництва цементу з вбудованими обертовими теплообмінниками.

З'ясовано, що найбільш відповідальною частиною печі з погляду управління є зона спікання. При правильному виборі режиму роботи спікання і подальшому його стабілізації можна понизити витрату тепла на випалення при збереженні заданої якості клінкеру.

Виділені основні параметри, що підлягають регулюванню: надмірність повітря у газах, що відходять та температура в зоні кальцинування. Але трудність керування процесом полягає в тому, що регулюючий вплив для компенсації будь-якого порушення в одній із зон, обов'язково змінює процес на інших ділянках печі. Тому якісний контроль процесу є основою якісного керування [1].

Із загального процесу обрано контур регулювання вологості шламу [2].

Проведено розрахунок та аналіз системи автоматизації процесу нагріву сировини в обертовій печі. Складено модель САР вологості шламу в програмі MatLab Simulink (рис.1) та отримано перехідну характеристику САР процесу мокрого помелу сировини в трубному кульовому млині (рис. 2) [3].

З характеристики видно, що статична помилка більше 4 %, час наростання процесу близько 21 с замість потрібних 15 с.

Для виконання наявних вимог в вихідну схему системи автоматичного регулювання вологості шламу додано ПД-регулятор і встановлено додатковий датчик вологості. Розроблено модель САР вологості шламу в обертовій печі з ПД-регулятором (рис. 3) та отримано результати її роботи (рис. 4).

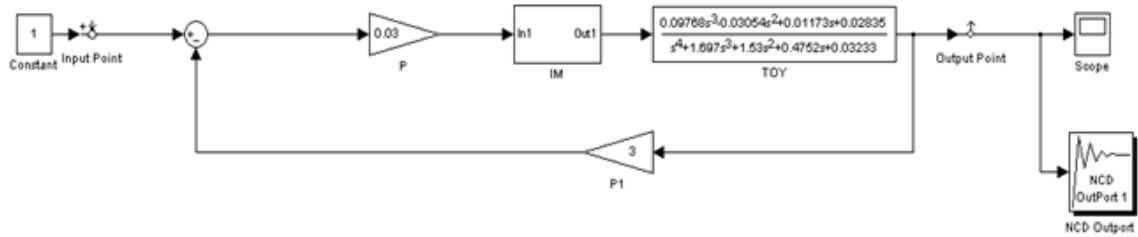


Рисунок 1 – Модель САР вологості шламу

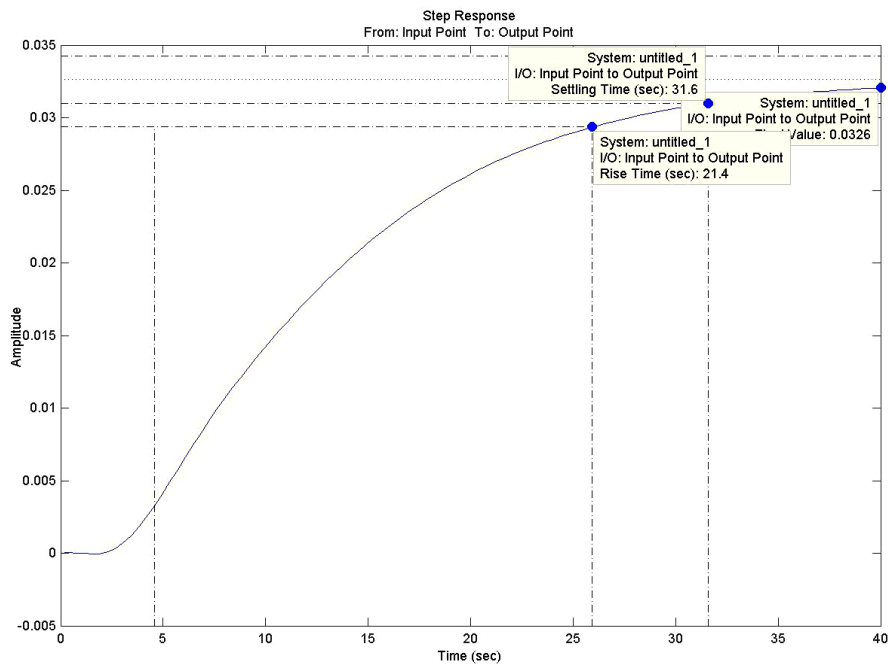


Рисунок 2 - Перехідна характеристика САР

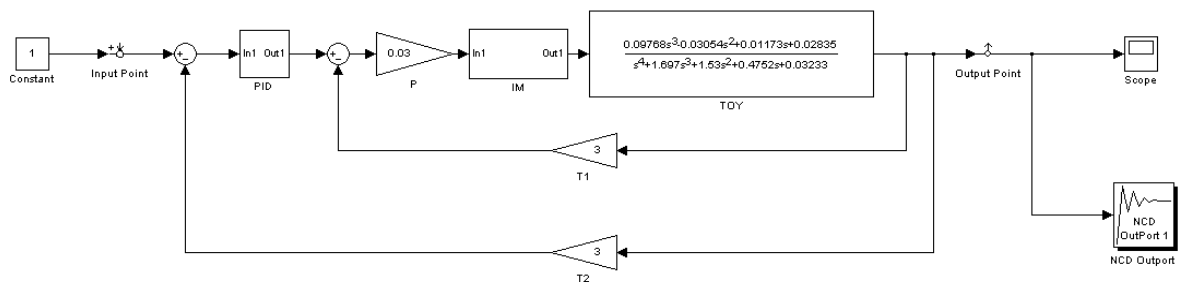


Рисунок 3 – Модель САР вологості шламу з ПІД-регулятором

За допомогою даного регулятора і додаткового датчика вологості, ми забезпечуємо задану статичну помилку, час регулювання і наростання процесу, а також забезпечуємо необхідні запаси стійкості по амплітуді і по фазі.

Отже, за допомогою ПІД-регулятора вдалося привести систему в бажані поведінкові рамки.

Порівнявши отримані дані з наявними вимогами до системи можна зробити висновок, що застосування ПД-регулятора є доцільним.

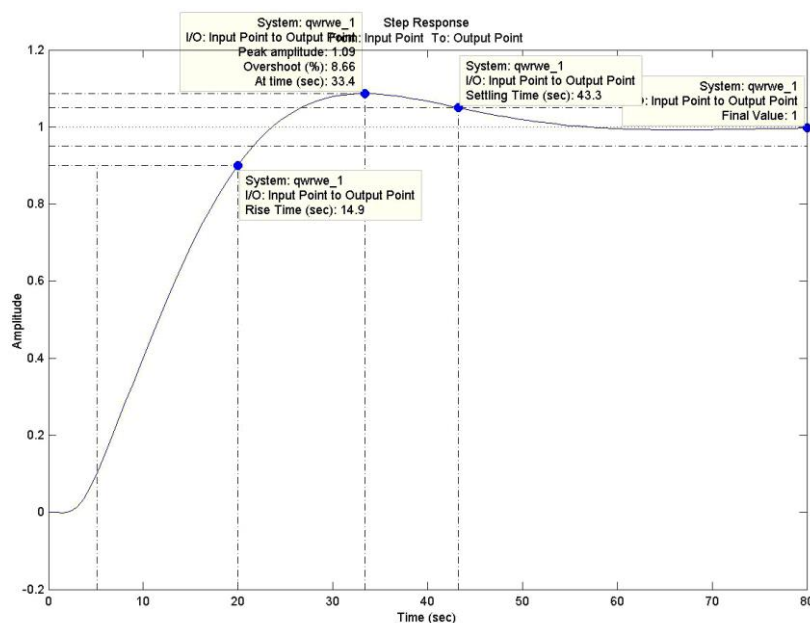


Рисунок 4 – Перехідна характеристика САР з ПД-регулятором

Отже, в роботі надані рекомендації щодо модернізації системи керування для підвищення якості регулювання технологічних параметрів цементного млину. Отримано математичні моделі та проведені дослідження, що дозволяють підтвердити підвищення якості регулювання технологічних параметрів млина для підвищення продуктивності його роботи.

Література

1. Oleksii Razzhivin, Oleg Markov, Oleg Subotin (2022). Automated Melt Temperature Control System In Induction Furnace // 4th IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). Kremenichuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine 20 – 22 October, 2022. Pp. 535-538. IEEE Catalog Number: CFP22K83-ART. DOI: 10.1109/MEES58014.2022.10005650.
2. Незола В.В., Суботін О.В. Зменшення витрат енергоресурсів багатоварової градирні шляхом удосконалення системи керування подачею води // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2024. С.20-22.
3. Лебідь В.Т. Математичне моделювання електромеханічної системи печі швидкісного нагріву під час монтажу великогабаритних складених валків / В.Т. Лебідь, О.В. Суботін, А.Ф. Залятов // Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». №1 (31). 2018. С.14-22. DOI: 10.31474/2075-4272-2018-1-31-14-22.

Пропозиції щодо продовження часу експлуатації турбогенераторів на блоках теплових електростанцій

Шевченко В. В., Шайда В. П.

Національний технічний університет «ХПІ»

Стан, надійність електроенергетичних комплексів, джерел електроенергії для будь-якої країни є основою енергетичної та політичної незалежності, бо сучасна цивілізація не зможе існувати без електрики. Це ще раз підтвердила світова енергетична криза та війна: об'єктами бомбардування та ракетних атак ворога були та залишаються підприємства електроенергетики України. Тому до загальносвітових завдань розвитку електроенергетики: пошук довгострокових джерел, підвищення об'ємів та забезпечення екологічності вироблення електроенергії, – в нашій країні додалось питання захисту енергетичних об'єктів. Ворог зруйнував електростанції, мережі, промислові підприємства, що виготовляли електроустаткування для енергетики. Тому натеper, під час війни важливим є збереження працюючого обладнання, підтримка його в робочому стані шляхом своєчасного ремонту із заміною окремих вузлів і деталей, за можливістю – з частковою модернізацією. Також необхідне поліпшення обслуговування, поширена діагностика для своєчасного попередження появи та розвитку зовнішніх та скритих дефектів. Найбільш складним залишається питання підтримки в робочому стані головного, найскладнішого електрообладнання будь-якої ТЕС та АЕС – турбогенератора (ТГ). Під час модернізації слід підвищувати потужність ТГ за рахунок комплексу заходів, спрямованих на поліпшення технологічних процесів на ТЕС, починаючи від спалювання вугілля до вироблення електроенергії. Комплексний підхід до підвищення потужності ТГ на ТЕС включає модернізацію його теплової схеми, оновлення проточної частини турбіни, вдосконалення генератора та систем керування, інтеграцію додаткових технологій (наприклад, перехід до парогазових установок (ПГУ)), табл. 1. Для ТГ, що вже працюють на ТЕС, оптимальний варіантом є поступова модернізація з використанням нових матеріалів та більш ефективних або удосконалених систем охолодження. Всі рішення залежать від конкретних умов станції, але важливим є підвищення надійності, потужності та ефективності (саме ККД) ТГ, тому всі ремонтні роботи та роботи по модернізації ТГ на ТЕС спрямовані на три ключові аспекти:

- 1) підвищення надійності, зменшення аварійності, збільшення ресурсу;
- 2) підвищення питомого значення вихідної електричної потужності;
- 3) підвищення енергоефективності (ККД), зниження питомих втрат ТГ.

Таблиця 1 – Етапи комплексної модернізації турбогенераторів ТЕС з підвищенням його потужності

Ціль проведення робіт	Виконання робіт	Мета
1 Оптимізація теплової схеми та параметрів пари, збільшення тиску та температури пари в парогенераторному блоці	Модернізація котлів для роботи на суперсучасних параметрах пари	Підвищення ККД та потужності турбіни
2 Модернізація проточної частини турбіни	Заміна роторів та лопаток на більш ефективні; використання сучасних матеріалів та аеродинамічних профілів	Збільшення ККД і пропускної здатності турбіни
3 Підвищення ефективності турбогенератора	Модернізація систем охолодження та збудження. Охолодження водою та воднем, використання систем із примусовим охолодженням	Підвищення потужності, допустимого навантаження зі збереженням габаритних розмірів; зменшення втрат
4 Вдосконалення систем автоматики та керування	Впровадження цифрові системи регулювання (DCS, PLC), предикативної діагностики	Управління параметрами турбіни та ТГ; моніторинг вібрацій, зазорів, температури
5 Збільшення ККД за рахунок додаткових заходів	Встановлення парових турбін низького тиску для відпрацьованої пари; використання ПГУ	Використання енергії пари після основного контуру. Інтеграція газової турбіни для підвищення загальної потужності

Розглянемо ці пропозиції більш детально:

1) підвищення надійності ТГ можливе шляхом модернізації обмоток статора та ротора. Для цього можна запропонувати використовувати епоксидно-мікалентову ізоляцію (класу *F* або *H*), для зменшення впливу часткових розрядів – сучасні компаунди (*RTV*, *Nanofill*), для ізоляції впроваджувати технології VPI (вакуумно-нагнітальне просочення). Для обмоток роторів слід застосовувати сплави (Cu-Ag, Cu-Cr) з підвищеною теплопровідністю та міцністю; покривати сріблом контактних кільця для зменшення перехідного опору «щітка-кільце»; продовжувати роботи по інтенсифікації систем охолодження. Перехід від повітряного охолодження

до водневого дозволив знизити втрати в ТГ на 10–15 %, а до прямого водяного охолодження обмоток статора – і надалі підвищувати потужність ТГ, від 300 МВт і більш. Але натеper в світовій практиці в ТГ потужністю 200–300 МВт повертаються до повітряного охолодження зі збереженням водяного охолодження обмоток статора;

2) для підвищення потужності ТГ можна запропонувати оптимізацію електромагнітної системи; зменшення електричних втрат шляхом скорочення повітряного зазору (до 15–30 мм для потужних машин), використання ТГ з високотемпературними надпровідними обмотками; виконання транспозиції стрижнів обмотки статора на 360 ел. градусів;

3) для підвищення ефективності (ККД) ТГ слід використовувати ізотропну електротехнічну сталь товщиною 0,23–0,27 мм, а для провідників – мідь з дуже високою чистотою ($\geq 99,99$ % Cu); використовувати лазерне різання пластин для мінімізації втрат на вихрові струми.

Також необхідно займатися питанням оптимізації системи збудження, моніторингом стану ТГ в реальному часі, розвивати цифровий контроль та автоматизацію адаптивного регулювання напруги, втіленням алгоритмів ШІМ (*PWM*) + *AI* для мінімізації коливань; вести дослідження щодо практичного втілення нових технологій та конструкцій: ТГ з високотемпературними надпровідниковими обмотками, або для екстремальних навантажень – з гібридним охолодженням (рідкий азот + водень); втілювати повністю цифрові системи управління (*Digital Twin* + *AI*).

Література

1. I Shevchenko V. V., Shaida V. P. *Directions for increasing safety atomic energy industry of Ukraine. Electrical and Power Engineering and Electromechanics (EPEE 2024). Odesa, Ukraine, – May 15, 2024: proceedings. Odesa Military Academy, 2024. – Pp.10-11. URL: <http://surli.li/txatx>*
2. Shevchenko V.V., Minko O.M., Stoychev V.T. *Proposals for the Multiparametric Design Application in Electrical Mechanical Engineering. / Problemele Energeticii Regionale. 2024. No. 4(64). Pp. 135-149. URL: <https://surli.cc/zjapgp>*

Аналіз оптичних та електромагнітних промислових завад, що ускладнюють роботу засобів автоматизації

Суботін О. В., Петрухін Я. І., Новіков Д. С.
Донбаська державна машинобудівна академія

Дослідження виробничих оптичних і електромагнітних перешкод доводять, що вони ускладнюють роботу первинних вимірювальних перетворювачів та інформаційно-вимірювальних систем, створених на їх основі [1].

При вдосконаленні та розвитку теоретичної та технічної бази первинних вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу (ФЕВП), що володіють високими технічними та експлуатаційними показниками, істотну роль відіграє дослідження особливостей каналу розповсюдження оптичного сигналу (КРОС), що передає інформацію про наявність та положення об'єктів контролю (заготовок, металу тощо) в екстремальних умовах промислового виробництва [2].

