

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна
машинобудівна
академія



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

ПАТ
«Новокраматорський
машинобудівний
завод»



ПАТ
«Енергомашспецсталь»

Творче об'єднання «ІТ-Краматорськ»

ТОВ «КванторФорм»



Інформаційна
підтримка: збірник
наукових праць
«Вісник Донбаської
державної
машинобудівної
академії»



За підтримкою проектів:
Erasmus + BIOART та ECOTESY



СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

МАТЕРІАЛИ

IV Всеукраїнської науково-технічної конференції

(17–19 червня 2020 року)

Краматорськ
ДДМА
2020

**Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький фізико-технічний інститут ім. А. А. Галкіна НАН України
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
ПАТ «Енергомашспецсталь»
Творче об'єднання «ІТ-Краматорськ»
ТОВ «КванторФорм»**

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

**МАТЕРІАЛИ
IV Всеукраїнської науково-технічної конференції**

(17–19 червня 2020 року)

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

**Краматорськ
ДДМА
2020**

УДК 004+681.5+61+62-83-52
С 91

Рекомендовано до друку вченою радою Донбаської державної
машинобудівної академії (протокол № 8 від 28.05.2020).

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова комітету:

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

Члени програмного комітету:

Азархов О. Ю. д-р мед. наук, проф., зав. каф. біомедичної інженерії ПНТУ
Вовна О. В. д-р техн. наук, доц., зав. каф. електронної техніки ДонНТУ,
академік Академії Метрології України
Грушко О. В. д-р техн. наук, проф. каф. опору матеріалів та прикладної
механіки ВНТУ, дир. Інституту магістратури, аспірантури
та докторантури ВНТУ
Єнікєєв О. Ф. д-р техн. наук, доц., зав. каф. ІСПР ДДМА
Клименко Г. П. д-р техн. наук, проф., зав. каф. АВП ДДМА
Лебідь В. Т. д-р техн. наук, доц., каф. АВП ДДМА
Левикін В. М. д-р техн. наук, проф., зав. каф. інформаційних управляючих
систем ХНУРЕ
Пазюк М. Ю. д-р техн. наук, проф., зав. каф. автоматизованого управління
технологічними процесами ЗДІА
Пасічник В. А. д-р техн. наук, проф., зав. каф. інтегрованих технологій
машинобудування, ММІ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», академік
Академії наук вищої освіти України
Подлесний С. В. канд. техн. наук, доц. каф. технічної механіки ДДМА

Члени організаційного комітету:

Міхеєнко Д. Ю. канд. техн. наук, ст. викл. каф. КІТ ДДМА
Гетьман І. А. канд. техн. наук, доц. каф. КІТ ДДМА
Квашнін В. О. канд. техн. наук, доц. каф. ЕСА ДДМА
Коваленко А. К. асист. каф. КІТ ДДМА

*Проект реалізується в рамках програми Еразмус +, що фінансується Європейською
Комісією. Зміст даних публікацій / матеріалів є предметом відповідальності авторів
і не відображає точку зору Європейської Комісії.*

Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та
С 91 електропривод : матеріали ІV Всеукраїнської науково-технічної
конференції, 17–19 червня 2020 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. –
Краматорськ : ДДМА, 2020. – 176 с.
ISBN 978-966-379-936-0

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

ISBN 978-966-379-936-0

УДК 004+681.5+61+62-83-52
© ДДМА, 2020

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ ТА МЕДИЦИНІ.....	8
<i>Касьянюк А. С., Добряк С. К.</i> Доповнена реальність та огляд бібліотек для розробки додатків із застосуванням технологій доповненої реальності для застосування у сфері медицини	8
<i>Балоболко О. Р.</i> Створення моделі мобільної системи моніторингу поточних біометричних показників фізичного стану людини з використанням апаратної платформи Arduino.....	10
<i>Тертишна А. К.</i> Розробка інформаційної системи бюро перекладів	15
<i>Богданова Л. М., Слонь С. І.</i> Застосування технологій машинного навчання для автоматизації роботи адміністратора піцерії.....	17
<i>Трусова А. О., Богданова Л. М.</i> Використання інформаційних технологій для автоматизації роботи керівника театру	20
<i>Гайдук А. А., Богданова Л. М.</i> Автоматизація роботи менеджера автотранспортного підприємства з використанням методів дослідження операцій	22
<i>Міндьо С. Л.</i> Дослідження моделей та інформаційних технологій процесу теплоперенесення	24
<i>Чернявський А. А., Суботін О. В.</i> Особливості дистанційного керування промисловими об'єктами	25
<i>Кравченко В. І., Романов Д. І.</i> Математична модель інформування працівників про подію та надзвичайні ситуації у медичному закладі.....	28
<i>Михеенко В. М.</i> Применение компьютерных программ в химии	31
<i>Васильєва Л. В., Юцик І. О.</i> Розробка програмного забезпечення для розпізнавання рухів за допомогою відеокамери	34
<i>Васильєв І. К.</i> Розробка додатку «Олімпіадний сервер»	37
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ, МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ	39
<i>Хоменко О. В., Захаров М. В., Гончаренко Н. Г., Хоменко К. П.</i> Моделювання методом молекулярної динаміки фрикційної анізотропії металевих наночастинок на графені	39

<i>Хоменко О. В., Бойко Д. В., Логвиненко Д. Т.</i> Атомістичне моделювання стиснення та зсуву ультратонкої плівки сірковуглецю між поверхнями алмазу	40
<i>Гончаров О. А., Юнда А. М., Гончарова С. А., Фесенко О. В.</i> Моделювання формування плівкових наноструктур.....	41
<i>Гончаров О. А., Юнда А. М., Гончарова С. А., Таранюк Д. О.</i> Моделювання процесу зростання наноструктурованих плівкових покриттів методом дифузійного наближення.....	42
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО)	43
<i>Кабацький О. В.</i> Оптимізація параметрів комплексного легування та модифікування високоміцного металу зварних швів	43
<i>Разживін О. В., Хлобистов Д. О.</i> Зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом розробки системи автоматичного регулювання тиску під колошником	45
<i>Разживін О. В., Руденко В. М., Новак А. А.</i> Розробка автоматизованої системи керування об'ємною витратою води в газоочисну систему доменної печі	48
<i>Малигіна С. В., Бережна О. В.</i> Оптимізація і моделювання параметрів зварювання по захисним покриттям.....	51
<i>Богданова Л. М., Крігер К. О.</i> Застосування нечіткої логіки для вирішення економічних завдань	53
<i>Egorov O. P., Tarasevich I. G., Kuzmenko M. Y.</i> Application of semi-natural modelling for testing and adjusting an automatic control system (acs).....	55
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ (В ТОМУ ЧИСЛІ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ, АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ТА КОМПЛЕКСАМИ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ).....	58
<i>Ярош І. І.</i> Розпізнавання зображень зі складною геометрією.....	58
<i>Васильєва Л. В., Тарасова Д. В.</i> Обробка зображень металографії із застосуванням вейвлет-аналізу	61
<i>Джанумян А. Ю.</i> Розробка підсистеми адміністрування автоматизованої інформаційної системи обліку студентів для реалізації навчального процесу з використанням веб-технологій.....	63
<i>Крігер К. О.</i> Розробка підсистеми аналітики та статистики автоматизованої інформаційної системи обліку студентів для реалізації навчального процесу з використанням веб-технологій.....	66