Результати досліджень щодо вдосконалення та створення нових ФЕВП показали, що КРОС у них характеризується сильною різноманітністю складових компонентів, які визначають втрати енергії оптичного випромінювання в каналі [3]:

$$P_{\text{ок}} = \sum_{i=1}^n P_i + P_{\text{с.р.с}},$$

де $\sum_{i=1}^n P_i = P_1 + P_2 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11}$
- втрати у конструктивних елементах джерела випромінювання та ФПУ; P_1 – втрати енергії оптичного випромінювання у зоні генерації; P_2 - втрати, пов'язані з випромінюванням генерованої потужності "назад"; P_3 – втрати у самому випромінювачі; P_4 – втрати через повне внутрішнє відбиття кордону «випромінювач-середовище»; P_5 – френелівські втрати відбиття від того ж кордону; P_6 – втрати, пов'язані з технологічною недосконалістю кордону «випромінювач-середовище»; P_7 – втрати через невідповідність перерізу потоку апертурі лінз; P_8 – втрати в оптиці випромінювача та фото-передавального пристрою (ФПП); P_9 - втрати в результаті відображення на кордоні "середовище-приймач"; P_{10} – втрати через поглинання випромінювання

у самому ФПП; П11 – втрати у активній зоні ФПП; Пс.р.с. – втрати енергії оптичного сигналу в КРОС – середі розповсюдження сигналу.

Виникнення оптичних перешкод, як правило, зумовлено специфічними особливостями виробництва, що базується на вогневому тепловикористанні. Наприклад, металургійне виробництво. Джерелом теплоти, а, отже, і оптичних перешкод корисному сигналу тут є паливо, що спалюється, нагрітий метал, освітлення тощо. Для фотоелектричного вимірювального пристрою всі оптичні перешкоди є зовнішніми. Тому результуюча оптична перешкода (завада) у виробничих умовах є сумою збурень різної природи [4]:

$$\xi_{\text{опт}} = \sum_{i=1}^n \xi_{\text{опт}i} = \xi_{\text{опт.фт}} + \xi_{\text{опт.осв}} + \xi_{\text{опт.о}} + \xi_{\text{ф1}} + \xi_{\text{ф2}},$$

де $\xi_{\text{ф1}}$ – випромінювання (найбільш інтенсивне) палива, що спалюється; $\xi_{\text{опт.о}}$ – випромінювання нагрітих контрольованих об'єктів (металевих заготовок, металопрокату), ці перешкоди перекривають все кутове поле ФПП; $\xi_{\text{опт.осв}}$ – фонове засвічення, викликане цеховим освітленням і є бічною перешкодою, яка розташована поза полем ФЕВП і створює розсіяне чи відбите випромінювання; $\xi_{\text{опт.ф2}}$ – випромінювання, створюване нагрітим футеруванням печей.

Перелічені перешкоди виникають незалежно від сигналу, що передається, і виявляються у відсутності останнього. Оптичний діапазон сумарної оптичної перешкоди визначається температурним режимом об'єктів, що контролюються (факелів, футеровки, металу, ламп розжарювання), випромінювання яких неоднорідне як по співвідношенню газ-повітря, так і по товщині полум'я. Таким чином, на ФПП діє світловий потік, що визначає інтенсивність перешкоди $\xi(t)$:

$$\Phi_{\delta} = \sum_{k=1}^l \int_{m_i}^{m_i+\Delta m} \int_{l_i}^{l_i+\Delta l} \Phi_K(m,l) dm dl.$$

Для оцінки впливу різних видів оптичних перешкод на ФЕВП необхідно знати основні статистичні характеристики їх випромінювання.

До зовнішніх відносяться також електромагнітні перешкоди індустриального та атмосферного походження, енергія яких зосереджена переважно в низькочастотному радіодіапазоні (довгі та середні радіохвилі). Вони

створюються промисловими установками через різкі зміни електричних режимів промислового обладнання, комунікації електродвигунів, роботи електротранспорту, а також через переривання, зумовлене як роботою пускової та регулюючої апаратури, так і низькою надійністю апаратів комутації [5].

Встановлено, що оптична перешкода як випадковий процес стаціонарна та ергодична, а також – це низькочастотна вузькосмугова перешкода.

Зменшити інтенсивність оптичних завад індустриального походження практично неможливо. Збільшення співвідношення сигнал-перешкода підвищенням потужності сигналу економічно недоцільно, так як джерело оптичного випромінювання повинен мати потужність, що не перевищує типову для оптоелектронних пристроїв величину. Широкий частотний спектр імпульсного сигналу може призвести до зниження стійкості до перешкод, що необхідно враховувати при розробці первинного перетворювача.

Отже, боротьба з перешкодами повинна зводитися до наступних основних заходів: зменшення інтенсивності перешкод; збільшення відношення потужності корисного сигналу до потужності перешкод; вибору спеціальної форми або типу сигналів; вдосконалення приймачів випромінювання.

Результати проведених досліджень промислових завад, які виникають в умовах виробництва, мають значення при виборі оптичних випромінювачів й ФПП і навіть при вирішенні проблеми електромагнітної сумісності ФЕВП з наявним електрообладнанням.

Література

1. Суботін О.В. Інформаційне забезпечення систем управління прокатних станів // *International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education”*: conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. Vol. 2. Pp. 68 - 71.
2. Суботін О.В. Розробка ряду модульних структур вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем*. Збірник наукових праць. Вип. №42. Краматорськ: ДДМА, 2018. С. 80-86.
3. Subotin O., Rudenko V., Cherniavskyi A., Kovalenko A., Dobriak S. Photoelectric measuring transducers in environmental and objects monitoring systems In book: *Teaching and subjects on bio-medical engineering. Approaches and experiences from the BIOART-project*. Leuven, 2021, pp. 64-85. ISBN 978-94-641-4245-7.

4. Суботін О.В. Підвищення достовірності контролю технологічних параметрів і швидкодії інформаційно-вимірювальних систем прокатних станів: дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: 05.11.16. Донецьк, 2000. 216 с.

5. Суботін О.В., Петрухін Я.І., Сергієнко В.Ю. Особливості керування промисловим обладнанням бездротовим способом на фоні виробничих заводів // *International scientific conference "MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education": conference proceedings (November 28–29, 2024, Riga, the Republic of Latvia)*. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2024. Vol. 2. Pp. 92 - 95. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-146>.

Шляхи підвищення ефективності й продуктивності обертових печей

Булава А. С.

Донбаська державна машинобудівна академія

Необхідність понизити витрату газу на випалення клінкеру спричинила вдосконалення клінкербпалюючих обертових печей сухого способу, шляхом установки зовнішніх теплообмінних пристроїв. Серед цих пристроїв найбільш поширені циклонно-шахтні теплообмінники, в які поступає сировинна суміш вогкістю 0,5-1 %, а також конвеєрні кальцинатори - гранульована шихта вогкістю 1–14 %.

Для зниження витрати газу на випалення разом з цим як клінкербпалюючі агрегати використовують довгі обертві печі (порожнисті або з вбудованими теплообмінниками) та значно рідше - автоматичні шахти клінкербпалюючі печі. Якщо сировинна суміш погано гранулюється, то при сухому способі виробництва застосовують довгі обертві печі з вбудованими теплообмінними пристроями або короткі обертві печі із запічними циклонними теплообмінниками. В останньому випадку в печі подають суху сировинну суміш. В циклонних теплообмінниках сировинна суміш підігрівається і частково декарбонізується, а в короткій обертвій печі завершується процес розкладання вапняку і відбувається процес спікання. Якщо з компонентів сировинної суміші при невеликому зволоженні (12–14 %) можна отримати гранули, то суху сировинну суміш заздалегідь зволожують і гранулюють, а потім подають в клінкербпалювальний агрегат, що складається з конвеєрного кальцинатора (грати) і короткої обертвої печі.

Довгі обертові печі сухого способу виробництва цементу з вбудованими обертовими теплообмінниками по конструкції аналогічно обертовим печам мокрого способу виробництва і відрізняються від останніх лише дещо меншим відношенням довжини до діаметра. Звичайно, довгі обертові печі сухого способу працюють на не гранульованій сировинній суміші і живляться за допомогою вагових стрічкових дозаторів з бункерів, в яких підтримується постійний рівень шихти. Вони також характеризуються низькою питомою продуктивністю ($25\text{--}30 \text{ кг/м}^3$), високою питомою витратою газу на випалення ($4600\text{--}6100 \text{ м}^3$ на 1 кг клінкеру) і підвищеним віднесенням сировини з газами, що відходять, що мають високу температуру ($550\text{--}700 \text{ }^\circ\text{C}$), що сильно утруднює їх знепилювання.

Застосування вбудованих в печі ланцюгів завіс осередкових і інших типів теплообмінників покращує тепловіддачу від газів до сировинної суміші, зменшує витрату газу приблизно на $15\text{--}20 \%$ і підвищує продуктивність печі на 10% . Застосовують осередкові теплообмінники, що складаються з ряду сполучників в центрі перетину печі кронштейнів, що ділять цей перетин в зоні підігріву на шість подовжених осередків завдовжки $20\text{--}25 \text{ м}$. Гвинтолопастний теплообмінник в зоні підігріву, що складається з декількох крилаток з радіально розташованими лопастями, сильно завихряє гази і пересипає шихту, покращуючи їх контакт з сировинною сумішшю. Виготовляють теплообмінник із спеціальних жароміцних сталей, що містять хром, нікель і інші компоненти. Великим недоліком цих пристроїв і підвищене (до $10\text{--}15 \%$) віднесення сировини з газами, що відходять.

Витрати газу на випалення в сучасних довгих печах сухого способу з вбудованими теплообмінниками значно вище, ніж з конвеєрними кальцинаторами (близько $3,6 \text{ м}^3$ на 1 т клінкеру). Цей і інші недоліки (висока температура газів, що відходять що утрудняє їх знепилювання, низька питома продуктивність, потреба в дефіцитних жароміцних сталях для теплообмінників) обмежують застосування цих печей. Проте простота їх конструкцій і обслуговування, а також можливість повної автоматизації обумовлюють подальше підвищення економічності (поліпшення

тепловикористання і зниження викидів пилу), уникаючи при цьому крупних будівельних робіт. Для цього перед довгою обертовою піччю встановлюють один ступінь циклонів, що за наявності внутрішньопічних теплообмінних пристроїв забезпечує зниження витрати газу до $3,3 \text{ м}^3$ на 1 т клінкеру. Уловлену в циклонах сировину повертають в піч. Для зменшення витрати газу сухі гази з високою температурою, що відходять, використовують як сушильний агент в сировинних сушильно-дробильних і помольних установках, що також знижує витрату палива на виробництво цементу.

В Україні і в деяких зарубіжних країнах ще працює декілька порожнистих обертових печей сухого способу без теплообмінних пристроїв з високою витратою газу на випалення клінкеру. Експлуатація цих печей доцільна лише з урахуванням можливої реконструкції їх з одночасним підвищенням продуктивності і економічності шляхом установки запічних циклонних теплообмінників. При такій реконструкції підвищується продуктивність на 35–75 % при зниженні питомої витрати газу на випалення на 35–50 %.

В Україні разом з будівництвом нових цементних заводів передбачена реконструкція діючих підприємств з установкою циклонних теплообмінників.

Література

1. *Наконечна Д.Ю. Забезпечення підвищення енергоефективності виробництва цементу в Україні: тенденції та основні проблеми. ДВНЗ "Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана", Київ. – 2011. – С. 169-177.*
2. *Борисенко Є.А. АСУ ТП виробництва цементу за сухим способом / Є.А. Борисенко, С.С. Жук. НТУ «ХПІ», Харків. 2016. – с.124-125.*

РОЗДІЛ 11. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ

Дослідження взаємного розташування векторів напруги статора і потокозчеплення ротора при пуску асинхронної машини

Клюєв О. В., Садовой О. В., Сохіна Ю. В.
Дніпровський державний технічний університет

Рівняння статки асинхронної машини в осях координат, орієнтованих за вектором потокозчеплення ротора [1]:

$$U_{su} = R' I_{su} - \omega_k L'_s I_{sv} - \frac{k_r}{T_r} \Psi_r; \quad (1)$$

$$U_{sv} = R' I_{sv} + \omega_k L'_s I_{su} + k_r \omega \Psi_r; \quad (2)$$

$$\Psi_r = L_m I_{su}; \quad (3)$$

$$\omega_k = \omega + \frac{k_r R_r I_{sv}}{\Psi_r}; \quad (4)$$

$$M_c = \frac{3}{2} N k_r \Psi_r I_{sv}, \quad (5)$$

де $R' = R_s + k_r^2 R_r$; $L'_s = k_r L_{r\sigma} + L_{s\sigma}$; $T_r = L_r / R_r$.

У сталому режимі швидкість обертання опорного вектора потокозчеплення ротора $\bar{\Psi}_r$ дорівнює круговій частоті мережі, тобто швидкості обертання вектора напруги статора $\bar{U}_s$ при підключенні асинхронного двигуна (АД) безпосередньо до мережі. Тоді справедлива рівність $\omega_k = \omega_0$.

Проекції вектора напруги статора $\bar{U}_s$ на осі координат, орієнтовані за вектором потокозчеплення ротора, визначаються так:

$$U_{su} = U_s \cos v; \quad U_{sv} = U_s \sin v, \quad (6)$$

де v – кут між векторами напруги статора $\bar{U}_s$ і потокозчеплення ротора $\bar{\Psi}_r$.

Рівняння (4) в статисти можна записати в такий спосіб

$$I_{sv} = \frac{\Psi_r (\omega_0 - \omega)}{k_r R_r}. \quad (7)$$

Активна складова струму статора з (5) визначається таким чином:

$$I_{sv} = \frac{2M_c}{3Nk_r\Psi_r}. \quad (8)$$

Дорівнюємо вирази (7) і (8):

$$\frac{\Psi_r(\omega_0 - \omega)}{k_r R_r} = \frac{2M_c}{3Nk_r\Psi_r}, \quad (9)$$

і з цієї тотожності знаходимо

$$\Psi_r = \sqrt{\frac{2R_r M_c}{3N(\omega_0 - \omega)}}. \quad (10)$$

Підставляємо (10) у (8) і одержимо:

$$I_{sv} = \frac{1}{k_r} \sqrt{\frac{2}{3NR_r}} \sqrt{M_c(\omega_0 - \omega)}. \quad (11)$$

Поділимо рівняння (2) на рівняння (1) і з урахуванням (3) будемо мати:

$$\frac{U_{sv}}{U_{su}} = \operatorname{tg} v = \frac{R' I_{sv} + \omega_0 L_s' \frac{\Psi_r}{L_m} + k_r \omega \Psi_r}{R' \frac{\Psi_r}{L_m} - \omega_0 L_s' I_{sv} - \frac{k_r}{T_r} \Psi_r}. \quad (12)$$

Підставляємо в (12) формули (10) і (11). Після скорочення дробу на $\sqrt{M_c}$ і приведення подібних доданків приходимо до виразу:

$$\operatorname{tg} v = f(\omega) = \frac{\frac{R'}{k_r} \sqrt{\frac{2}{3NR_r}} \sqrt{\omega_0 - \omega} + \sqrt{\frac{2R_r}{3N}} \left(\frac{\omega_0 L_s'}{L_m} + k_r \omega \right) \frac{1}{\sqrt{\omega_0 - \omega}}}{\sqrt{\frac{2R_r}{3N}} \left(\frac{R'}{L_m} - \frac{k_r}{T_r} \right) \frac{1}{\sqrt{\omega_0 - \omega}} - \frac{\omega_0 L_s'}{k_r} \sqrt{\frac{2}{3NR_r}} \sqrt{\omega_0 - \omega}}. \quad (13)$$

Як видно з (13) кут між векторами напруги статора $\bar{U}_s$ і потокозчеплення ротора $\bar{\Psi}_r$ не залежить від модуля потокозчеплення Ψ_r і від моменту навантаження M_c , а визначається тільки поточним значенням кутової швидкості обертання вала АД. Розрахунок за формулою (13) ведеться для швидкостей нижче синхронної в діапазоні $0 < \omega < \omega_0$. Проекція вектора напруги U_{sv} позитивна і $\sin v > 0$, а проекція U_{su} негативна і $\cos v < 0$. Тому значення тангенса $\operatorname{tg} v$, розраховані за формулою (13), будуть негативними, а кут v буде тупий

і розташований у другому квадранті системи координат, орієнтований за вектором $\vec{\Psi}_r$.

Тоді від тангенса кута ν переходимо до значення кута в градусах за наступною формулою

$$\nu = 180 + \frac{180}{\pi} \arctg[f(\omega)]. \quad (14)$$

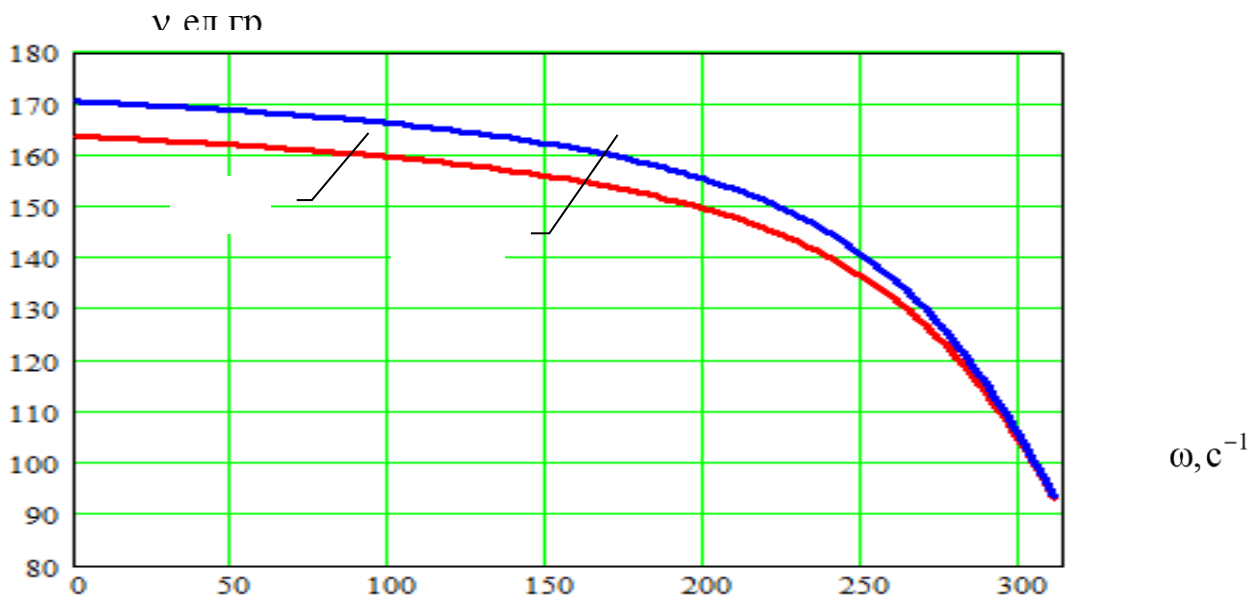


Рисунок 1 – Залежність кута між векторами напруги статора і потокозчеплення ротора від швидкості обертання ротора при пуску АД

У цій формулі арктангенс обчислюється від виразу (13). Для асинхронного двигуна серії 4А с технічними даними $P_H = 15 \text{ кВт}$, $n_c = 1500 \text{ об/хв}$, $U_{\text{ст}} = 380 \text{ В}$ за викладеною методикою побудовані графіки залежності кута ν від швидкості обертання вала АД, що представлені на рисунку 1. На цьому рисунку швидкість відкладається в електричних рад/с. Цифрою 1 позначений графік з урахуванням активного опору статора, а графік, позначений цифрою 2, будувався за умови $R_s = 0$. Як видно з графіків, вже для машин середньої потужності різниця в значенні кутів ν незначна з урахуванням активного опору статора і без нього, а для машин великої потужності вона ще менше. Після пуску в сталому режимі при номінальній швидкості розходження в значенні кутів ν практично відсутнє. З графіків випливає, що на початку пуску вектор потокозчеплення ротора $\vec{\Psi}_r$

знаходиться майже в протифазі до вектора напруги статора $\vec{U}_s$ і відстає від нього. У процесі пуску кут між цими векторами зменшується й у сталому номінальному режимі приймає значення, яке незначно перевищує дев'яносто градусів.

Література

1. Ключев О.В., Садовой А.В. Энергетические характеристики асинхронного электропривода с двухканальной системой управления./ Сборник научных трудов Днепропетровского государственного технического университета (технические науки). – Днепропетровск - 2011. – Выпуск 2 (17). – С.174-181.

Розробка математичної моделі автоматизованої системи регулювання режимами дуття доменної печі

Липський Р. С.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні тенденції розвитку доменного виробництва спрямовані на покращення якості сировини, впровадження пиловугільного палива, комбінованого дуття та вдосконалення обладнання. Автоматизація процесу виплавки чавуну є ключовою для підвищення ефективності роботи доменної печі, зокрема, шляхом модернізації систем управління. Важливу роль відіграє безперебійна робота повітрянагрівачів, що забезпечує економію палива та підвищення продуктивності. У статті аналізується автоматизована система регулювання температури гарячого дуття в доменній печі.

Підвищення продуктивності доменної печі значною мірою залежить від ефективного регулювання подачі гарячого дуття, яке забезпечується блоком повітрянагрівачів (ПН). Температурний режим у куполі ПН досягає 1300–1400 °С, що потребує використання доменного газу з природним газом для підвищення його калорійності. Застосування попереднього підігріву газоповітряної суміші (ГПС) дозволяє зменшити витрати природного газу та кількість шкідливих викидів [1, 2].

Методики оптимізації теплового стану ПН включають врахування теплофізичних характеристик насадки та коефіцієнтів тепловіддачі теплоносіїв

[3]. Автоматичне регулювання температури купола здійснюється шляхом корекції витрати повітря [4], а оптимізація теплового режиму дозволяє підвищити ефективність роботи системи [5]. Інтелектуальні підходи, такі як нейро-нечіткі мережі [6], експертні системи [7] та прогнозуючі нейронні моделі [8], дозволяють покращити керування температурними параметрами.

Використання ситуаційного підходу [9] та додаткових вимірювальних перетворювачів [10, 11] сприяє підвищенню якості регулювання ПН та прогнозуванню тривалості дуття. Таким чином, автоматизація та впровадження сучасних технологій дозволяють значно покращити продуктивність доменної печі, знижуючи енергетичні витрати та екологічний вплив.

З метою визначення динамічних характеристик за результатами розрахунку статичних параметрів системи регулювання витратою повітря холодного дуття проведено математичне моделювання системи управління електроприводом повітрорудки.

Механічна характеристика приводного двигуна при змінній частоті мережі живлення:

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi.ном} \cdot \sqrt{f^*})^2 \cdot \frac{R_2' \cdot \omega_{0H} \cdot f^*}{\omega_{0H} \cdot f^* - \omega}}{\omega_{0H} \cdot f^* \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2' \cdot \omega_{0H} \cdot f^*}{\omega_{0H} \cdot f^* - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}. \quad (1)$$

Передаюча функція вентиляційної мережі $W_c(p)$ відповідно витраті повітря в повітроводі:

$$W_c(p) = \frac{K_B \cdot e^{-pt}}{T_B p + 1}; \quad (2)$$

де K_B – коефіцієнт передачі трубопроводу; $\tau = l/a = 37,5$, с – час чистого запізнення (l – довжина трубопроводу, a – швидкість потоку повітря); м $T_B = 2\tau$ – постійна часу трубопроводу.

$$T_B = \frac{L_a \cdot l}{RQ_B + R_B}, \quad (3)$$

де L_a , l - відповідно акустична маса та довжина трубопроводу; R – аеродинамічний опір мережі повітропроводу; R_B , Q_B – відповідно внутрішній опір і продуктивність вентилятора.

Передаточна функція датчика витрати повітря:

$$W_D(p) = K_D = 1 \quad (4)$$

З метою регулювання подачі повітря за заданим законом у формі аперіодичного закону зміни вихідного параметру – витрати повітря здійснено синтез регулятора відповідного контуру. Дискретна передаточна функція регулятора витрати повітря представляє собою ПІД-регулятор [12]:

$$W_{pu}(z) = \frac{(K_1 + K_2 + K_3) - (K_1 - K_2 + 2K_3)z^{-1} + K_3z^{-2}}{1 - z^{-1}}. \quad (5)$$

Математична модель САР витратою холодного повітря зображена на рисунку 1.

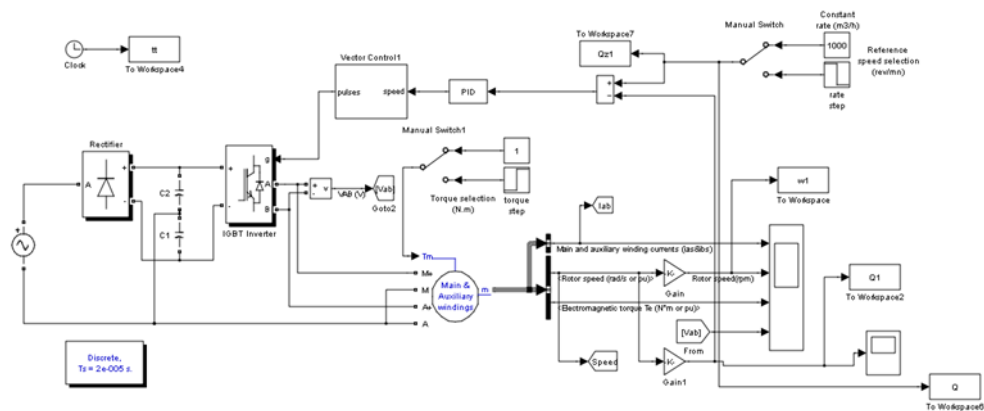


Рисунок 1 – Схема структурна математичної моделі автоматизованої системи управління електроприводом регулювання витратою повітря

Запропоновано спосіб отримання динамічних характеристик регулювання витратою повітря на дуття доменної печі, динаміка витрати представлена математичною моделлю з використання системи нечіткий супервізор-ПІД-регулятора витрати

Література

1. Удосконалення технології нагріву дуття у доменних повітрянагрівниках з метою енергозбереження: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.16.02 / Л. П. Грес ; Нац. металург. акад. України. — Д., 2002. — 32 с.
2. Брагинский А. М. Интегрированные энергоэкономные технологии у производстве чугуна. Харьков: Коллегиум, 2011. С. 112-118
3. US Patent 2016/0145700 A1, Int. C. C21B 9/14 (2006.01), F23C 9/00 (2006.01), F23L /00 (2006.01) Method for Heating a Blast Furnace Stove / Andrew Cameron, Tansley (GB); Tomas Ekman, Saltsjo-boo (SE); Mats Gartz, Sollentuna (SE). - Appl. No.: 15/010,154; Pub. Date: May, 2016.
4. Ma Zhuwu, Lou Shengqiang, Li Gang et al., The Intelligence Burning Control of the Hot Stove of Lianyuan Iron & Steel Group Co., Metallurgical Automation, no. 4, 2002, pp. 11-15.
5. Huang Zhaojun, Bai Fengshuang, Zhuang Bin et al., Flow Set and Control Expert System of Hot Stoves for Blast Furnace, Metallurgical Automation, no. 5, 2002, pp. 38-40.
6. Патент України 98080, МПК C21B 9/14 G05B 15/00. Система автоматичного регулювання температури гарячого дуття / Койфман О.О., Кравченко В.П., Сімкін О.І., Кобиш О.І. — № 201106165 ; заявл. 17.05.11 ; опубл. 10.04.12, Бюл. № 7.
7. Yaowu Tang Hot blast stove temperature control system based on neural network predictive control / Yaowu Tang, Xiang Liu // Applied Mechanics and Materials. — 2015. — Vol. 709, — pp. 281-284
8. Kobysh E.I. Situational control of hot blast stoves group based on decision tree / E.I. Kobysh, A.I. Simkin // Automation of technological and business processes. — 2016. — №3. — P. 80-88.
9. Kobysh E.I. Control model of the heating hot blast stove regenerative chamber based on fuzzy knowledge with training set / E.I. Kobysh, A.I. Simkin // Metallurgical and Mining Industry. — 2015. — No. 6. — P. 96-101.
10. Koifman A. Development and Software Implementation of the Hot Blast Stove Computer Model / A. Koifman, A. Simkin [Electronic resource] // Proceedings of The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Zaporizhzhia, Ukraine, April 27 – May 1, 2020 / [eds.: S. Subbotin]. — Vol. 2608.— P. 102-117.

Дослідження системи керування електроприводу конвеєру завантаження сушильного барабану

Мірошниченко С. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Розвиток будівельної індустрії супроводжується підвищенням попиту на продукцію та зростанням вимог до її якості, що стимулює модернізацію виробництва цементу. Одним із ключових напрямів зниження собівартості

є оптимізація енергоємних процесів, зокрема сушіння в барабанних сушарках. Оскільки на випаровування рідини витрачається значна кількість теплоти, важливим завданням є оцінка роботи обладнання та вибір режиму сушіння, що підвищує ефективність використання сушильної установки [1–3].

Метою дослідження є зниження енерговитрат та підвищення ефективності процесу завантаження цементоутворюючих матеріалів у сушильний барабан завдяки автоматизованій системі керування електроприводом конвеєра. Об'єктом дослідження є процес керування електроприводом конвеєра завантаження в перехідних режимах пуску, стопоріння і завантаження. В цементній промисловості використовуються сушильні барабани прямого типу, в яких топові газы та висушуваний матеріал рухаються в одному напрямку [4, 5].

Регулювання швидкості стрічки конвеєра здійснюється частотно-регульованим електроприводом. Автоматизована система управління (АСУ) електроприводом сушильного барабана включає послідовні елементи: перетворювач частоти (ПЧ), асинхронний двигун (АД) як приводну систему обертання та сушильний барабан як об'єкт управління. Математичні моделі сушильного барабана будуються на основі рівнянь фізичних процесів, що в ньому протікають, а їх точність залежить від прийнятих припущень [4, 5].

Схема автоматизації процесу завантаження сушильного барабану наведена на рисунку 1.

Математичні моделі сушильного барабана будуються на основі визначальних рівнянь, що протікають в них фізичних процесів, а їх достовірність - від прийнятих у вихідних рівняннях припущень.

Проведено синтез регуляторів струму, потокозчеплення та швидкості системи управління електроприводом з використанням принципу модального оптимуму [6]. Передаточні функції синтезованих регуляторів мають вигляд.

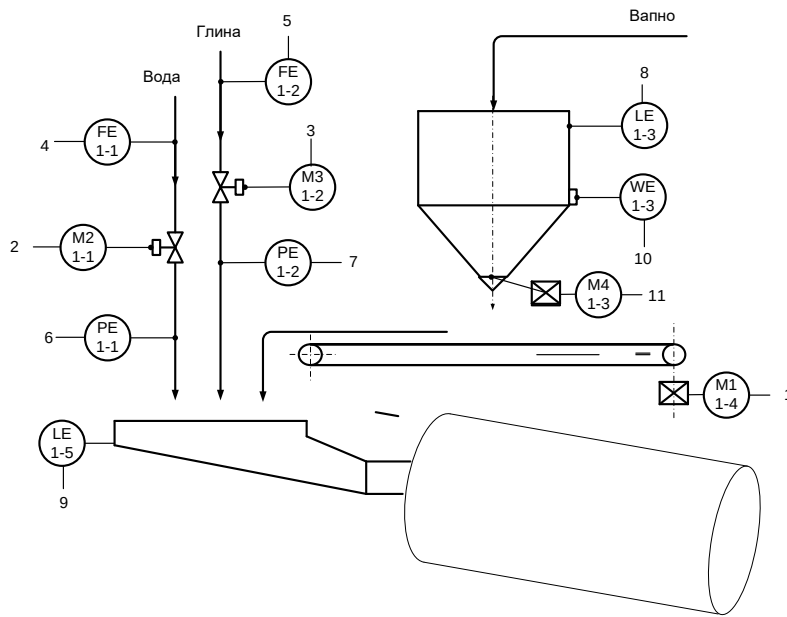


Рисунок 1 – Схема автоматизації процесу сушіння в сушильному барабані

Контур струму

$$W_{pc}(p) = K_{pc} \frac{T_{pc}p + 1}{T_{pc}p}, \quad (1)$$

де $T_{pc} = T_1$ – постійна часу регулятора струму, с;

$$K_{pc} = \frac{T_1 R'}{K_u K_c a_c T_{\mu c}} - \text{коефіцієнт посилення регулятора};$$

$$K_{cx} = \frac{U_{zc.max}}{I_{en.max}} - \text{коефіцієнт зворотного зв'язку по струму, В/А};$$

a_m – коефіцієнт оптимізації контуру струму по модальному оптимуму.

Контур потокозчеплення:

$$W_{p\psi}(p) = K_{p\psi} \frac{T_{p\psi}p + 1}{T_{p\psi}p}, \quad (2)$$

$$K_{p\psi} = \frac{K_c T_2}{2K_{\psi} L_m T_{\mu\psi}} - \text{коефіцієнт посилення регулятора потокозчеплення};$$

де

$$T_{p\psi} = a_m T_{\mu m} + T_{\phi} - \text{постійна часу регулятора потокозчеплення, с.}$$

На вхід контуру потокозчеплення встановлюється фільтр:

$$W_{BX.\phi}(p) = \frac{1}{T_{\phi\psi}p + 1}, \quad (3)$$

Контур швидкості

$$W_{pi}(p) = K_{pi} \frac{T_{pc}p + 1}{T_{pc}p}, \quad (4)$$

де $K_{pi} = \frac{2K_c J_\Sigma}{6K_2 Z_p K_{\mu} \Psi_{2x} T_{\mu i}}$ – коефіцієнт посилення регулятора швидкості;

$T_{\mu i} = a_m T_{\mu c} + T_{\phi c}$ – постійна часу контуру швидкості;

$K_{\mu} = \frac{U_{\Sigma c, \max}}{\omega_{\max}}$ – коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості;

$T_{pi} = \tau_c \cdot a_m T_{\mu i}$ – постійна часу регулятора швидкості, с.