РОЗДІЛ 5. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ	69
<i>Грушко О. В., Віштак І. В.</i> Карта медичного титану для моделювання його холодної обробки тиском при виготовленні штучних імплантів.....	69
<i>Грибков Е. П., Коваленко А. К., Щербінін М. О.</i> Автоматизоване проектування конструктивних параметрів листопрямильної машини.....	71
<i>Грибков Е. П., Коваленко А. К., Полох І. В.</i> Автоматизована обробка даних промислового експерименту	76
<i>Грибков Е. П., Коваленко А. К., Тітенко О. А.</i> Удосконалення методики автоматизованого розрахунку технологічних налаштувань листопрямильної машини	82
<i>Тарасов О. Ф., Алтухов О. В., Сагайда П. І.</i> Розробка ядра спеціалізованої САПР на основі інтеграції з промисловими CAD/CAE-системами.....	87
<i>Касьянюк О. С., Тарасов О. Ф.</i> Розробка програмного забезпечення для тривимірної візуалізації результатів моделювання напружено-деформованого стану об'єкту в CAE-системі Abaqus	90
<i>Вдовенко Р. О., Алтухов О. В.</i> Розробка компоненту інтегрованої САПР для оптимізації багатоступінчастих процесів інтенсивного пластичного деформування	92
<i>Міхєєнко Д. Ю., Семіошко О. О.</i> Використання CAD-систем для проектування виробів медичного призначення.....	94
<i>Алтухов О. В., Тарасов О. Ф., Касьянюк О. С.</i> Розробка розподіленої САПР процесів інтенсивного пластичного деформування з використанням web-інтерфейсу	97
РОЗДІЛ 6. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ, В ТОМУ ЧИСЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....	98
<i>Мельников О. Ю., Кадацький М. А.</i> Система підтримки прийняття рішень для розрахунку показників спортсмена-метальника ядра з використанням рівнянь механіки та апарату штучних нейронних мереж	98
<i>Аносов В. Л., Богданова Л. М.</i> Інтелектуальна обробка даних при проектуванні металорізального інструменту	102

<i>Міхєєнко Д. Ю., Лісовський Р. А.</i> Обробка зображень перед розпізнаванням за допомогою нейронної мережі.....	105
<i>Васильєва Л. В., Житченко А. С.</i> Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій редукції даних.....	108
<i>Шеремет О. І., Редін Є. В.</i> Основні напрямки сучасних досліджень із застосування штучних нейронних мереж в автоматизованих електромеханічних системах.....	110
<i>Мельников А. Ю.</i> Сравнительный анализ трех моделей для прогнозирования результата команды в игре «Что? Где? Когда?»	113
<i>Гітис В. Б., Аббакумова А. Г.</i> Дослідження оптимальних параметрів нейронного модулю для прогнозування часових послідовностей	116
РОЗДІЛ 7. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	119
<i>Квашнін В. О., Бабаш А. В., Тетера В. О.</i> Дослідження та виявлення найбільш енергоефективного способу опалення приміщень Донбаської державної машинобудівної академії	119
<i>Немченко В. П.</i> Використання методу логіко-імовірнісного моделювання в діагностиці мікросистем	122
РОЗДІЛ 8. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ, ТОЩО	125
<i>Шеремет О. І., Кірієнко Т. В., Морокко В. М.</i> Критичний аналіз традиційних та сучасних підходів щодо енергоефективної вібростабілізаційної обробки металевих деталей	125
<i>Бєш А. Н., Задорожній М. О., Бакаєва А. О.</i> Метод ВСО великогабаритних литих деталей в машинобудуванні при наявності неявних резонансних піків	128
РОЗДІЛ 9. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ	131
<i>Квашнін В. О., Бабаш А. В., Деркаченко Б. Л.</i> Розробка математичної моделі скалярної системи керування електроприводом дуттєвого вентилятора з ШІМ модуляцією	131
<i>Шеремет О. І., Огнєв О. Г., Пащенко В. В.</i> Огляд сучасних способів керування змінними в автоматизованому електроприводі.....	134
<i>Суботін О. В., Шевченко Б. О.</i> Дослідження методів регулювання швидкості в асинхронних електроприводах.....	137
<i>Держевецький В. В.</i> Адаптивна ідентифікація параметрів асинхронного електропривода при векторном управлінні	140

Задорожня І. М., Задорожній М. О., Стародубцев О. С., Пауков В. В. Концепція проектування системи електроприводу технологічних машин за принципом резонансної електромеханічної взаємодії з мінімізацією впливу пружних механічних коливань	141
РОЗДІЛ 10. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ	145
Держевецька М. А., Кухтик Т. В. Оцінка ефективності впровадження електронного навчання	145
Кузьменко В. Є. Перевірка знань студентів у вигляді тестів (на прикладі ООП), плюси і мінуси підходу віддаленого навчання і контролю знань	148
Мельников О. Ю., Дідевич К. С. Модуль аналізу змін середньої успішності студентів у системі підтримки прийняття рішень при роботі з освітніми програмами та стандартами вищої освіти	153
Алтухов О. В. Огляд засобів моделювання роботи різних типів мереж для підготовки фахівців з комп'ютерних наук	157
Гетьман І. А. Роль візуалізації при вивченні дисципліни «Алгоритми на дискретних структурах»	158
Бабаш А. В. Розробка кросплатформного програмного забезпечення для здійснення віддаленого керування через Bluetooth	160
Тіщенко А. В., Інатюк Д. В., Коваленко А. К. Виконання лабораторних робіт з програмуванням мікроконтролерів у дистанційній формі	164
Мельников О. Ю., Сокольский О. С. Демонстрація роботи алгоритмів пошуку рядка за допомогою інформаційно-навчальної системи власної розробки	168
Мельников О. Ю., Шевченко Н. Ю. Прогнозування впливу науково-дослідної роботи на результати підсумкової атестації випускників закладу вищої освіти	170
Зінченко М. Д., Потап О. Ю., Рибальченко М. О., Войтенко Д. А., Нечепоренко В. В. Автоматизована система управління лабораторним прокатним станом 150.....	173

РОЗДІЛ 1.