На вхід контуру швидкості встановлюється фільтр:

$$W_{BX.\phi}(p) = \frac{1}{(4T_{\mu i} + T_{\phi i})p + 1}, \quad (5)$$

Розроблену математичну модель доцільно використовувати для адаптації алгоритму регулювання швидкості обертання стрічкового конвеєру завантаження сушильного барабану сипучими матеріалами заданих змінних умов експлуатації, тобто коливання моменту при завантаженні.

Література

1. Баранцева, Е.А. Процессы смешивания сыпучих материалов: моделирование, оптимизация, расчет / Е.А. Баранцева, В.Е. Мизонов, Ю.В. Хохлова // ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». Иваново. – 2008. – 116 с.
2. Демин О.В. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе / О.В.Демин, Д.О.Смолин, В.Ф.Першин // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2012. Т.55. №8. С. 108-111.
3. Дёмин О.В. Оперативное управление процессом смешивания / О.В. Дёмин, О.Д. Смолин, В.Ф. Першин // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2012. - № 4. – С. 356-366.
4. Демин О.В., Першин В.Ф., Свиридов М.М. Управление технологическим процессом в одновальном лопастном смесителе // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2009. –

№ 7. – С. 16-17.

5. Ди Дженнаро А.И., Першина С.В., Першин В.Ф. Определение коэффициента внутреннего трения сыпучих материалов при различных значениях плотности // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2011. – №3. – С. 366-368.

6. Куропаткин П.В. Теорія автоматизованого управління. Нач. пос. для електротехнічни спеціальностей. – М. : Вища школа, 1973. -528 с.

Аспекти проєктування автоматизованих систем електроприводів металорізальних верстатів з інтелектуальним керуванням на основі синергетичного підходу

Чередниченко І. І., Задорожня І. М.
Донбаська державна машинобудівна академія

Автоматизація технологічних процесів в машинобудуванні та широке впровадження в промисловості обладнання з числовим програмним керуванням призвели до висунення жорстких вимог до електроприводів металорізальних верстатів, що передбачає виконання вимог щодо точності обробки деталей.

На точність обробки впливає значна кількість факторів:

- вібрації в верстаті через приводні системи, що обертаються;
- пружні деформації в довгих валах і ремінних передачах;
- режими різання;
- знос обробного інструменту;
- похибка установки заготовки та обробного інструменту;
- геометрична точність обладнання;
- нелінійності, пов'язані з люфтами в передачах, муфтами зчеплення, а також обмеженнями моменту та струму електродвигуна.

Динамічні характеристики приводів головного руху та руху подач істотно впливають на технологічний процес обробки заготовок, зумовлюючи зниження якості обробки деталей. В сучасних верстатах електроприводи подачі є складною двомасовою системою, в якій в процесі експлуатації виникають пружні коливання, що негативно впливають на металообробку виробів [1, 2].

Для забезпечення високої якості продукції металообробного верстата

важливо компенсувати пружні коливання, що виникають в електромеханічних системах металорізальних верстатів.

Проблема підвищення точності і якості обробки деталей на металорізальних верстатах обумовлена також постійним ускладненням технічних пристроїв, підвищенням продуктивності устаткування, зростанням потужності приводних двигунів, що залежить від особливостей структур та алгоритмів керування електроприводами, вибір яких потребує використання не тільки традиційних методів синтезу, а і пошуку дієвих методів активного демпфірування механічних коливань, врахування процесів взаємодії в складних електромеханічних системах, впровадження інтелектуального підходу для керування технологічними процесами.

Необхідно зазначити, що питанню покращення динамічних характеристик електромеханічних систем металообробних машин присвячена велика кількість досліджень, втім ця проблематика не втрачає своєї актуальності, оскільки можливості використання нейромереж надають нові інструменти до арсеналу інженера в контексті проектування нових машин та модернізації діючих.

Сьогодні більшість систем автоматичного керування електроприводами металорізальних верстатів реалізовані на основі класичних регуляторів, що зумовлено нескладним підходом до формування їх структури та високою надійністю. Зокрема, в останнє десятиліття набули популярності ПД-регулятори, переваги яких складно переоцінити, проте вони мають недоліки (високе перерегулювання, низька чутливість до збурень), а також вимагають постійного переналаштування коефіцієнтів у разі зміни технологічних параметрів об'єкта керування. Крім того, для процесів зі змінними параметрами, часовими затримками, істотними нелінійностями та значними завадами використання ПД-регуляторів може не забезпечити оптимальні динамічні характеристики процесів. Для налаштування параметрів ПД-регуляторів використовують методи Зіглера-Нікольса (Ziegler-Nichols), Такахаші (Takahashi), проте вони не є універсальними і не завжди забезпечують оптимальність процесів, наприклад, метод Зіглера-Нікольса орієнтований на лінійні системи,

оскільки сам регулятор є лінійною динамічною ланкою, і у випадку, коли об'єкт керування має суттєвий нелінійний характер, складно досягти високої якості керування. Таким чином, підвищення якості керування електроприводами металорізальних верстатів необхідно здійснювати на основі інтелектуального підходу. Існує достатньо велика кількість розробок і практичних реалізацій технологій штучного інтелекту (на основі нейронних мереж, генетичних алгоритмів, нечіткої логіки тощо) для систем керування електроприводами електромеханічних систем, як за кордоном, так і в Україні.

Деякими дослідниками пропонується синтез інтелектуальної системи керування кутовим положенням двигуна постійного струму, а саме, запропонований алгоритм нейромережевого керування дозволяє послабити вплив нелінійностей системи, що розглядається, на вихідну координату приводу. Для приводів подачі верстатів з пружними зв'язками запропонований синтез класичної системи керування і з застосуванням нейрорегуляторів у своїй структурі, при цьому отримані результати роботи свідчать про доцільність застосування нейрорегуляторів у системах із пружними зв'язками. Загалом, цікавими є рішення щодо синтезу нейромережевого спостерігача швидкості обертання ротора двигуна електроприводу, який складався з тиристорного регулятора напруги та асинхронного короткозамкнутого двигуна. Зокрема досліджувався спостерігач швидкості обертання ротора, що складався з динамічної нейронної мережі. Під час проведення досліджень аналізувалися різні алгоритми керування, з яких ефективним був визнаний алгоритм Левенберга-Марквардта, який вимагав великих обчислювальних потужностей.

Крім нейрорегуляторів пропонуються й інші види перспективних регуляторів, які в ряді випадків дозволяють досягти необхідної якості управління нелінійним об'єктом. В системі керування застосовується лінійно-квадратичний гаусівський регулятор (LQC), що дозволяє компенсувати пружні коливання в електроприводах із високим ступенем ефективності. Застосування LQC у поєднанні з фільтром Калмана дозволяє підвищити динамічну якість електроприводу верстата, що розглядається, при виникненні впливів збурення.

Використанню штучних нейронних мереж для керування електромеханічними системами присвячено роботи відомих дослідників-електромеханіків [3–7]. Нейронні мережі використовують для усунення фрикційних автоколивань у одномасових та двомасових ЕМС з нелінійним навантаженням або від’ємним в’язким тертям, для параметричної ідентифікації об’єктів керування та виконання оптимального налаштування поліноміальних регуляторів.

Таким чином, застосування інтелектуальних технологій, зокрема, штучних нейронних мереж в системах керування електроприводами підтверджує актуальність, ефективність і перспективність використання нейронних мереж, до того ж їх застосування має ряд переваг у порівнянні з класичними ПП- та ППД-регуляторами, що дозволяє забезпечити високі динамічні характеристики керованих електромеханічних систем, втім необхідно також звернути увагу на необхідність використання синергетичного підходу до синтезу параметрів систем автоматичного керування електроприводами металорізальних верстатів, що враховуватиме взаємодію всіх елементів складних систем металорізальних верстатів на основі принципу електромеханічної взаємодії [8].

Література

1. Кожевников С. Н. Динамика машин с упругими звеньями / С. Н. Кожевников. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 160 с.
2. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода / Ключев В. И. – М.: Энергия, 1971. – 320 с.
3. Клепиков В. Б. Синтез нейросетевой системы управления одномассовой электромеханической системы с отрицательным вязким трением при ограничении координат электропривода / В. Б. Клепиков, К. В. Махотило, И. В. Обруч // Труды конф. «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». – Харьков: Основа, 1997. – С. 19–21.
4. Клепиков В. Б. Нейросетевая система управления электро-механической системой с отрицательным вязким трением / В. Б. Клепиков, К. В. Махотило, И. В. Обруч, Камаль Наджи // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. Вестник ХГПУ. Специальный выпуск – Харьков: ХГПУ, 1998. – С. 378–380.
5. Клепиков В. Б. Гибридные нейронные сети в управлении нелинейными электромеханическими системами / Клепиков В. Б., Палис Ф., Цепковский Ю. А. // Тематичний випуск Збірник наукових праць «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». – Харків: НТУ «ХПІ», 2003 – № 10, Т. 1. – С. 29–33.
6. Андриенко П. Д. Синтез базовой математической модели в виде модифицированной рекуррентной нейронной сети электромеханической системы с не полностью известной структурой / П. Д. Андриенко, И. А. Орловский, В. П. Метельский // Електротехніка та електроенергетика. – 2011. – №1. – С. 50–55.
7. Кузнецов Б. И., Василец Т. Е., Варфоломеев А. А. Синтез нейроконтроллера с предсказанием для двухмассовой электромеханической системы // Електротехніка

і Електромеханіка. 2008. № 3. С. 27–32.

8. Задорожня І. М., Задорожній М. О. *Оптимізація та взаємозв'язки параметрів двомасових електромеханічних систем [Електронний ресурс] : монографія – Електрон. текст. дані (4,5 Мб).* – Краматорськ : ДДМА, 2021.

Алгоритми та методи ефективного керування електроприводами металорізальних верстатів на основі інтелектуалізації процесів з використанням комплексного підходу

Ступак П. П., Задорожня І. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Системи автоматизованих електроприводів металорізальних верстатів є достатньо складними, оскільки представляють собою багатомасові підсистеми з розгалуженими пружними зв'язками, які утворені елементами електродвигунів, передавальних механізмів (редуктори, варіатори тощо), матеріалом, що піддається обробці. В технологічних машинах всі електроприводи взаємопов'язані за допомогою механічних підсистем та оброблюваним матеріалом, тому для побудови ефективної систем керування електроприводами актуальним завданням, по-перше, є проведення коректної декомпозиції електромеханічної системи, що дозволить всередині взаємопов'язаної системи створити парціальні системи керування, а, по-друге, налаштувати їх таким чином, що забезпечить бажаний характер протікання перехідних процесів з відповідними показниками якості.

Сучасні технології обробки того чи іншого матеріалу вимагають від систем керування електроприводами металорізальних верстатів забезпечення високої точності за положенням та швидкістю, що може бути реалізовано за рахунок різних технічних рішень (спеціальні електродвигуни з покращеними характеристиками, перетворювачі з високою швидкодією, мехатронні модулі, високодинамічні системи автоматизованих електроприводів з широкою номенклатурою датчиків). Разом з тим, фактором, що обмежує можливості металорізальних верстатів за точністю та якістю обробки матеріалів, є кінематичні ланцюги та передачі, тому для забезпечення високих динамічних

можливостей електроприводів при досягненні заданих показників ефективності інженери прагнуть до їх максимального спрощення – це один з методів оптимізації роботи верстатів.

В системах керування багатодвигунними електроприводами верстатів також існують суттєві нелінійності (пружності, люфти і зазори в механічних передачах, статичне і в'язке тертя, динамічні удари), на які додатково впливають різні природні явища (вітрові навантаження, рельєф місцевості, повітряне і водне середовища), усунення яких або мінімізація їх впливу є другим методом забезпечення ефективного керування.

Електроприводи металорізальних верстатів працюють у широкому діапазоні режимів, що призводить до нерівномірного нагрівання, яке призводить до зміни параметрів в електродвигунах, перетворювачах енергії (перетворювачах частоти, тиристорних перетворювачах та ін.), вимірювальній системі. Під час проектування взаємопов'язаних систем електроприводів з позиції досягнення заданих або необхідних динамічних точностей об'єкта керування його необхідно розглядати не як заданий, а як змінюваний спільно з регуляторами. У зв'язку з цим і коефіцієнти інерції, і параметри пружних механічних зв'язків об'єкта є в процесі синтезу варійованими параметрами.

З огляду на вказані особливості багатодвигунних електроприводів актуальним є в рамках синтезу їх параметрів застосування положень теорії нейрокерування, яка дозволяє здійснити компенсацію збурень, пов'язаних із нелінійностями механічної підсистеми, а також зовнішніх випадкових впливів. Це передбачає впровадження алгоритмів керування із застосуванням штучного інтелекту, генетичних алгоритмів і нечіткої логіки, різних видів фільтрів Калмана, нейронних мереж (нейронних регуляторів).

Існує велика кількість робіт, присвячених використанню нейронних мереж в системах електроприводу, де наводиться їх математичний опис, різновиди, переваги й недоліки та способи реалізації систем керування [1–5].

Нейронні мережі здатні замінити стандартні пропорційно-інтегральні та пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори або покращити

характеристики ключових координат електроприводу шляхом адаптації їх налаштувань під поточні умови роботи. Позитивною властивістю нейромережевих регуляторів є їхній малий ступінь чутливості до зміни параметрів об'єкта керування (наприклад, при зменшенні моменту інерції на 50 % працездатність регулятора на базі штучних нейронних мереж зберігається), порівняно з класичними регуляторами.

Підвищення якості та точності обробки заготовок на металорізальному верстаті можливе завдяки розвитку електроприводу, обробних матеріалів та систем автоматичного керування приводами, в тому числа за допомогою застосування штучних нейронних мереж. Безпосередньо перспективним для систем автоматичного керування електроприводами верстатів вважається використання нестандартного задатчика інтенсивності, нейроконтролера, що дозволяє прогнозувати поведінку об'єкта – NN Predictive Controller за умови використання демпфуючих властивостей електроприводу [6].

Втім, необхідно акцентувати увагу на тому, що хоча формування процедур керування складними технологічними об'єктами може бути успішно реалізовано на основі теорії штучних нейронних мереж, однак, поряд із широким спектром їхніх можливостей, існує низка супутніх проблем (суттєве ускладнення налаштування та зростання кількості основних параметрів нечітких логічних регуляторів, збільшення об'єму бази знань, зростання кількості функцій належності в діапазоні керування, збільшення переліку лінгвістичних змінних, що характеризують стан об'єкта), що потребує подальших досліджень.

Література

1. *Махотило К. В. Разработка методик эволюционного синтеза нейросетевых компонентов систем управления / дис. канд. техн. наук. – Харьков. – 1998 г. – 179 с.*
2. *Кузнецов Б. И., Василец Т. Е., Варфоломеев А. А. Синтез нейроконтроллера с предсказанием для двухмассовой электромеханической системы // Электротехника і Електромеханіка. 2008. № 3. С. 27–32.*
3. *Кузнецов Б. И., Василец Т. Е., Варфоломеев А. А. Система управления нелинейным динамическим объектом с нейрорегулятором NN Predictive Controller// Электротехника і Електромеханіка. 2009. № 2. С. 39–42.*
4. *Hong-Gyun Lee, Jung-Chul Lee, Su-Myeong Nam, Jung-Sik Choi, Jae-Sub Ko, Dong-Hwa Chung, "The Speed Control and Estimation of IPMSM using Adaptive FNN and ANN", ICCAS2005, June 2-5 2012, KINTEX, Gyeonggi-Do, Korea.*

5. Худяєв О. А. Частотне керування асинхронним електроприводом : навч. посібник / О. А. Худяєв, І. В. Обруч, Л. В. Асмолова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Право, 2023. – 250 с.

6. Задорожня І. М., Задорожній М. О. Оптимізація та взаємозв'язки параметрів двомасових електромеханічних систем [Електронний ресурс] : монографія – Електрон. текст. дані (4,5 Мб). – Краматорськ : ДДМА, 2021.

Етапи діагностики регульованого електроприводу

Горбачов О. С.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні промислові системи висувають високі вимоги до надійності, точності та ефективності роботи електромеханічних комплексів, найважливішим елементом яких є регульований електропривод. В процесі експлуатації приводних систем виникають різні відхилення і несправності, здатні привести до зниження продуктивності, збільшення витрат на технічне обслуговування, а також до аварійних ситуацій.

Мета роботи – дослідження етапів діагностики регульованих електроприводів, що сприяють підвищенню надійності та ефективності експлуатації промислового обладнання.

Регульований електропривод перевіряють на холостому ході і під навантаженням. Випробування на холостому ході виконують при розмиканні кінематичного ланцюга або на стенді, а випробування під навантаженням – тільки на стенді, оснащеному гальмом з динамометричним пристроєм.

Діагностику регульованого приводу можна розділити на три етапи.

1. Загальний контроль, який містить в собі:

- перевірку (зовнішній огляд) відсутності пошкоджень приводу;
- перевірку працездатності приводу при напрузі мережі $0,85 U_H$;
- перевірку працездатності приводу при тривалому навантаженні та максимальній частоті обертання двигуна. При номінальній швидкості обертання встановлюють навантаження на приводі струмом I_d , що відповідає тривало-

допустимому моменту M_d і вимірюють збільшення температури обмотки електродвигуна за методом опору [1].

2. Перевірка характеристик приводу у статичних режимах роботи містить:
- визначення похибки частоти обертання при зміні струму навантаження:

$$\Delta_n = \frac{(n_1 - n_2)}{n_2} 100\%. \quad (1)$$

де n_1 і n_2 , — частота обертання двигуна при навантаженні $0,15I_d$ і $0,5I_d$ (перша перевірка) та при навантаженні $0,5I_d$ і I_d (друга перевірка). За результатами двох перевірок отримують два значення Δ_n , більше (за абсолютною величиною) з яких є оцінкою якості приводу і не повинно перевищувати значення Δ_n вказаного в технічній документації до приводу.

- визначення похибки частоти обертання при зміні напруги живлення.[1]

$$\Delta_U = \frac{(n_1 - n_2)}{n_2} 100\%. \quad (2)$$

де n_2 — частота обертання при номінальній напрузі U_n ; n_1 — частота обертання при зміні напруги від U_n до $0,9U_n$ (перша перевірка) та при зміні напруги від U_n до $1,1U_n$ (друга перевірка).

- визначення похибки частоти обертання при зміні температури:

$$\Delta_T = \frac{(n_{20^\circ} - n_{45^\circ})}{n_{20^\circ}} 100\%, \quad (3)$$

де n_{20° — частота обертання при температурі середовища, яка оточує напівпровідниковий перетворювач, $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$; n_{45° — те ж саме, при 45°C . Сумарна похибка електроприводу дорівнює:

$$\Delta = \Delta_n + \Delta_U + \Delta_T. \quad (4)$$

– похибку при зміні напрямку обертання визначають на холостому ході приводу, при номінальній напрузі живлення та температурі навколишнього середовища $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Похибка частоти обертання при зміні правого напрямку обертання на ліве:

$$\Delta_p = \frac{2(n_p - n_l)}{(n_p + n_l)}. \quad (5)$$

де n_p і n_l – обертання при правому та лівому його напрямку відповідно.

3. Перевірка динамічних характеристик приводу містить в собі:

– реакцію частоти обертання двигуна на стрибкоподібну зміну управляючого сигналу перевіряють за величиною перерегулювання миттєвої частоти обертання, а також за величиною середнього кутового прискорення приводу при стрибкоподібній подачі (на вхід перетворювача) управляючої напруги, що відповідає номінальній частоті обертання. За допомогою шлейфового осцилографа або запам'ятовуючого осцилоскопу, підключеного до вбудованого тахогенератора двигуна, реєструють: миттєву частоту обертання приводу на холостому ході при додатковому моменті інерції, що задає сигнал і струм якоря [1].

– смуга пропускання замкнутого швидкісного контуру приводу, визначається граничною частотою (не менше 20 Гц) вхідного синусоїдального сигналу, при якій амплітуда вихідного сигналу, що знімається з тахогенератора, на 3 дБ менше амплітуди цього сигналу при вхідній частоті 0,5 Гц.

– частотну характеристику замкнутого швидкісного контуру, що при управляючому впливі, визначають шляхом реєстрації миттєвої частоти обертання приводу. При цьому на вхід перетворювача подається синусоїдальна напруга з регульованою частотою 0,5–30 Гц для тиристорних приводів, 0,5–100 Гц для транзисторних приводів, і амплітудою 0,1 В. Частоту обертання реєструють за допомогою шлейфового осцилоскопа з режимом післясвічення, підключеного до вбудованого тахогенератора двигуна.

Завдяки ефективній діагностиці регульованих електроприводів стає можливим своєчасно виявляти відхилення в роботі, підтримувати обладнання в справному стані і суттєво скорочувати витрати на його обслуговування і ремонт.

Література

1. C. Nagamani, N. Prasannakumar and R. V. R. Raju, "Analysis of the performance of an MRAS based sensorless speed estimation scheme for induction motors under fluctuating inputs," 2014 International Conference on Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCEE), Coimbatore, India, 2014, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICGCCEE.2014.6922458.

Методи управління та діагностики регульованого електропривода

Гриценко С. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Регульований електропривід – це система, що забезпечує керовану зміну координат руху виконавчого органу робочої машини у відповідності до вимог технологічного процесу [1].

Широке використання на сьогоднішній день в багатьох галузях промисловості, від автомобільної до виробництва, а також в побутовій техніці мають саме регульовані електроприводи, так як використовують більш надійні, економічні та з меншою металоємністю двигуни [2].

Актуальність теми обумовлена потребою у зниженні енергоспоживання, підвищенні продуктивності систем і зниженні експлуатаційних витрат. У зв'язку з цим розробка нових методів керування та діагностики електроприводів стає надзвичайно важливою. Системи регульованих електроприводів максимально адаптовані до змінюваних умов роботи, що підвищує їх ефективність [3].

Мета даної роботи полягає в оцінці сучасних методів керування регульованого електроприводу та процедур моніторингу їхньої роботи. Це дозволить покращити адекватність математичної моделі та їх подальше дослідження.

Дослідження проводилося на основі аналізу літератури з теми електроприводів, дослідження досвіду українських і зарубіжних підприємств, а також використано методи математичного моделювання [1, 3, 4].

Управління регульованим електроприводом здійснюється різними методами, які обираються залежно від специфіки системи, вимог до продуктивності, складності та витрат. Розглянемо ті з них, які найчастіше використовуються.

Пропорційно-інтегрально-деривативне (PID) управління – для

регулювання виходу використовує три компоненти: пропорційний, інтегральний та деривативний. Перевагою даного методу є простота налаштування, здатність забезпечити хорошу стійкість та швидкість реагування. До недоліків відносяться обмежені можливості при роботі з нелінійними та динамічними системами..

Модельне управління – для визначення управлінських впливів використовує математичну модель системи. Висока точність управління, можливість адаптації до змін є перевагою даного методу. Недоліки: складність у реалізації, високі вимоги до знання детальної моделі системи.

Нечітке управління – для прийняття рішень на основі непевних або нечітких даних використовує нечітку логіку. Перевагою цього методу є можливість управляти системами з невизначеними або змінними характеристиками. Недоліки: складність налаштування нечітких правил та непередбачуваність результатів.

Системи автоматичного регулювання (системи зворотного зв'язку) – для корекції виходу на основі різниці між реальною та бажаною величиною використовують зворотний зв'язок. Перевагою є те, що вони підходять для систем з помилками збереження. Можуть стати нестабільними при великих змінах в системі, що можна віднести до їхніх недоліків.

Системи управління на основі адаптивного контролю – підлаштовують параметри контролера в реальному часі відповідно до змін у динаміці системи, здатні підлаштовуватися під збої чи зміни, створюють роботу системи з високою точністю, що є їхньою перевагою. Але є й недоліки, до яких належать складність у реалізації та потреба в обчислювальних ресурсах.

Системи управління на основі штучного інтелекту (ШІ) – використовують алгоритми машинного навчання для вдосконалення управлінських стратегій, їх перевагою є адаптація до нових умов без явного програмування, але вони вимагають багато ресурсів для навчання та складність в інтерпретації.

Методи діагностування систем електроприводів.

1. Класичні методи

Вібраційний моніторинг відстеження вібрацій для виявлення дефектів

механічних частин (підшипників, редукторів і т. д.).

Термографія: виявлення перегрівів в електродвигунах, що може свідчити про ненормальні умови роботи.

Аналіз електричних параметрів: спостереження за струмом і напругою для виявлення порушень в електричному колі [3].

2. Сучасні методи

Інтелектуальні системи діагностики: застосування нейронних мереж і алгоритмів машинного навчання для автоматичного виявлення дефектів на основі великих обсягів даних.

З вищеописаного можна зробити такі висновки: вибір методу управління регульованим електроприводом повинен бути виваженим і ґрунтуватися на конкретних потребах та характеристиках системи. Простота та економічність традиційних методів, таких як PID, роблять їх добрим вибором для багатьох стандартних застосувань. Тоді як методи, засновані на адаптивному управлінні та ШІ, можуть уточнити та покращити продуктивність у більш складних системах. Вибір методу управління повинен враховувати наявні ресурси, вимоги бізнесу та стратегічні цілі проекту. Використання сучасних технологій діагностики дозволять оперативно виявляти та усувати несправності, що веде до зниження витрат на обслуговування.

Література

1. Колб А. А. *Теорія електроприводу: Навчальний посібник*. – 2-е вид. перероб. і доп. – Д., Національний гірничий університет, 2011. – 540 с.
2. Плешков С. П., Серебренніков С.В. *Енергоефективний електропривод у промисловості та сільськогосподарському виробництві: Навчальний посібник*. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 161 с.
3. Зеленов А.Б. *Теорія електроприводу. Методика проектування електроприводів: підручник* / А. Б. Зеленів. – Луганськ: вид-во "Ноулідж", 2010. – 670 с.
4. *Електропривод робочих машин : підручник* / П. О. Василега. – Суми : Сумський держ. ун-т, 2022. – 290 с.

Підвищення точності обробки на фрезерному верстаті з використанням магнітострикційного приводу мікропереміщень

Топор К. О.

*Відокремлений структурний підрозділ «Дружківський фаховий коледж
Донбаської державної машинобудівної академії»*

На підприємствах розповсюджено використання верстатів з системою ЧПУ. Наявність АСУ збільшує якість обробки, прискорює випуск продукції та дозволяє виготовляти деталі різної геометрії.

Із розвитком технологій до верстатів ставлять все більше вимог, щоб витримувати конкуренцію на ринку. Покращення точності обробки досягається різним шляхом, одним з яких є гасіння вібрації під час обробки.

Щоб знизити вплив вібрації покращують режими різання, жорсткість кріплення елементів системи, застосовують демпфери [1]. Демпфери бувають як пасивні (гумові прокладки між корпусом та двигуном, пружні елементи кріплення), так і активні. У якості активних демпферів застосовують привод мікропереміщення на основі п'єзоелектричного або магнітострикційного актуатора.

Магнітострикційні актуатори [2] мають перевагу перед п'єзоелектричними у швидкості реакції та діапазоні руху.

Мета роботи – покращення точності обробки фрезерного верстата шляхом гасіння вібрацій магнітострикційним приводом мікропереміщень.

Автоматична система управління (АСУ) магнітострикційним приводом (МП) побудована на основі мікроконтролера Arduino Uno. Для плавності сигнал керується цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП) MCP4725. Сигнал поступає на силовий ключ OPA541, що керує симетричним джерелом живлення Korad KA3005D. Вібрації при обробці зчитуються через акселерометр ADXL345.

Керування МП ускладнюється явищем гістерезису [3] – відставання дії від керуючого сигналу. Тіло після взаємодії з ним набуває залишкових властивостей, що призводить до нелінійності у керуванні.

Для моделювання АСУ МП використовується прикладне математичне програмне забезпечення MATLAB. Для симуляції гістерезису побудовано

модель Прейсаха (формула 1). Щоб компенсувати гістерезис графік моделі гістерезисної петлі інвертують, тобто на вхfd подається бажане переміщення, на виході формується сигнал керування (формула 2, рис. 1). Дані про точки інверсованої моделі занесено у параметричну базу даних.

$$y(t) = \iint_{\alpha \geq \beta} \mu(\alpha, \beta) \cdot \gamma_{\alpha, \beta}[u(t)] d\alpha d\beta. \quad (1)$$

Де $u(t)$ – вхідний сигнал (напруга, струм тощо);

$\gamma_{\alpha, \beta}[u(t)]$ – елементарний гістерон з порогами α, β ;

$\mu(\alpha, \beta)$ – щільність гістеронів (функція ваги), яка описує клад кожного гістерону;

Інтегрування відбувається по області $\alpha \geq \beta$ (трикутник Прейсаха).

$$H[u(t)] = y(t) \rightarrow H^{-1}[y(t)] = u(t). \quad (2)$$

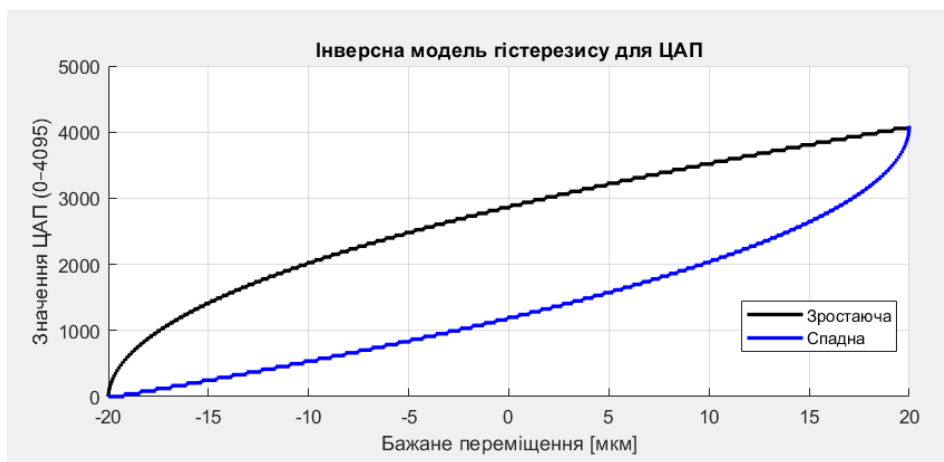


Рисунок 1 – Інверсний графік моделі Прейсаха

Для переміщення у потрібну позицію з компенсацією гістерезису мікроконтролер звертається до бази даних з інвертованою моделлю. Отриманий сигнал подається на ЦАП. Акселерометр у ланцюгу зворотнього зв'язка посиляє сигнал про прискорення на мікроконтролер. Прискорення переводиться у переміщення.

Для регулювання управління сигнал з виходу порівнюється з сигналом задання та регулюється через ПІ-регулятор.

Для дослідження роботи побудовано модель АСУ МП у середовищі Simulink. У задання подається синусоїдальний сигнал, щоб задати переміщення. Для симуляції вібрації до виходу додається синусоїдальний сигнал. Результати моделювання приводу приведені у рисунку 2.

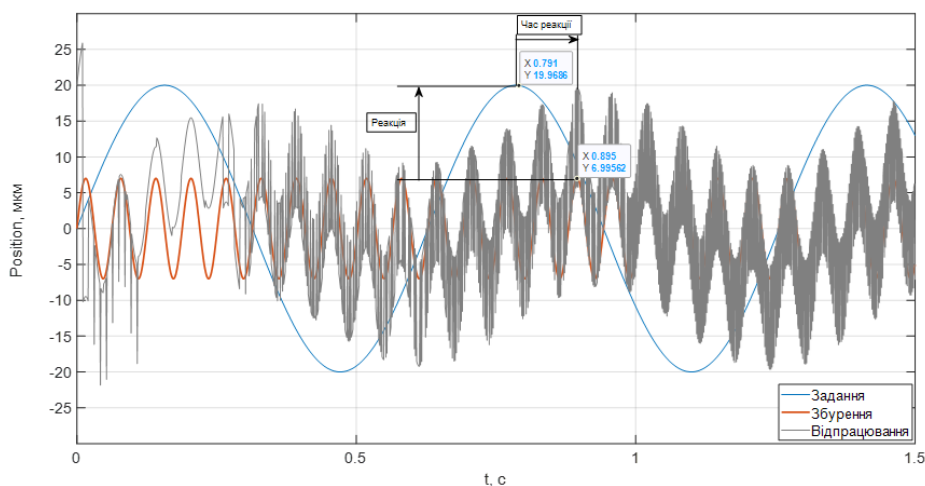


Рисунок 2 – Результат моделювання приводу

Змодельований привод знижує амплітуду вібрацій. Мінімальний час реакції у системі має бути 0,13 с., інакше система перевантажується, перегорає привод. Зниження вібрації:

- Підвищує точність обробки на 7 мкм;
- Зменшує шорсткість деталі на 30 %.