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

**Доповнена реальність та огляд бібліотек для розробки додатків
із застосуванням технологій доповненої реальності для застосування
у сфері медицини**

Касьянюк А. С., Добряк С. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

Доповнена реальність [1] (AR) – це технологія, яка розширює фізичний світ, накладаючи на нього шари цифрової інформації: звуки, відео, графіку.

Зазвичай розглядають чотири типи доповненої реальності: на основі маркера (marker-based), безмаркерна (markerless), на основі проекції (projection-based та на основі суперпозиції (superimposition-based).

Технології доповненої реальності широко використовуються в хірургічній практиці, а саме в навчанні майбутніх хірургів. За допомогою доповненої реальності стало можливим моделювання різних операцій в режимі онлайн, що значно полегшує практичну частину навчання майбутніх хірургів. При використанні даних технологій лікар здатний навчитися різним хірургічним маніпуляціям без використання різного реального навчального матеріалу, який часто є досить дорогим і сильно відрізняється від реальних тканин і органів, з якими доводиться надалі стикатися хірургу.

1. Vuforia. Будучи повноцінної SDK для розробників, Vuforia [2] являє собою набір інструментів для створення додатків доповненої реальності.

До основних переваг бібліотеки можна віднести підтримку пристроїв віртуальної реальності, а також приклади додатків з супроводжуючими коментарями та вихідним кодом, в яких показані можливості бібліотеки.

2. ARToolKit. ARToolKit [3, 4] являє собою набір програмних бібліотек, які можуть використовуватися в AR додатках. Відмінною рисою бібліотеки є відкритий вихідний код. Тобто бібліотека поширюється абсолютно безкоштовно.

Бібліотека призначена для відстеження в кадрі камери мобільного пристрою заздалегідь відомих квадратних маркерів об'єктів і відтворення на екрані їх розташування в просторі. За допомогою цих даних створюється інтерфейс доповненої реальності. ARToolKit підходить для роботи на різних платформах: Android, iOS, Windows, Linux, Mac OS X, SGI.

3. Wikitude. Задіюючи Wikitude [5], можна створювати додатки для відображення місць навколо користувача на віртуальній карті або у вигляді списку, для пошукових запитів про події, твіти, статтях з Вікіпедії, для отримання рекомендацій від інших користувачів. Крім цього, додаток на базі WikiTude дозволить отримувати мобільні купони, інформацію про вигідні пропозиції і знижки в магазинах навколо, а також грати в AR-гри.

Wikitude може використовуватися для платформ Android, iOS, як плагін для PhoneGap, модульний елемент для Titanium і компонента для Xamarin. Цей фреймворк підходить для розумних окулярів Google Glass, Epson Moverio, Vuzix M-100 і ODG R-7. Включає в себе SLAM і підтримує Unity.

4. LayAR. Як впливає з назви фреймворка [6], з його допомогою можна дивитися на навколишнє оточення через «шари», які відображаються на екрані мобільного пристрою. Кожен з шарів LayAR може містити інформацію про місце розташування окремих 3D-моделей географічних об'єктів або користувачів соціальних мереж. Крім цього, використання функціоналу цієї бібліотеки в додатку розширює можливості друкованої продукції.

5. Kudan AR. Kudan [7] відрізняється від інших фреймворків швидкістю дії, дозволяє додаткам відображати моделі з великою кількістю полігонів в реальному світі і імпортувати 3D моделі безпосередньо з популярних програм з моделювання та анімації. До позитивних рис можна також віднести відсутність обмежень на кількість розпізнаваних зображень і маленький обсяг пам'яті, необхідний для зберігання файлів на девайсі.

Висновки. В цілому, перераховані бібліотеки доповненої реальності надають широкий спектр можливосте, але при виборі конкретного фреймворка, розробник повинен чітко планувати вимоги до майбутнього проекту. Роблячи

вибір на користь певної AR-бібліотеки, перш за все необхідно відштовхуватися від завдань конкретного проекту та запланованих результатів, і обирати бібліотеку, базуючись на її можливостях.

Список літератури

1. Ronald T. Azuma *A Survey of Augmented Reality // In Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997. № 4. P. 355–385.
2. Офіційний сайт Vuforia. *Vuforia Developer Library*. URL: <https://library.vuforia.com/getting-started/overview.html>
3. Офіційний сайт ARToolKit. *Головний сторінка*. URL: <http://www.artoolkitx.org/>
4. Сайт GitHub. *Сторінка artoolkitx*. URL: <https://github.com/artoolkitx/artoolkitx/wiki>
5. Офіційний сайт Wikitude. *Сторінка Developer*. URL: <https://www.wikitude.com/developer-overview/>
6. Офіційний сайт LayAR. *Сторінка API & Platform*. URL: <https://www.layar.com/documentation/browser/>
7. Сайт Xlsoft. *Kudan AR SDK. Professional AR SDK to develop compelling applications for mobile devices*. URL: <https://www.xlsoft.com/en/products/kudan/ar-sdk.html>

Створення моделі мобільної системи моніторингу поточних біометричних показників фізичного стану людини з використанням апаратної платформи Arduino

Балаболко О. Р.

Донбаська державна машинобудівна академія

Технології, засновані на взаємодії технічних та медичних наук, вже давно увійшли до лікарських практик. Але через високу вартість обладнання та недолік часу не кожна людина може дозволити собі регулярно перевіряти поточний стан здоров'я та стежити за змінами у своєму організмі за допомогою сучасних технологій.