Література

1. Пуховський Є. С. Вплив вібрацій на стійкість багатолезового інструменту. *Технічна інженерія*. 2022. № 2(90). С. 44–51. URL: [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-44-51](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-44-51).
2. Song T., Zhu W. Modeling and control of magnetostrictive actuators // *Mechanical Systems and Signal Processing*. – 2018. – Vol.98. – P. 338–364. – DOI: 10.1016/j.ymssp.2017.05.026.
3. Tan X., Baras J. S. Modeling and control of hysteresis in magnetostrictive actuators // *Proceedings of the 41st IEEE Conference on Decision and Control*. – Las Vegas, USA, 2002. – Vol. 4. – P. 4405–4410.

РОЗДІЛ 12.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ

Сучасні тенденції підготовки фахівців вищої кваліфікації в галузі інформаційних технологій

Подлесний С. В., Єрьомін М. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Розвиток інформаційних технологій (ІТ) став ключовим фактором у трансформації світової економіки, науки та освіти. Сучасний ринок праці вимагає не лише базових знань, але й високої кваліфікації, адаптивності та здатності до інновацій. Навчання в галузі ІТ постійно оновлюється, відповідаючи на нові виклики: від появи штучного інтелекту до інтеграції великих даних та кібербезпеки. У цьому контексті важливим є дослідження тенденцій підготовки фахівців вищої кваліфікації, щоб забезпечити конкурентоспроможність і ефективність їх професійної діяльності. Актуальність даного дослідження обумовлена швидким розвитком технологій та їх впливом на освітні процеси. ІТ-фахівці є двигунами технологічних інновацій, тому їх професійна підготовка має відповідати сучасним і майбутнім потребам галузі. Успішні практики, такі як навчання із застосуванням технологій доповненої реальності, проектне навчання та впровадження міжнародних стандартів, вимагають глибокого аналізу.

Сучасні виклики в галузі інформаційних технологій охоплюють як глобальні технологічні тренди, так і суттєвий вплив цифровізації на ринок праці. Серед головних напрямів розвитку технологій виділяється штучний інтелект (ШІ), який продовжує революціонізувати численні галузі, включаючи охорону здоров'я, фінанси, транспорт та освітню сферу. Проте його впровадження пов'язане з необхідністю розробки етичних стандартів для використання, забезпечення прозорості алгоритмів та мінімізації ризиків дискримінації чи упередженості, а також із потребою підготовки фахівців, здатних працювати з алгоритмами машинного навчання та засобами обробки природної мови.

Великі дані стають ще одним рушійним фактором змін, адже швидке зростання обсягів інформації вимагає розробки нових підходів до її зберігання, аналізу та візуалізації. Основною задачею є підготовка спеціалістів, які володіють навичками роботи з платформами великих даних, такими як Hadoop та Spark, та мають досвід аналізу даних, що важливо в умовах зростаючих ризиків витоку персональної інформації та необхідності її захисту.

Зростання рівня цифровізації суспільства спричиняє значне зростання ризиків кіберзлочинності, що робить кібербезпеку надзвичайно актуальною сферою. Сучасні виклики у галузі кібербезпеки включають необхідність виявлення вразливостей у системах, розробку ефективних стратегій захисту та підвищення обізнаності користувачів щодо ризиків. Фахівці повинні бути готові до швидкого реагування на інциденти та постійного вивчення новітніх засобів захисту, серед яких важливе місце займають технології блокчейн і біометричної ідентифікації.

Цифровізація має також суттєвий вплив на ринок праці. Автоматизація традиційних галузей, таких як виробництво чи логістика, призводить до скорочення класичних робочих місць, водночас створюючи попит на нові професії, пов'язані з технологіями, наприклад, на розробників ШІ, архітекторів даних чи спеціалістів із кібербезпеки. Розвиток дистанційної роботи завдяки новим цифровим платформам і зручним інструментам комунікації змушує працівників адаптуватися до нових форматів співпраці та використовувати сучасні технічні рішення. До того ж, цифрова трансформація створює умови, коли поняття постійного навчання та професійного розвитку набуває особливого значення. Життєве навчання ("lifelong learning") стає невід'ємною частиною кар'єрного зростання, що стимулює появу нових курсів, тренінгів і сертифікаційних програм.

Основні тенденції підготовки фахівців вищої кваліфікації охоплюють глобалізацію освіти, цифровізацію навчальних процесів, акцент на компетенції майбутнього та гнучкість навчальних програм. Сучасна освіта стає все більш інтегрованою завдяки програмам міжнародної академічної мобільності,

подвійним дипломам та партнерствам між університетами, що сприяє обміну досвідом і впровадженню найкращих практик. Інтеграція цифрових інструментів у навчальний процес дозволяє створювати персоналізовані траєкторії навчання та забезпечувати доступ до дистанційної освіти. Освітні програми орієнтовані на розвиток таких навичок, як критичне мислення, адаптивність, цифрова грамотність і співпраця, що становить підґрунтя для формування компетенцій майбутнього.

Інноваційні освітні методики також набувають великого значення. STEM-освіта, що об'єднує науку, техніку, інженерію та математику, спрямована на розвиток комплексних технічних навичок, оскільки студенти беруть участь у міждисциплінарних проектах, що вдосконалюють їхню здатність інтегрувати знання з різних областей. Важливим компонентом STEM є інтеграція практичного досвіду через лабораторні експерименти та дослідницькі проекти. Інша сучасна методика – проектне навчання, яке полягає у розробці реальних проектів під час навчання. Цей підхід сприяє розвитку командної роботи, навичок вирішення проблем і інноваційного мислення, оскільки проекти часто спрямовані на вирішення актуальних завдань галузі ІТ, таких як розробка програмного забезпечення, створення алгоритмів або прототипів продуктів.

Застосування віртуальної та доповненої реальності у навчанні суттєво розширює традиційні педагогічні методи. Віртуальна реальність дозволяє створювати симуляції реальних середовищ, що сприяють практичному навчанню в безпечному просторі, наприклад, у галузі кібербезпеки, де технологія використовується для моделювання реальних кіберзагроз і розробки стратегій їх нейтралізації. Доповнена реальність інтегрує цифрові елементи у реальний світ, надаючи можливість працювати з інтерактивними моделями, зокрема 3D-схемами комп'ютерних мереж, що покращує розуміння складних концепцій та підвищує залученість студентів до навчального процесу.

Професійна сертифікація і роль міжнародних стандартів є невід'ємною складовою підготовки сучасних ІТ-фахівців. Визнані сертифікації, такі як CompTIA, Cisco, Microsoft і AWS, підтверджують високий рівень знань

і практичних навичок, сприяючи інтеграції випускників у глобальний ринок праці та забезпечуючи їх конкурентоспроможність. Міжнародні освітні стандарти, зокрема ті, що встановлені ACM/IEEE для комп'ютерних наук, визначають базові вимоги до навчальних програм, сприяють узгодженості змісту та дозволяють інтегрувати студентів у міжнародну академічну й професійну спільноту.

Integration of Artificial Intelligence into the Educational Process of Training Highly Qualified Computer Science Specialists

Podlyesnyy S. V., Ieromin M. V.
Donbass State Engineering Academy

In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as a transformative force across numerous sectors, ranging from healthcare and finance to transportation and manufacturing. Among these domains, education is experiencing profound changes as technological advances challenge and augment traditional pedagogical paradigms. This abstract outlines a comprehensive framework for integrating AI into the educational process specifically aimed at training highly qualified computer science specialists. The primary objective of the study is to explore how AI-driven tools and methodologies can be effectively embedded within computer science curricula to enhance learning outcomes, promote personalized instruction, facilitate interdisciplinary collaboration, and meet the demands of a rapidly evolving digital economy.

The impetus for this investigation is rooted in the understanding that future workforces will not only require advanced technical expertise but must also be adept at navigating environments where AI plays a central role. As digital transformation accelerates, higher education institutions are compelled to re-evaluate and modernize their teaching approaches to remain competitive and relevant. The integration of AI presents a unique opportunity to address these challenges by automating routine administrative tasks, delivering intelligent tutoring through adaptive systems, and

generating actionable insights into student learning behaviors. This research examines both the theoretical basis and practical applications of AI in higher education, drawing on a diverse range of academic literature, case studies, and experimental implementations carried out in leading computer science departments.

The methodological approach of this study is multi-faceted. It begins with an extensive review of current literature, which reveals that institutions adopting AI-enhanced learning environments report significant improvements in student engagement, retention, and academic performance. Following this, the study introduces a framework that incorporates AI-powered adaptive learning systems, natural language processing (NLP) tools, and machine learning algorithms into core computer science courses. Within this framework, instructional content is dynamically tailored to meet the individual needs of students while providing real-time feedback that accelerates the acquisition of technical skills. Complementing these adaptive systems is the integration of virtual laboratories and simulation environments enabled by AI, which allow students to gain hands-on experience in solving complex computational problems and foster a spirit of innovative problem-solving.

Despite the promising potential of AI in education, its integration is not without challenges. Among the major concerns is the development of ethical guidelines and standards to ensure the fair and transparent deployment of AI-driven systems in academic settings. Issues such as algorithmic bias, data privacy, and the accountability of automated decision-making processes necessitate the formulation of best practices and robust regulatory frameworks. To this end, the study proposes a set of ethical recommendations that aim to safeguard inclusivity, ensure transparency, and promote equitable treatment for all learners. Additionally, the research evaluates the infrastructural and human resource capabilities of academic institutions to adopt these advanced technologies. Factors such as faculty training, interdisciplinary collaboration, and sustained administrative and financial support emerge as critical prerequisites for successful integration.

Our empirical findings indicate that the incorporation of AI into the educational process yields tangible benefits. AI-enhanced tools provide instantaneous feedback,

automate routine assessments, and offer predictive analytics that collectively contribute to a more efficient, responsive, and engaging learning environment. In pilot programs implemented across several university departments, students exposed to AI-driven educational models demonstrated improved problem-solving capabilities, a heightened ability to assimilate complex technical concepts, and increased motivation to pursue further studies in computer science. Moreover, by combining AI with traditional pedagogical strategies, the learning process becomes more inclusive and adaptable, encouraging students to develop interdisciplinary skills that are essential for addressing multifaceted challenges in today's technology-driven world.

This research makes several significant contributions to the field of computer science education. It not only presents a detailed exploration of the opportunities and challenges associated with AI integration but also offers practical guidelines and a scalable framework that educators and administrators can adopt. The proposed model serves as a blueprint for modernizing curricula and creating adaptive learning environments that are both student-centered and aligned with industry needs. Furthermore, the study underscores the broader implications of AI deployment in higher education, suggesting that similar approaches can be extended to other disciplines to augment instructional design and promote lifelong learning.

In conclusion, the integration of artificial intelligence into the educational process represents a paradigm shift in the training of highly qualified computer science specialists. By harnessing the adaptive, analytical, and interactive capabilities of AI, educational institutions can revolutionize the way knowledge is imparted and acquired. This transformation not only enhances academic outcomes but also equips graduates with the skills required to lead in an increasingly complex and automated digital landscape. The insights presented in this conference paper will detail practical implementation strategies, draw from successful case studies, and discuss future research directions and policy initiatives necessary to sustain this educational evolution. Ultimately, the research serves as a call to action for educators, industry stakeholders, and policymakers to embrace AI as an indispensable tool in shaping the next generation of computer science professionals.

Furthermore, the accelerating integration of artificial intelligence into computer science education necessitates the development of comprehensive strategies that bridge technology and pedagogy. Institutions must invest in robust digital infrastructures, advanced learning analytics, and continuous professional development programs to equip educators with the skills required to deploy AI-driven tools effectively. This paradigm calls for an iterative redesign of curricula—one that incorporates data-driven insights to personalize instruction and heighten student engagement while ensuring that ethical considerations remain at the forefront of implementation.

Інструменти контролю якості коду в освітньому процесі та аспекти Green coding

Жирова Т. О., Котенко Н. О.

Державний торговельно-економічний університет

Сучасна ІТ-галузь висуває високі вимоги до якості програмного забезпечення, що зумовлює необхідність формування у студентів відповідних навичок уже на етапі навчання. Одночасно з цим, зростає значущість екологічного підходу до програмування (Green coding), який передбачає оптимізацію ресурсів, енергоефективність та зменшення цифрового сліду. Green coding – це сегмент екологічних обчислень, практика, спрямована на обмеження впливу технологій на навколишнє середовище, зокрема зменшення вуглецевого сліду під час високоінтенсивних операцій, таких як виробничі лінії, центри обробки даних і навіть повсякденна діяльність бізнес-команд [1].

Інтеграція інструментів контролю якості коду в освітній процес дозволяє не лише підвищити технічну грамотність майбутніх розробників, а й формувати екосвідому професійну культуру.

Під час організації освітнього процесу нами використовувалося проєктно-орієнтоване навчання, яке дозволило реалізувати повний цикл розробки програмного продукту із вбудованим контролем якості на кожному етапі. Особливу увагу було приділено розробці коду відповідно до принципів чистої

архітектури, уникнення надмірного споживання ресурсів, аналізу ефективності алгоритмів. Студенти працювали в командах, що імітують професійне середовище, із застосуванням Agile-методологій (Scrum, Kanban) [2].

У межах навчальних дисциплін, пов'язаних із розробкою програмного забезпечення, були впроваджені сучасні інструменти автоматизованого контролю якості коду. Їх використання дозволило не лише стандартизувати підхід до написання коду, але й надати студентам практичні навички, які відповідають актуальним вимогам індустрії.

Статичний аналіз коду студенти здійснювали, використовуючи такі інструменти:

- ESLint – інструмент для аналізу JavaScript-коду, який допомагає виявити помилки, порушення стилістики та потенційно проблемні конструкції. Його використання сприяє написанню чистого, читабельного та оптимізованого коду.
- Stylelint – лінтер для CSS/SCSS-файлів, що забезпечує відповідність стилю оформлення єдиному стандарту.
- SonarQube – комплексна платформа для аналізу коду, що виявляє баги, code smells, дублювання фрагментів коду, низьке покриття тестами, а також надає оцінку технічного боргу. Студенти мали змогу візуалізувати якість коду в динаміці, що мотивувало до його покращення.

З метою ознайомлення студентів з принципами Green coding, у завдання було включено аналіз впливу архітектурних рішень на споживання ресурсів. Green Software Foundation Toolkits – набір рекомендацій та інструментів для оцінки впливу програмного забезпечення на довкілля. Студенти вивчали принципи, закладені в Software Carbon Intensity (SCI) – метрику, яка дозволяє оцінити енергоспоживання під час виконання програмного коду.

Висновки. Інтеграція інструментів контролю якості коду в освітній процес не лише підвищує технічну компетентність студентів, а й сприяє формуванню екологічно відповідального мислення. Такий підхід відповідає сучасним вимогам до інженерів програмного забезпечення, поєднуючи професійну майстерність із соціальною відповідальністю.

Література

1. *Education I. C. What is Green Coding and Why Does it Matter? / IBM. IBM - United States. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/green-coding> (date of access: 28.03.2025).*
2. *Жирова Т. О. Agile-методологія як основа розвитку soft skills у майбутніх IT-фахівців. Сучасна освіта: стратегії та технології навчання молоді і дорослих: зб. наук. пр. / за ред. О. І. Шапран. Переяслав (Київ. обл.): Домбровська Я. М., 2025. 640 с. – 2025. С. 189–195.*

Розрахунок відповідності тематики переліку тез доповідей конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» галузям знань за допомогою спеціальної програмної системи власної розробки

Мельников О. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Задача визначення відповідності певного переліку – сукупності назв (наукових публікацій викладача, тематик кваліфікаційних робіт здобувачів освіти тощо) науково-освітньої галузі знань або спеціальності традиційно є однією з важливих та одночасно складних.

Приклади моделювання відповідності об'єктів науково-освітньої діяльності наукової категорії можна знайти в [1]. Як систему класифікації наукових спеціальностей (фактор об'єктивності) там було запропоновано систему Dimensions [2], яка індексує понад 110 мільйонів публікацій і в якій можна за ключовими словами визначити їх відповідність галузі та спеціальності зі списку ANZSRC [3]. У цьому списку варіанта 2008 року наука була розділена на 22 області (Divisions) та 154 спеціальності (Research Groups), стандарт ANZSRC-2020 має в наявності вже 23 області та 213 спеціальностей.

Для будь-якої конференції актуальним є питання визначення відповідності тематики переліку тез доповідей з метою підтвердження відповідності науково-освітній галузі та, що більш актуально та важливо, визначення переліку «суміжних» галузей.

Це доцільно зробити за допомогою розробленої автором спеціальної програмної системи підтримки прийняття рішень для визначення належності

об'єктів науково-освітньої діяльності науково-освітнім галузям і спеціальностям [4]. Система використовує класифікації ANZSRC-2020 [3], ISCED-F [5] та стандарт, донедавна прийнятий в Україні [6]. Переведення показників з одної системи до іншої здійснюється відповідно до [7] та авторських підходів [8–9].

Для аналізу були використані назви тез доповідей конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» 2024 р. [10].

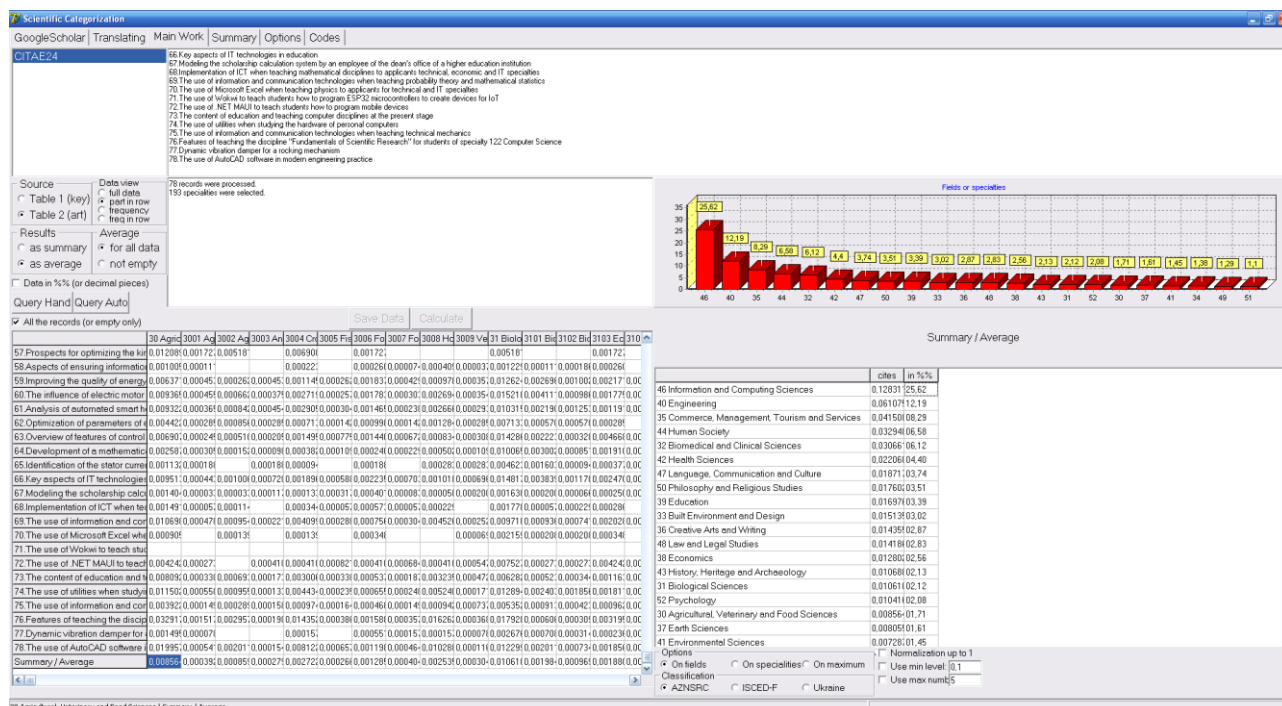


Рисунок 1 – Робота системи щодо категоризації тез доповідей

Розрахунок проводився за формулами «частка кожного значення стосовно суми всіх показників досліджуваного об'єкта», «аналіз результатів загального показника як середнього арифметичного за усіма елементами» (тобто середній показник за усіма назвами) – рис. 1. Далі проводилося «скорочення результатів за максимальною позицій = 5» та нормалізація підсумку (приведення суми до одиниці).

Fields / AZNSRC	
46 Information and Computing Sciences	43,57
40 Engineering	20,74
35 Commerce, Management, Tourism and Services	14,09
44 Human Society	11,19
32 Biomedical and Clinical Sciences	10,41
Fields / ISCED-F	
06 Information and Communication Technologies (ICT)	47,4
07 Engineering, manufacturing and construction	22,56
04 Business, administration and law	14,35
09 Health and welfare	9,6
03 Social sciences, journalism and information	6,09
Fields / Ukraine	
12 Інформаційні технології	35,27
11 Математика та статистика	22,96
13 Механічна інженерія	16,18
02 Культура і мистецтво	14,35
18 Виробництво та технології	11,23

Рисунок 2 – Розподіл за галузями знань

Було виконано два розрахунки. Перший – за галузями знань (рис. 2). За всіма системами класифікацій майже половина ключових слів з назв тез доповідей знаходяться в «інформаційній» галузі: «46 Information and Computing Sciences» в AZNSRC, «06 Information and Communication Technologies (ICTs)» в ISCED-F, «12 Інформаційні технології» в Україні. При цьому на другому місці в AZNSRC та ISCED-F і на третьому в Україні – інженерна галузь (відповідно, «40 Engineering», «07 Engineering, manufacturing and construction», «13 Механічна інженерія»). На третьому місці в AZNSRC та ISCED-F і на четвертому в Україні – галузь управління (відповідно, «35 Commerce, Management, Tourism and Services», «04 Business, administration and law», «02 Культура і мистецтво»). Також у переліку – соціальні та біомедичні науки. Слід зазначити, що розташована на другому місці в українському переліку «11 Математика

та статистика» не має особистого співвідношення до галузей системи ISCED-F, та є другим варіантом для «06 Information and Communication Technologies (ICTs)».

Щодо розподілу за спеціальностями, то тут ситуація трохи інша (рис. 3). За всіма системами класифікацій майже усі ключові слова з назв тез доповідей знаходяться в спеціальностях «інформаційної» галузі. «186 Видавництво та поліграфія», що має вигляд винятку в українській класифікації, належить до «0611 Computer use» в ISCED-F, як і «126 Інформаційні системи та технології».

Specialities / AZNSRC	
4608 Human-Centred Computing	28,37
4605 Data Management and Data Science	25,5
4602 Artificial Intelligence	24,87
4606 Distributed Computing and Systems Software	21,22
3606 Visual Arts	0,03
Specialities / ISCED-F	
0611 Computer use	42,12
0612 Database and network design and administration	23,37
0619 Information and Communication Technologies (ICT)	16,3
0688 Inter-disciplinary programmes and qualifications	14,05
0613 Software and applications development and analysis	4,17
Specialities / Ukraine	
126 Інформаційні системи та технології	50,16
124 Системний аналіз	17,66
186 Видавництво та поліграфія	17,49
123 Комп'ютерна інженерія	9,84
125 Кібербезпека	4,85

Рисунок 3 – Розподіл за спеціальностями

Таким чином, можна зробити висновок, що тези доповідей конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» 2024

року цілком відповідають науково-освітній галузі інформаційних технологій, а як прикладні першими є інженерна галузь та галузь управління.

Далі можна проаналізувати, як змінювалися прикладні галузі за останні роки, згідно з переліком назв тез попередніх конференцій.

Література

- 1 Штовба С. Д., Петричко М. В. Тематичне моделювання науковців на основі їх інтересів у Google Scholar // Системні дослідження та інформаційні технології, 2021. – № 2. – С. 113–129.
- 2 Dimensions AI – The most advanced scientific research database [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://app.dimensions.ai/>.
- 3 ANZSRC 2020. Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZRC): A statistical classification used for the measurement and analysis of R&D in Australia and New Zealand. Belconnen, Australia: Australian Bureau of Statistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.abs.gov.au/statistics/classifications/australian-and-new-zealand-standard-research-classification-anzsrc/latest-release#>.
- 4 Мельников О. Ю. Система підтримки прийняття рішень для визначення належності об'єктів науково-освітньої діяльності науково-освітнім галузям і спеціальностям // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. Вип. 57 (2), 2023. – С. 109–116. – DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2023-57-2-109-116>
- 5 International Standard Classification of Education: Fields of Education and Training 2013 (ISCED-F 2013) – Detailed Field Descriptions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-fields-of-education-and-training-2013-detailed-field-descriptions-2015-en.pdf>
- 6 Постанова Кабінету міністрів України від 29.04.2015р. № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF>
- 7 Урядом гармонізовано перелік галузей знань і спеціальностей вищої освіти з міжнародною стандартною класифікацією освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/uryadom-garmonizovano-perelik-galuzej-znan-i-specialnostej-vishoyi-osviti-z-mizhnarodnoyu-standartnoyu-klasifikaciyeu-osviti>
- 8 Мельников О. Ю. Додаток для роботи із системами класифікацій галузей знань та спеціальностей // Інформаційні технології і автоматизація – 2022 : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 20–21 жовт. 2022 р. / Одес. нац. технол. ун-т. Ін-т комп'ютер. систем і технологій "Індустрія 4.0" ім. П. Н. Платонова ; орг. ком.: Б. В. Єгоров (голова) та ін. – Одеса, 2022. – С. 115–118.
- 9 Мельников О. Ю. Використання систем класифікацій галузей знань та спеціальностей // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XIV Міжнародної науково-методичної конференції, 9–11 листопада 2022 року, м. Краматорськ-Тернопіль / за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Нон. D. Sc., prof. Dasic Predrag. – Краматорськ : ДДМА, 2022. – С. 159–162.
- 10 Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18–20 квітня 2024 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2024. – 235 с.

Організація деталювання складального кресленику із використанням комп'ютерної графіки

Кабацький О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Деталювання складального кресленику із використанням комп'ютерної графіки вважається доцільним здійснювати після детального розгляду складального кресленику і вивчення конструкції деталі як з точки зору створення моделі, так і з позиції правильного її зображення на кресленику: відтворення необхідної кількості зображень, правильного їх розташування, нанесення необхідних розмірів і позначень та ін. Переважним є створення кресленику саме на основі моделі, оскільки таким чином студент набуває навичок просторового уявлення різних за формою та конструктивними особливостями деталей на основі опису роботи виробу, що міститься у завданні, та аналізу ортогональних зображень на складальному кресленику [1].

Документ кресленику може містити будь-яку кількість аркушів кресленику. Аркуші можна додавати в будь-який час, використовуючи будь-який формат незалежно від формату інших аркушів у документі. До властивостей, які можна змінювати, ставляться назва аркуша, розмір паперу, основний напис, масштаб, тип проекції, позначення видів і джерело для значень налагоджуваних властивостей.

Креслярські види розміщуються на аркушах креслеників і містять зображення моделей, а також розміри й примітки. Створення креслеників починається з використання стандартних видів. Із цих видів можна одержати інші типи видів, наприклад, проекційний вид, розріз, місцевий вид і т. д. Ці зображення можна вставляти з інших видів, наявних у цьому ж документі, з відкритого документа деталі або збірки або з файлу. Генерація наступних зображень на основі тривимірної моделі також має дуже велике значення для закріплення знань з інженерної графіки щодо принципів утворення зображень на кресленику [1, 2].

Розміри на креслениках, виконаних у пакеті SolidWorks, безпосередньо пов'язані з моделлю. Зміни моделі відображаються на кресленику й навпаки. Звичайно розміри виставляються в ескізах при створенні окремих елементів деталі, потім вони можуть бути перенесені з ескізів, або виставляються окремо у креслярських видах. При зміні розміру в моделі кресленик оновлюється, а при зміні розміру моделі в кресленику змінюється модель. Можна також додавати розміри в документ кресленику, але ці розміри є довідковими й керованими; значення довідкових розмірів не можна редагувати для зміни моделі. Однак значення довідкових розмірів змінюються, коли змінюються розміри моделі.

Література

1. Кабацький О.В., Хорошайло В.В. Комп'ютерні технології у забезпеченні якісної графічної підготовки студентів технічних спеціальностей. Вища технічна освіта XXI століття: виклики, проблеми, перспективи: колективна монографія. За заг. ред. Л.К. Лисак, В.А. Григор'євої. Харків : ТОВ «ПромАрт», 2022. Вип. 1. С. 267-275.

2. Кабацький О.В., Хорошайло В.В., Красовський С.С., Загребельний С.Л. Застосування наочних засобів при вивченні дисципліни «Нарисна геометрія» студентами технічних спеціальностей. Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки». 2021. № 2. С. 214-219.

Вивчення Wokwi та MQTT в рамках напрямку Internet of Things

Касьянюк О. С., Самойленко Д. О.

ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Використання Інтернету речей (IoT) має стратегічне значення як для окремих користувачів, так і для цілих галузей. Його важливість зумовлена здатністю підвищувати ефективність, зменшувати витрати, покращувати якість послуг та забезпечувати більш точне управління процесами.

Вивчення Інтернету речей є надзвичайно доцільним для студентів, оскільки ця технологія вже сьогодні змінює світ, а в майбутньому стане ще більш поширеною в усіх сферах – від побуту до промисловості. Розуміння принципів роботи IoT, вміння працювати з сенсорами, мережами та даними відкриває

широкі перспективи працевлаштування, дає змогу створювати інноваційні рішення та ефективно впроваджувати їх у сучасні технологічні системи.

В наших обставинах вивчення цієї технології доводиться проводити онлайн тому важливо знаходити онлайн емулятори та технології які можна використовувати для навчання студентів. В попередній роботі [1] була описана доцільність використання Wokwi для навчання студентів основам IoT.

Так як в більшості своїй потребується емуляція Wi-Fi, то цікавим є вивчення різних мережевих протоколів таких як HTTP та MQTT.

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) – це легкий протокол, спеціально розроблений для обміну повідомленнями в системах з обмеженими ресурсами. Він працює за архітектурою “видавець-підписник” (publish-subscribe), де пристрої не звертаються одне до одного безпосередньо, а спілкуються через брокера. MQTT ідеально підходить для IoT-сценаріїв з великою кількістю сенсорів, які постійно передають малі пакети даних у режимі реального часу. Протокол має низьке енергоспоживання, стабільну доставку повідомлень і підтримку офлайн-повідомлень.

Зручним та безкоштовним брокером MQTT може бути HiveMQ Cloud [2].

```
#include <WiFi.h> // Підключення бібліотеки для роботи з Wi-Fi
#include <PubSubClient.h> // Підключення бібліотеки MQTT-клієнта
// Дані для підключення до Wi-Fi
const char* ssid = "Wokwi-GUEST";
const char* password = "";
// Дані для підключення до MQTT-брокера HiveMQ Cloud
const char* mqttServer = "<ВАШ КОД БРОКЕРУ HIVEMQ CLOUD>.s1.eu.hivemq.cloud";
int port = 8883; // Порт для захищеного MQTT (TLS)
const char* user = "<ВАШ КОРИСТУВАЧ HIVEMQ CLOUD>";
const char* pass = "<ВАШ ПАРОЛЬ HIVEMQ CLOUD>";
char clientId[50]; // Ідентифікатор клієнта MQTT
WiFiClient espClient; // Створення Wi-Fi клієнта
PubSubClient client(espClient); // Створення MQTT-клієнта на базі Wi-Fi
const int ledPin = 2; // Пін для керування світлодіодом

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Запуск серійного монітору
  Serial.print("Connecting WiFi ");
  WiFi.mode(WIFI_STA); // Налаштування Wi-Fi у режимі станції
  WiFi.begin(ssid, password, 6); // Підключення до Wi-Fi з вказаним каналом
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
```

```

}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected"); // Wi-Fi успішно підключено
client.setServer(mqttServer, port); // Налаштування MQTT-сервера та порту
client.setCallback(callback); // Призначення функції зворотного виклику
pinMode(ledPin, OUTPUT); // Налаштування піна як вихід для світлодіода
}

// Функція для повторного підключення до MQTT, якщо з'єднання втрачено
void mqttReconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    long r = random(1000); // Генерація випадкового ID
    sprintf(clientId, "clientEspId-%ld", r);
    // Спроба підключення до брокера з логіном і паролем
    if (client.connect(clientId, user, pass)) {
      Serial.print(clientId);
      Serial.println(" connected");
      client.subscribe("topicName/led"); // Підписка на тему для керування світлодіодом
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state()); // Виведення коду помилки
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(5000); // Затримка перед наступною спробою
    }
  }
}

// Обробка вхідного MQTT-повідомлення
void callback(char* topic, byte* message, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived on topic: ");
  Serial.print(topic);
  Serial.print(". Message: ");
  String stMessage;

```

Рисунок 1 – Код прошивки ESP 32 для роботи з MQTT

Використання Wokwi та MQTT у навчанні основам IoT є надзвичайно ефективним і практично корисним. Wokwi – це симулятор, який дозволяє студентам швидко моделювати й тестувати мікроконтролерні проекти без потреби в реальному обладнанні. Зі свого боку, MQTT – легкий і зручний протокол, який ідеально підходить для моделювання обміну даними між пристроями у розподілених системах. Разом ці інструменти забезпечують доступне середовище для вивчення архітектури IoT, принципів передачі даних та управління пристроями в реальному часі.


```

for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)message[i]);    // Виведення символів повідомлення
    stMessage += (char)message[i];    // Формування строки повідомлення
} Serial.println();
// Якщо повідомлення прийшло по темі "topicName/led"
if (String(topic) == "topicName/led") {
    Serial.print("Changing output to ");
    if(stMessage == "on"){
        Serial.println("on");
        digitalWrite(ledPin, HIGH);    // Увімкнути світлодіод
    }
    else if(stMessage == "off"){
        Serial.println("off");
        digitalWrite(ledPin, LOW);    // Вимкнути світлодіод
    }
}
}

void loop() {
    delay(10);
    if (!client.connected()) {
        mqttReconnect();                // Підключення до MQTT, якщо втрачено з'єднання
    }
    client.loop();                      // Обробка вхідних/вихідних MQTT-повідомлень
}

```

Продовження рисунку 1

Література

1. Касьянюк О.С. Використання Wokwi для навчання студентів програмуванню мікроконтролерів Esp32 для створення пристроїв для IoT. VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод», 18–20 квітня 2024 року у Донбаській державній машинобудівній академії (м. Краматорськ, Україна). – URL: http://cit.dgma.donetsk.ua./materials/paper_citae_2024.pdf
2. MQTT Брокер. Сайт «HiveMQ Cloud». URL: <https://console.hivemq.cloud/>

Використання GitHub Actions для навчання студентів основам автоматизованого тестування програмного забезпечення

Касьянюк О. С., Самойленко Д. О.
 ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Автоматизоване тестування є критично важливим у розробці програмного забезпечення, оскільки дозволяє забезпечити стабільність, надійність і якість продукту шляхом швидкого та повторюваного виявлення помилок на різних етапах розробки. Завдяки автоматизації тестів зменшується кількість людських помилок, прискорюється зворотний зв'язок для розробників і підвищується

ефективність CI/CD процесів. Це особливо важливо для великих або динамічно змінюваних проєктів, де ручне тестування було б занадто повільним або дорогим.