Медичні працівники усього світу занепокоєні стрімким розвитком нових штамів вірусів, зростанням кількості пацієнтів із хронічними захворюваннями, і однією з основних проблем, пов'язаних з цими питаннями, є отримання об'єктивної статистики щодо поточного стану здоров'я населення та динаміка фізичних показників пацієнтів, які поступили до клінік, із самого початку прояву симптомів захворювань, тому розробка доступної мобільної системи моніторингу фізичних показників є *актуальною* задачею.

Об'єктивне відстежування поточного стану параметрів, таких як серцевий ритм, температура тощо дає змогу оцінити правильність встановленого діагнозу та ефективність обраного лікування у динаміці, провести статистичний аналіз отриманих даних. Широке використання пристроїв для моніторингу фізичного стану дозволить лікарям не тільки слідкувати за клінічною картиною окремої особи, а також збирати дані щодо кількості пацієнтів із хронічними захворюваннями в цілому, швидко реагувати на спалахи нових хвороб [1].

На сьогодні дуже затребуваним напрямком мобільних систем для моніторингу стану здоров'я пацієнтів є WBAN (Wireless Body Area Network), що можемо подивитися на прикладі робіт Ali Kamal Tami, MD. Zahidul Islam, Sazzad Hossain Rafi & MD. Murad Miah. Це бездротова натільна комп'ютерна мережа, заснована на зчитуванні даних із невеликих за розміром датчиків, які прикріплені до різних частин тіла пацієнта. Найчастіше концентраторами інформації у подібних мережах виступають мобільні пристрої (телефони, планшети), дані на які передаються з центрального мікроконтролера, котрий керує усіма датчиками [2, 3]. В тому числі, широко використовується платформа Arduino, яка у зв'язку з її ціною доступністю та широкими можливостями для роботи з датчиками дозволяє проектувати натільні мережі не тільки великим фірмам, а і самостійним розробникам [4, 5].

Подібні системи моніторингу для зручності користування можуть бути розміщені навіть у предметах гардеробу та мають застосування не тільки в медичній сфері. Наприклад, спортсмени використовують знання щодо зміни фізичних параметрів тіла для підбору оптимального плану навантажень тренувань, що взяли до уваги виробники спортивного одягу.

Мета даної статті – розробка та дослідження моделі мобільної установки для фіксування у режимі реального часу фізичних показників людини та ведення статистики, що буде показувати стан здоров'я користувача й надавати змогу відстежувати зміни у цих показниках.

У даній статті *гіпотезою* дослідження є припущення, що введення мобільної системи моніторингу стану здоров'я людини дасть змогу швидше

виявляти перші ознаки хвороби у пацієнта, а статистичні дані допоможуть корегувати обраний лікарем курс лікування.

Для розробки власної моделі системи моніторингу, яка зможе зчитувати показники температури тіла та серцевого ритму за допомогою датчиків, було обрано платформу Arduino у зв'язку з її ціною доступністю та широкими можливостями для роботи з датчиками [4, 5]. При написанні цієї статті було розглянуто розумні футболки PoloTech та BioMap як приклади застосування натільних мереж у спортивній сфері.

Розглянемо процес отримання інформації про поточний фізичний стан користувача. Для початку треба перевірити, чи надійно закріплені датчі на тілі та запустити програмне забезпечення. Користувач програмного засобу повинен ввести стать, вік, інтервал часу, через який буде проходити вимірювання (назвемо це параметрами вимірювання), запустити процес вимірювання. Датчі починають вимірювання. Датч, який є індикатором серцевого ритму, зчитує дані з об'єкта вимірювання (людини). Так відбувається у заданому проміжку часу через заданий інтервал. Аналогічні дії відбуваються із датчиком температури. Дані передаються на комп'ютер чи мобільний пристрій .

Вхідними даними для бізнес-процесу «Визначення фізичного стану» є параметри сканування та об'єкт, який буде скануватися.

Процес вимірювання регламентується технічним завданням на вимірювання, яке отримує користувач програмно-апаратного комплексу, вимогами до вхідних даних (наприклад, інтервал часу для вимірювання обмежується характеристиками обладнання) та правилами експлуатації обладнання (наприклад, технікою безпеки).

Вихідними даними для бізнес-процесу «Визначення фізичного стану» є дані щодо поточного фізичного стану людини.

Виконувачі вимірювання – це користувач програмно-апаратного комплексу, програмне забезпечення та лабораторна установка (апаратна частина системи моніторингу).

Бізнес-процес «Визначення фізичного стану» поділяється на підпроцеси. Це «Підготовка об'єкта вимірювання», «Введення та перевірка параметрів вимірювання», «Зчитування даних з об'єкта», «Формування набору даних поточного стану людини».

SADT діаграма нульового рівня для бізнес-процесу «Визначення фізичного стану» зображена на рисунку 1.

При проектуванні моделі моніторингової установки для визначення фізичного стану людини також були вивчені літературні джерела та виділені ключові слова, які в подальшому будуть використані для більш детального вивчення та формалізації понять предметної області, створення її онтології.

Нижче наведено аналіз релевантності статей через найбільш зустрічаємі слова на прикладі п'яти обраних у якості літературних джерел статей.



Рисунок 1 – SADT діаграма нульового рівня для бізнес-процесу «Визначення фізичного стану»

Програмний аналіз проводився за допомогою програми TextFinder.

Порівняння відносної релевантності всіх статей, а також виділені ключові слова показано у зведеній таблиці 1. Синонімічні для даного контексту слова об'єднані та наведені у дужках. Остання колонка показує коефіцієнти для кожного ключового слова.

Таблиця 1 – Результати програмного аналізу статей

Ключове слово	Стаття 1	Стаття 2	Стаття 3	Стаття 4	Стаття 5	Коефіцієнт
<i>arduino (control, microcontrol)</i>	1,93 %	0,71 %	0,71 %	0,39 %	0,66 %	1,3
<i>sensor (monitor)</i>	0,81 %	0,24 %	0,75 %	1,43 %	1,43 %	1,2
<i>patient</i>	0,03 %	0,03 %	0,83 %	1,25 %	1,82 %	1,1
<i>health</i>	0,10 %	0,38 %	0,63 %	0,37 %	1,12 %	1,1
<i>doctor</i>	0,08 %	0,09 %	0,02 %	0,00 %	0,39 %	1,1
<i>heart (heartbeat, puls)</i>	0,11 %	0,02 %	0,85 %	0,67 %	1,09 %	1,1
<i>temperature</i>	0,03 %	0,02 %	0,10 %	0,55 %	0,97 %	1,1
<i>system</i>	0,10 %	0,87 %	1,38 %	1,49 %	1,08 %	1
<i>measurement</i>	0,18 %	0,18 %	0,43 %	0,52 %	0,19 %	1
<i>analyze</i>	0,18 %	0,18 %	0,16 %	0,03 %	0,27 %	1
<i>network</i>	0,03 %	0,02 %	0,12 %	0,46 %	1,04 %	1
Fabc	0,04356	0,03055	0,06586	0,07847	0,11083	
Fr	0,393034377	0,275647388	0,59424344	0,7080213	1	

Висновки. На основі Arduino із використанням WBAN можна виготовити цілу біомедичну станцію, яка буде в автоматичному режимі діагностувати та попереджати тяжкі захворювання, відстежувати статистику стану здоров'я пацієнта у динаміці, і це буде доступним за ціною та достатньо потужним рішенням, щоб забезпечити вимірювання поточних фізичних показників та надати досить точну картину фізичного стану людини.

Список літератури

1. Gurko A. G., Al-Dara Ye. N. *Internet of things system for monitoring patient's state. Вісник ХНАДУ, вип. 86, 2019, т. I. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.1.29*
2. Hassan J. Hassan, Noor Kadhim Hadi, Ali Kamal Taqi . *Implementation of Wireless Body Area Network Based Patient Monitoring System. Journal of Information Engineering and Applications, ISSN 2224-5782 (print) ISSN 2225-0506 (online). 2018, Vol.8, No.4.*
3. MD. Zahidul Islam, Sazzad Hossain Rafi & MD. Murad Miah. *Remote Health Monitoring System using Wireless Body Area Network. – Global Journal of Researches in Engineering: J, General Engineering, Volume 19, Issue 1, Version 1.0 ,Year 2019. Online ISSN: 2249-4596 & Print ISSN: 0975-5861*
4. Puente S.T., Ubeda A., Torres F. – *e-Health: Biomedical instrumentation with Arduino. – ScienceDirect, IFAC PapersOnLine 50-1 (2017) 9156–9161*
5. Gerrit Niezen, Parisa Eslambolchilar, Harold Thimbleby. *Open-source hardware for medical devices. – Meducal devices. Department of Computer Science, Swansea University, Swansea, UK. – Published Online First 14 March 2016.*

Розробка інформаційної системи бюро перекладів

Тертишна А. К.

Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасному світі спілкування – це невід’ємна частина нашого життя. У світі існує від 2500 до 7000 мов, до яких потрібно додати від 5000 до 8000 діалектів і володіти всіма просто неможливо. Раніше люди вимушені були купувати багатотомні словники, годинами шукати потрібне їм слово та як його правильно використовувати. У прогресивний час інформаційних технологій здавалось би рішення знайдено – онлайн перекладач. Зараз на просторі Інтернету є багато сервісів від різних фірм. Вони дійсно полегшують нам життя, але не завжди переклад є коректним та інколи не враховується контекст тексту [1].

Саме в цей момент на допомогу нам приходять бюро перекладів. Бюро перекладів – це компанія сфери послуг, що надає допомогу в різноманітних видах мовних перекладів, а також інших суміжних питаннях по оформленню документів для закордону. Саме у бюро ви отримаєте консультацію з наданих послуг, якісний та швидкий переклад від освічених спеціалістів, які збережуть характер оригінального тексту [2].

В час інформаційних технологій, такий складний та насичений робочий процес фірм бюро перекладів має бути автоматизованим.

Отже, метою даної роботи є створення інформаційної системи бюро перекладів та автоматизація роботи працівників.

Бюро перекладів — це комплексний підхід до перекладів. Якщо вам потрібно перевести різні документи на різні мови, то для кожної мови і документа вам потрібно шукати окремого фрілансера. Агентство перекладів бере на себе це завдання. Приватні перекладачі не мають ніяких зобов'язань перед клієнтами. Тому вони рідко відповідають на виникаючі запитання, часто не дотримуються термінів. Бюро перекладів не залишить клієнта без відповідей на поставлені запитання. цінує і береже час клієнтів. Приватний перекладач

не може перекладати документи, характер яких йому не відомий. Крім того, клієнт не повинен витратити власний час на підбір потрібного перекладача. В бюро перекладів працюють перекладачі, які мають досвід з перекладу будь-яких документів. Тому переклади здійснюються з максимальною точністю і достовірністю, з урахуванням всіх культурних особливостей і стилістичних норм тієї країни, на мову якої вони перекладаються.

Агентство перекладів домовляється з клієнтом про реальні терміни виконання роботи. Коли переклад надходить в роботу, менеджер стежить за пунктуальністю виконання перекладів. У разі необхідності, завдання розподіляється між декількома перекладачами. Це дозволяє перекладати об'ємні пакети документів в найкоротші терміни. Тому клієнт отримує результат у чітко встановлені терміни, а перекладачі не поспішають і якісно виконують свою роботу.

Автоматизувавши роботу персоналу ми оптимізуємо процес оформлення замовлення. Також дуже важливим фактором, який впливатиме на роботу бюро є його дистанційність. Саме створення інформаційної системи у вигляді Web – додатку дозволить і користувачам і співробітникам бути не прив'язаними до свого обладнання. Це насамперед великий плюс для перекладачів. Специфіка їх роботи полягає в постійному вдосконаленні своїх мовленнєвих здібностей за допомогою мандрування та спілкування з іноземцями. Зі створенням системи вони зможуть знаходитись на іншій стороні світу і матимуть змогу повноцінно працювати.

Унікальністю розробки даної інформаційної системи є дистанційність, зручність використання та доступність інформації навіть незареєстрований користувач без реєстрації може дізнатись приблизну вартість свого перекладу за його показниками, а також у ході нашої розробки планується створення особистих кабінетів користувача і перекладача, для зберігання всіх перекладів.

Розрахунок приблизної вартості перекладу буде залежати від декількох показників: популярність мови; терміновість; кількість символів без пробілу; вид перекладу; категорія перекладу.

Формула (1) слугує для приблизного розрахунку вартості письмового виду перекладу:

$$(A + B) * C * D * k, \quad (1)$$

де А – ціна перекладу відносно мов; В – вид перекладу, в нашому випадку В = 0, так як переклад письмовий; С – категорія перекладу; D – швидкість перекладу; k – кількість символів, розраховується за формулою (2):

$$k = \frac{N}{1000}, \quad (2)$$

де N – кількість символів введених користувачем.