GitHub Actions [1] є сучасним і гнучким інструментом для реалізації процесів CI/CD (безперервної інтеграції та безперервного розгортання) у проєктах, написаних мовою C#. Завдяки інтеграції безпосередньо в GitHub, розробники можуть налаштувати автоматичні робочі процеси (workflows), які запускаються при подіях у репозиторії, таких як push, pull request або release.

У випадку C#-проєктів на базі .NET, GitHub Actions підтримує повну інтеграцію з dotnet CLI, що дозволяє легко налаштовувати компіляцію коду (dotnet build), виконання юніт-тестів (dotnet test), генерацію звітів про покриття тестами та виконання статичного аналізу. Це забезпечує стабільність і якість програмного забезпечення ще до його потрапляння в продакшн. Більше того, GitHub Actions дозволяє організувати деплой застосунку на різні платформи, зокрема на хмарні сервіси, такі як Azure App Service, AWS Lambda або в Docker-контейнери.

Перевагою є те, що всі кроки CI/CD зберігаються у вигляді YAML-файлів у репозиторії, що дозволяє легко відстежувати та змінювати конфігурацію пайплайнів. У результаті GitHub Actions значно підвищує ефективність командної роботи, зменшує ризики помилок і дозволяє швидше доставляти зміни кінцевим користувачам.

Для створення такого пайплайну для C# рішення потрібно декілька складових: проєкт з кодом програмного продукту та проєкт з модульними тестами. Проєкт з кодом програмного продукту краще розбити на інтерфейс користувача та бібліотеку класів. Приклад проєкту представлено на GitHub [2].

Опишемо сценарій створення пайплану для цього проєкту:

1. Встановлює назву пайплану – вона буде відображатись в інтерфейсі GitHub як заголовок процесу CI/CD.
2. Вказуємо, за яких подій у репозиторії буде запускатись цей пайплану.
 - а) CI-процес буде запускатись при кожному пуші в гілку master.

b) Також пайплан буде запускатись при створенні або оновленні pull request у гілку master.

3. Оголошуємо завдання, які виконуються в рамках CI/CD.

a) Завантажуємо поточний вміст репозиторію, щоб мати доступ до вихідного коду для подальших кроків.

b) Встановлюємо SDK .NET 8.0, щоб у середовищі виконання були доступні всі необхідні інструменти dotnet.

c) Виконуємо команду dotnet restore, яка завантажує всі зовнішні залежності проєкту.

d) Додаємо до проєкту TestProject пакет coverlet.collector, який потрібен для збору покриття коду тестами.

e) Компілюємо проєкт без повторного завантаження залежностей (оскільки вже зроблено раніше), у конфігурації Release.

f) Запускаємо тести з фіксацією покриття, результатами у форматі .trx та збереженням у папку TestProject/TestResults.

g) Встановлюємо глобальний інструмент dotnet-reportgenerator-globaltool для побудови графічного HTML-звіту про покриття.

h) Додаємо шлях до встановленого інструмента в PATH і генеруємо HTML-звіт на основі coverage.cobertura.xml.

i) Завантажуємо отримані звіти про покриття та HTML-файл до GitHub як артефакти з назвою TestCoverageReports.

j) Окремо завантажуємо всі .trx-файли (результати тестів) як артефакти з назвою TestResultsTrx.

Код пайплайну представлено на GitHub [3].

Triggered via push 5 minutes ago
Status
Total duration
Artifacts

Dzirit2017IT14-2 pushed e3840ef **master**
Success
33s
2

dotnet-ci-all.yml
on: push

build-and-test 29s

Artifacts
Produced during runtime

Name	Size	Digest		
TestCoverageReports	5.07 KB	sha256: 33f44df23901793413d0b23ae99b26902f7f6e043f7f...		
TestResultsTrx	2.52 KB	sha256: 0451bde59c5f0c7d119269b595f1b009c76b1ba449b0...		

Рисунок 1 – Результат роботи пайплайну

Використання GitHub Actions є перспективним у командній роботі та його вивчення повинно бути однієї складовою в рамках навчання студентів тестуванню програмного забезпечення.

Література

1. Документація *GitHub Actions*. Сайт «*GitHub*». URL: <https://github.com/features/actions>
2. Приклад проекту для автоматизованого тестування (розробка авторів). Репозиторій «*GitHub*». URL: <https://github.com/Dzirit2017IT14-2/TPZ-PR6/tree/master>
3. Приклад *YAML* файлу пайплайну для автоматизованого тестування (розробка авторів). Репозиторій «*GitHub*». URL: <https://github.com/Dzirit2017IT14-2/TPZ-PR6/blob/e22e1debd73979ead1de1c2047643efaeb9891f0/.github/workflows/dotnet-ci-all.yml>

Використання Entity Framework Core 9 при навчанні студентів роботі з базами даних для вибірових дисциплін

Касьянюк О. С.

ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка»

Актуальність використання Entity Framework Core 9 [1] у викладанні вибірових дисциплін, пов'язаних із базами даних, є беззаперечною, особливо для студентів різних спеціальностей, які не обов'язково вивчають комп'ютерні науки як основний напрям. Завдяки цій ORM-технології (Object-Relational Mapping) можливо набагато швидше та ефективніше демонструвати принципи побудови й взаємодії з базами даних, не занурюючись одразу в складний синтаксис SQL-запитів.

Entity Framework Core 9 дає змогу майже миттєво побудувати модель даних у вигляді C#-класів і на її основі створити структуру БД у SQL Server. Це дозволяє викладачам зосередитися на основах реляційної моделі, зв'язках між таблицями, операціях CRUD (Create, Read, Update, Delete) і візуалізації результатів – без необхідності глибоко входити в синтаксис T-SQL чи ручне створення таблиць. Таким чином, студенти можуть з перших занять побачити реальний приклад побудови бази даних і працювати з нею через зручний C#-інтерфейс, що мотивує до подальшого вивчення як основ .NET, так і теорії баз даних.

Водночас, навіть для студентів нефахових напрямів (наприклад, металургія, економіка, менеджмент, екологія), які опановують програмування на базовому рівні, потрібне хоча б мінімальне знання C#, зокрема типів даних, основ синтаксису, понять класу та методу. Однак саме в поєднанні з EF Core цей бар'єр не є критичним: навчальні приклади можна спростити до лаконічних запитів, які не лише легкі для запам'ятовування, а й одразу демонструють суть операцій з БД.

Наприклад, предметна область «Журнал студентів і курсів». Мета: показати базові зв'язки «багато-до-багатьох» і роботу з таблицями через EF Core.

Структура: Student (ID, FullName, Email); Course (ID, Name, Credits); StudentCourse (StudentID, CourseID, Grade).

Функціонал Asp.Net додатку: додавання студентів; реєстрація на курси.

Далі на рисунках 1-3 наведено базовий приклад роботи з БД, а також приклад завантажено на GitHub [2].

```
using Microsoft.EntityFrameworkCore;

using WebAppEFCore9.Models;

namespace WebAppEFCore9.Data
{
    public class AppDbContext : DbContext
    {
        public AppDbContext(DbContextOptions<AppDbContext> options) : base(options) { }
        public DbSet<Student> Students => Set<Student>();
        public DbSet<Course> Courses => Set<Course>();
        public DbSet<StudentCourse> StudentCourses => Set<StudentCourse>();
        protected override void OnModelCreating(ModelBuilder modelBuilder)
        {
            modelBuilder.Entity<StudentCourse>().HasKey(sc => new { sc.StudentId, sc.CourseId });
            modelBuilder.Entity<StudentCourse>().HasOne(sc => sc.Student).WithMany(s =>
                s.StudentCourses).HasForeignKey(sc => sc.StudentId);
            modelBuilder.Entity<StudentCourse>().HasOne(sc => sc.Course).WithMany(c =>
                c.StudentCourses).HasForeignKey(sc => sc.CourseId);
        }
    }
}
```

Рисунок 1 – Клас для роботи з БД через Entity Framework Core

```
namespace WebAppEFCore9.Models
{
    public class Course
    {
        public int Id { get; set; }
        public string Name { get; set; } = string.Empty;
        public int Credits { get; set; }
        public List<StudentCourse> StudentCourses { get; set; } = new();
    }
    public class Student
    {
        public int Id { get; set; }
        public string FullName { get; set; } = string.Empty;
        public string Email { get; set; } = string.Empty;
        public List<StudentCourse> StudentCourses { get; set; } = new();
    }
    public class StudentCourse
    {
        public int StudentId { get; set; }
        public Student Student { get; set; } = null!;
        public int CourseId { get; set; }
        public Course Course { get; set; } = null!;
        public int Grade { get; set; }
    }
}
```

Рисунок 2 – Класи таблиць БД

```

[ApiController]
[Route("api/[controller]")]
public class StudentsController : ControllerBase
{
    private readonly AppDbContext _context;

    public StudentsController(AppDbContext context)
    {
        _context = context;
    }

    [HttpPost]
    public async Task<IActionResult> AddStudent([FromBody] Student student)
    {
        _context.Students.Add(student);
        await _context.SaveChangesAsync();
        return Ok(student);
    }

    [HttpPost("{studentId}/courses/{courseId}")]
    public async Task<IActionResult> Enroll(int studentId, int courseId, [FromQuery] int grade)
    {
        var enrollment = new StudentCourse
        {
            StudentId = studentId,
            CourseId = courseId,
            Grade = grade
        };
        _context.StudentCourses.Add(enrollment);
        await _context.SaveChangesAsync();
        return Ok(enrollment);
    }
}

```

Рисунок 3 – Контролер для роботи з БД

Таким чином, використання Entity Framework Core 9 дозволяє скоротити час на пояснення технічних деталей і зосередитися на концептуальному розумінні структури даних, що є надзвичайно важливим у вибіркових дисциплінах та курсах загального спрямування. Це також сприяє міждисциплінарному підходу в навчанні – студенти можуть будувати прості застосунки, які оперують реальними даними, навіть без глибоких технічних знань.

Література

1. Entity Framework Core. Офіційний сайт «Microsoft». URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/>
2. Демонстраційний проєкт на GitHub. URL: <https://github.com/Dzirit2017IT14-2/WebAppEFCore9>

Викладання дисципліни «Системний аналіз» у контексті підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук

Міхєєнко Д. Ю., Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Системний аналіз виступає важливою складовою підготовки майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій. Його мета — формування здатності бачити об'єкти як елементи складних взаємопов'язаних структур, розуміти логіку їхньої взаємодії, а також ефективно застосовувати формальні методи аналізу [1–5].

Системний аналіз є невід'ємною частиною інженерного, управлінського та інформаційного мислення. Для студентів спеціальності F3 «Комп'ютерні науки» дана дисципліна формує здатність бачити об'єкти як частини більших структур, оцінювати складність, ієрархію, функціональність та взаємодію елементів систем. Метою курсу є розвиток системного мислення, опанування методів моделювання, аналізу і синтезу систем, а також освоєння сучасних засобів формалізації складних предметних областей.

Системний підхід передбачає розгляд об'єктів як взаємопов'язаних елементів, що утворюють цілісність. На початковому етапі вивчення дисципліни розглядаються основні поняття теорії систем: система, елемент, зв'язок, середовище, структура, функція, цілісність. Здійснюється класифікація систем за природою, взаємодією, поведінкою та визначеністю. Наводяться приклади систем різного типу: технічні, інформаційні, біологічні, соціальні.

Розглядаються різні типи моделей систем: фізичні, логічні, математичні, імітаційні, а також формальні моделі, що використовуються у системному аналізі (множини, графи, матриці, логічні схеми, алгебраїчні структури). Особливу увагу приділено математичним аспектам моделювання, включаючи побудову функціональних і структурних моделей систем.

У курсі також розкривається поняття декомпозиції — поділу складної системи на підсистеми або компоненти для полегшення аналізу. Для цього використовуються І-АБО дерева як інструмент формалізації знань про предметну область, об'єкти проектування або структуру програмних систем.

Вивчається життєвий цикл систем: проектування, реалізація, експлуатація, модернізація, зняття з експлуатації. Аналізуються показники розвитку систем, зокрема адаптивність, гнучкість, масштабованість, ефективність.

У курсі «Системний аналіз» особливу увагу приділено практичному застосуванню методів системного аналізу для формалізації бізнес-процесів та процесів обробки даних. Студенти вивчають інструменти побудови моделей, які дозволяють описувати структуру, динаміку та інформаційні потоки в організаційних і технічних системах. Опановують сучасні підходи до моделювання, зокрема використання діаграм BPMN, DFD-моделей, а також застосування формальних методів – таких як дерева рішень і мережі Петрі – для аналізу логіки процесів та виявлення вузьких місць у системах. Це забезпечує формування у здобувачів здатності до аналітичного мислення та системного проектування інформаційних рішень..

Таким чином, дисципліна «Системний аналіз» забезпечує студентам як фундаментальні знання, так і практичні навички, необхідні для аналізу, проектування та оптимізації складних ІТ-систем. Ефективне викладання передбачає поєднання теорії, прикладів з практики та використання сучасних інструментів моделювання.

Література

1. Катренко А.В. Системний аналіз: підручник – Львів: «Новий Світ – 2000», 2024. 396 с. ISBN: 978-966-418-102-7.
2. Панкратова, Н. Д. Системний аналіз: теорія та застосування. Видавництво Наука, 2020. 450 с. ISBN: 978-966-00-0001-7
3. Д. І. Угрин, О. В. Галочкін, О. М. Яцько Системний аналіз. Навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2022. 242 с
4. Навчальний посібник з дисципліни «Системний аналіз» для здобувачів спеціальності 122 – Комп'ютерні науки / Укл.: В.М. Тонконогий, В.О. Вайсман, Л.В. Бовнегра, К.Г. Кіркопуло. Одеса: Нац. ун-т «Одеська політехніка», 2022. 84 с.
5. Бродський Ю.Б. Системний аналіз та теорія прийняття рішень: навч. посіб. В 3-х частинах. Частина 1: Системологія / Ю.Б. Бродський. – Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 92 с. ISBN 978-966-683-603-

Наукове видання

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

М А Т Е Р І А Л И
ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції
17-19 квітня 2025 року

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

Технічне редагування, комп'ютерне верстання О. Л. Катюха

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 17,1.
Обл.-вид. арк. 12,5. Тираж 100 пр. Зам. № 7.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003