Висновки. Таким чином, автоматизувавши працю персоналу ми підвищимо кількість клієнтів, якість роботи, доступність. Завдяки приблизному розрахунку вартості перекладу, який не потребує реєстрації ми збільшимо потік замовлень та позбудемось черг і зможемо приділити увагу кожному з клієнтів.

Список літератури

1. *Скільки в мире языков.* URL: <http://linguis.net/how-many-languages-in-the-world/>
2. *Бюро переводов.* URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8E%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2>
3. *Що таке бюро перекладів і чим воно займається.* URL: <https://jurklee.ua/uk/blog/chto-takoe-byuro-perevodov-i-chem-ono-zanimaetsya/>

Застосування технологій машинного навчання для автоматизації роботи адміністратора піцерії

Богданова Л. М., Слонь С. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Харчова промисловість завжди вважалася для України пріоритетною і стратегічно важливою галуззю, яка здатна забезпечити не тільки потреби внутрішнього ринку, а й вагоме місце держави в когорті світових країн – лідерів із виробництва продуктів харчування. Зараз харчова промисловість забезпечує п'яту частину промислового виробництва України. Так, в 2018 р обсяг реалізації харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів досяг 504 млрд грн або 20,1 % в загальному обсязі реалізованої промислової продукції [1].

Підприємства ресторанного господарства мають ряд особливостей. Якщо більшість підприємств інших галузей обмежуються виконанням лише однієї або двох функцій, наприклад, підприємства харчової промисловості здійснюють функцію виробництва, підприємства торгівлі – реалізацію продукції, то підприємства ресторанного господарства виконують три взаємопов'язані функції: виробництво кулінарної продукції; реалізацію кулінарної продукції; організацію її споживання.

За характером виробництва підприємства ресторанного господарства поділяються на заготівельні (комбінати напівфабрикатів, спеціалізовані заготівельні цехи), доготівельні (їдальні-доготівельні, вагони-ресторани), з повним циклом виробництва (комбінати харчування, ресторани, підприємства, які працюють на сировині).

За асортиментом продукції, що випускається, підприємства ресторанного господарства поділяються на універсальні і спеціалізовані (в тому числі вузькоспеціалізовані). Піцерії, шашличні вузькоспеціалізовані підприємства, що випускають продукцію вузького асортименту.

При автоматизації роботи адміністратора піцерії розглядались програми-аналоги Poster і R-Keeper [2]. Poster прискорює прийом продажів, веде складський і фінансовий облік, будує детальну статистику про діяльність вашого закладу. Розробник Poster POS.

R-Keeper - програмно-апаратний комплекс, розроблений спеціально для підприємств громадського харчування. Повна автоматизація підприємства забезпечується в R-Keeper двома програмними рівнями: касовим і менеджерським. Розробник компанія UCS.

На концептуальному рівні описуємо розроблювану систему за допомогою діаграми прецедентів (рисунок 1).

Визначення ціни піци – важливий етап в роботі закладу. В даній роботі для прогнозу ціни використана нейронна мережа. Вхідні змінні: назва (X_1) розмір піци (X_2), компоненти виробу (X_3). Вихідний параметр – ціна піци.

Таблиця 1 – Дані тестування різних топологій нейронної мережі

Топологія мережі	Середня помилка	Максимальна помилка	Процент помилок при тестуванні	Значимість входів
2	22,94553	37,57635	0(0 %)	X ₁ – 1 X ₂ – 0.3741844 X ₃ – 0.8513969
3	80,56497	218,185	5(62,5 %)	X ₁ 0,59925374 X ₂ – 1 X ₃ – 0,884576
4	69,0255	218,9052	4(50 %)	X ₁ – 0.2867367 X ₂ – 1 X ₃ – 0,5838262

Висновки. Таким чином, використання інформаційних технологій дозволяє якісно вирішувати широке коло питань для покращення роботи адміністратора піцерії.

Список літератури

1. *Пищевая промышленность Украины* URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D1%8B
2. *Автоматизація ресторана, кафе та магазину на планшеті* URL: <https://joinposter.com/ua>
3. *Методические указания по выполнению лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине «Методы и системы искусственного интеллекта» для студентов специальности 7.080402 "Информационные технологии проектирования" / сост.: Л. М. Богданова. – Краматорск : ДГМА, 2015. – 126 с.*

Використання інформаційних технологій для автоматизації роботи керівника театру

Трусова А. О., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Культурно-просвітницькі заклади – організації, основною діяльністю якої є надання населенню різноманітних послуг розважального характеру. До них відносять театри, музеї, центри дозвілля. Їх актуальність обумовлена тим, що на сьогоднішній день сфера культури поступово набула самостійності і перетворилася в один з важливих елементів соціальної діяльності. Підвищення ролі людського фактору в перетвореннях соціальної сфери суспільства можливо лише при збалансованому, взаємопов'язаному розвитку культурно-просвітницьких закладів.

В даній роботі розглядається програма автоматизації роботи керівника театру. Важливо автоматизувати такі процеси [1]:

- формування репертуару театру – для будь-якого інтервалу часу, наприклад, на тиждень, місяць, рік, з урахуванням кількох сценічних майданчиків театру. При цьому не допускається одночасна зайнятість артистів в спектаклях на різних сценах;

- розподіл ролей у виставі – де передбачена можливість формування кількох акторських складів для кожної вистави;

- складання і коригування графіка репетицій, щоб контролювати час і місце проведення репетицій;

- продаж квитків;

- складання і коригування графіка гастрольних поїздок і формування гастрольних команд.

Для забезпечення зберігання даних в системі і автоматизації роботи з ними створюється база даних з СКБД MS Access. На діаграмі (рисунок 1) зображені основні сутності і зв'язки між ними, що дозволить сформувати перелік таблиць бази даних [2].

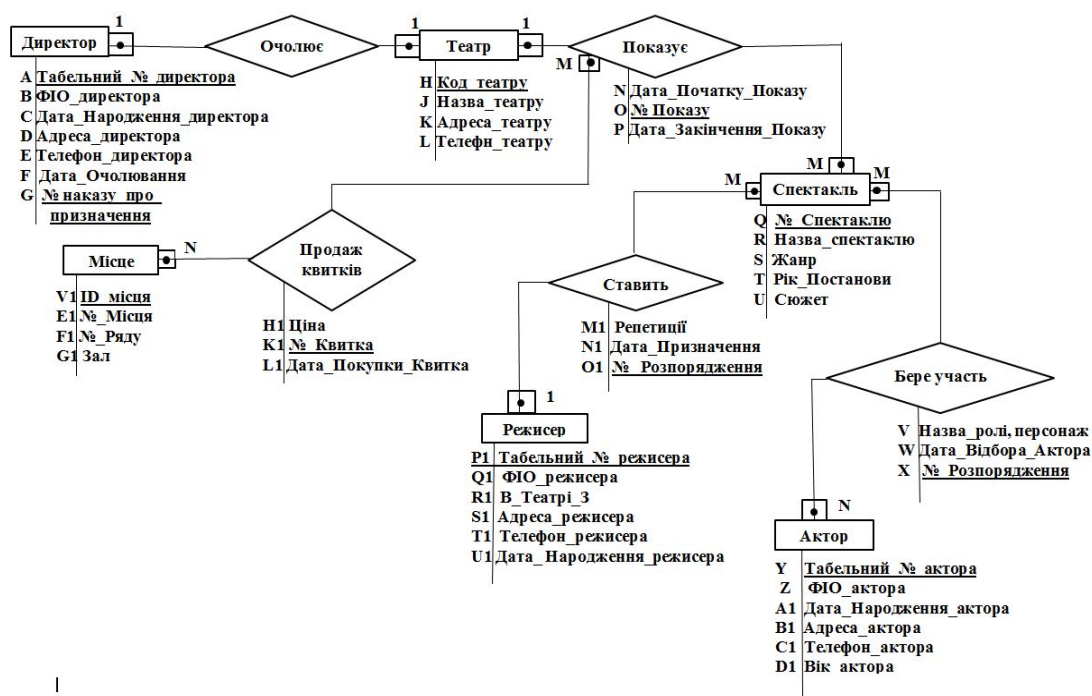


Рисунок 1 – ER-діаграма програми автоматизації роботи керівника театру

Програма дозволить сортувати, додавати, видаляти та редагувати дані, які представлені в таблицях бази. Можна зробити пошук, вивести звіт. Наприклад, по таблиці «Спектаклі» можна сортувати по даті проведення. Зробити пошук по назві спектакля. Програма забезпечує формування звітів в Microsoft Excel. Наприклад, можна створити звіт по продажу квитків на спектаклі.

Висновки. Створення бази даних дозволяє організувати і зберігати всебічні дані про діяльність театру. Використовувана СКБД реляційного типу містить засоби опису і маніпулювання даними, а також кошти підготовки звітів. Ці інструменти є основою автоматизації роботи будь-якого об'єкта.

Список літератури

1. Орлов Ю. М. *Методологические проблемы бизнес-планирования в театре* URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-problemy-biznes-planirovaniya-v-teatre-istoricheskiy-aspekt>
2. Конноли Т., Бегг К. *Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 2-е изд. Москва: Изд. дом Вильямс, 2000. 1120 с.*

Автоматизація роботи менеджера автотранспортного підприємства з використанням методів дослідження операцій

Гайдук А. А., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Робота будь-якого сучасного підприємства в умовах конкурентного середовища потребує автоматизації. Більшість автотранспортних підприємств на території України використовує застарілі засоби збереження інформації, які значною мірою зменшують прибуток підприємства. Завданням менеджера автотранспортного є розробка та реалізацію керівничих питань, створення та реалізацію контрактів, залучення нових клієнтів і партнерів [1]. Робота менеджера охоплює велику кількість питань, тому їх автоматизація є актуальним питанням.

На даний час, для автоматизації роботи автотранспортних підприємств в Україні активно використовують програмні комплекси створені на базі системи програм «1С:Підприємство». Система «1С:Підприємство» дозволяє

автоматизувати різні види діяльності, використовуючи єдину технологічну платформу. Гнучкість платформи дозволяє застосовувати «ІС:Підприємство» у найрізноманітніших областях:

До потужних програмних комплексів, які направлені лише на автоматизацію роботи автотранспортних підприємств, відносяться «Qguar TMS» та «BAS Управління автотранспортом».

Qguar TMS – продукт, адресований широкому колу компаній, діяльність яких передбачає управління автомобільним транспортом. До числа таких компаній можна віднести перевізників, що надають тільки транспортні послуги, 3PL операторів, які вирішують комплексні логістичні завдання, дистриб'юторів та інші підприємства, що використовують у своїй діяльності власний або орендований автопарк [3].

BAS Управління автотранспортом – рішення для автоматизації управлінського і оперативного обліку в автотранспортних підприємствах і організаціях, а також в автотранспортних підрозділах торгових, виробничих та інших підприємствах, які використовують автотранспорт для власних потреб [4].

Розглянуті програмні комплекси мають велику вартість та направлені на загальну автоматизацію підприємства. Багато функцій програмних продуктів не потрібні менеджеру автотранспортного підприємства. Тому треба сконцентруватись на створенні продукту, який би задовольняв потреби менеджера автотранспортного підприємства, а також вигідно відрізнявся ціною.

Головною задачею менеджера автотранспортного підприємства є розробка та оформлення договорів на перевезення. Під час оформлення договору перевезення, дуже важливо правильно розрахувати ціну перевезення. Менеджер автотранспортного підприємства повинен врахувати такі чинники: відстань перевезення; вага вантажу, який перевозять; вартість 1 км перевезення.

Пошуку оптимальної ціни в роботі проводився за допомогою симплекс-методу, який передбачає: знаходження однієї з вершин многогранника (початкового опорного плану); упорядкований перебір вершин (опорних планів), при якому на кожному кроці здійснюється наближення до оптимального плану.

Висновки. Таким чином, метод дозволяє, починаючи з довільного початкового опорного плану, поступово поліпшувати його та отримати за скінчену кількість ітерацій оптимальний план або показати, що задача не має розв'язків.

Список літератури

1. Біліченко В. В., Варчук В. В., Вдовиченко О. В. *Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах: Навч. посібник.* Вінниця: ВНТУ, 2006. 117 с.
2. Головний сайт системи «1-С Підприємство». URL: <http://1c.ua/>
3. Система TMS Qguar. URL: <https://quantum-software.com/ru/system-tms-qguar/>
4. BAS Управління автотранспортом. URL: <https://tqm.com.ua/ua/likbez/bas-ua/bas-upravlinnja-avtotransportom-standart>.

**Дослідження моделей та інформаційних технологій
процесу теплоперенесення**

Міндьо С. Л.

Донбаська державна машинобудівна академія

Процес теплопровідності, як і інші види теплообміну, може мати місце лише за умови, що в різних точках тіла, або системи тіл, температура неоднакова. У загальному випадку процес передачі тепла теплопровідністю в твердому тілі супроводжується зміною температури, як в просторі, так і в часі [1–4].

Аналітичне дослідження теплопровідності зводиться до вивчення просторово-часового зміни температури, тобто до знаходження конкретного виду рівняння:

$$t = f(x, y, z, r) \quad (1)$$

Метою проведеного дослідження є: за допомогою розробленого програмно-методичного комплексу, моделювати процес теплоперенесення на прикладі металургійних печей.

В ході експерименту були розглянуті температурні дані шарів печей, які складаються з вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів: температуру зовнішньої поверхні шару, щільність теплового потоку, максимальну температуру шару, початкову та кінцеву температуру шару.

Список літератури

1. Goncharov, A., Yunda, A., Mironenko, E., Belous, D., & Vasilyeva, L. (2020). *Effect of multilayer protective coating on the thermal field dynamics in the cutting tool during machining. High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High- Technology Plasma Processes*, 24(1).

2. Goncharov, A., Yunda, A., Mironenko, E., Belous, D., & Vasilyeva, L. (2018). *Effect of a Protective Coating on the Temperature Distribution in a Revolving Cutting Tool and the Cutting Tool Lifetime. High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes*, 22(4).

3. Мироненко Є. В., Гончаров О. А., Юнда А. М., Васильєва Л. В., Коваль С. В., Білоус Д. О. *Дослідження теплового поля твердосплавних пластин з багатошаровим покриттям. Вісник ДДМА. 2018. No 2 (44). С. 214–218.*

4. Гончаров О. А., Мироненко Є. В., Юнда А. М., Васильєва Л. В., Коваль С. В., Білоус Д. О. *Моделювання теплового поля в ріжучій пластині в залежності від режимів різання. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції, 19-21 квітня 2018 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. Краматорськ : ДДМА, 2018. С. 134–136.*

Особливості дистанційного керування промисловими об'єктами

Чернявський А. А., Суботін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

В даний час основними напрямками в комплексній автоматизації металургійних та машинобудівних підприємств є ієрархічна побудова системи керування виробництва в цілому, створення локальних систем автоматичного керування шляхом комплексної автоматизації окремих технологічних ділянок, організація мікропроцесорного керування всім комплексом механізмів, а також створення інформаційно-вимірювальної системи збору, обробки, збереження і видачі керуючої і статичної інформації.

Мета роботи - дослідження можливостей дистанційного керування промисловими об'єктами в умовах виробничих завод; розробка системи зв'язку з об'єктом, що рухається; побудова каналу передачі даних та розробка апаратної реалізації пристрою зв'язку з об'єктом (ПЗО).

Наукова ідея, що лежить в основі досліджень полягає в тому, що для досягнення поставленої мети необхідно провести аналіз та описати дійсні способи передачі цифрової інформації, систематизувати їх та обрати оптимальний спосіб, що дозволить реалізувати на його основі пристрій зв'язку з об'єктом [1].

ПЗО призначений для сполучення (в нашому випадку - дистанційного)

первинної апаратури і виконавчих механізмів контрольованого об'єкта і/або технологічного процесу з обчислювальними засобами системи. Як правило, на ПЗО покладаються наступні функції: нормалізація аналогового сигналу; попередня низькочастотна фільтрація аналогового сигналу — обмеження смуги частот первинного безперервного сигналу; забезпечення гальванічної ізоляції між джерелом аналогового або дискретного сигналу і вимірювальним і/або статусним каналами системи.

Системи дистанційного керування знайшли широке застосування в сучасних радіоелектронних пристроях, як середовище передачі даних (команд) найбільш усього використовують – лінії зв'язку, радіоканал, провідний канал (оптоволоконна лінія), оптичний сигнал або інфрачервоні промені [2].

Використання існуючих ПЗО не можливо, так як жоден з них не підходить за технічних чи раціонально-економічних умов. Наприклад, фірма Siemens має в асортименті безпроводний модуль ILM (Infrared Link Module), принцип дії якого базується на використанні інфрачервоного випромінювання. Але використання ILM є неможливим з тої причини, що даний пристрій має обмеження по довжині каналу зв'язку до 15 м, в той же час реальна відстань до об'єкту може досягати 40 м. Багато інших фірм займається індивідуальною розробкою пристроїв зв'язку, та застосування в виробництві коштовних металів, таких як золота, в якості середовища передачі, та ртуті, в якості знімачів, робить цю пропозицію не прийнятною з економічної точки зору [3].

Розглянуті способи побудови каналу зв'язку: телефонний зв'язок, оптоволоконні лінії зв'язку; провідний канал; інфрачервоне випромінювання. Але в умовах металургійного устаткування їх використання не доцільне технічно або економічно [1].

Аналіз довів, що для ПЗО, що працює в умовах виробництва, найбільш оптимальним є використання ультракоротких радіохвиль, через наступні причини: найбільш придатна номінальна відстань використання ультракоротких хвиль та їх частота, висока надійність; фізична характеристика ультракоротких міліметрових радіохвиль подібна до характеристики оптичних сигналів, а значить

їм властиві і позитивні якості оптичних сигналів; на відміну від оптичних сигналів ультракороткі радіохвилі можливо використовувати в умовах не прямої видимості, та навіть, коли об'єкт загороджений іншим об'єктом чи групами.

Даний вид зв'язку може бути реалізований на звичайному радіостанції.

Проблема надійної і безперебійної роботи каналу передачі інформації тісно зв'язана з існуванням ненавмисних (паразитних) електромагнітних зв'язків і завад, наявність яких погіршує ефективність його роботи.

Оскільки досліджувана лінія зв'язку функціонує у виробничих умовах, то основний вплив на неї роблять індустриальні радіо завади, під якими розуміють електромагнітні завади в діапазоні радіочастот, створювані електричними й електромагнітними пристроями, використовуваними у виробничих процесах і взагалі на всьому підприємстві.

Прогрес в області підвищення пропускної здатності каналів у помітній мірі зв'язаний з розвитком технології передачі цифрових даних. Тут вирішуються проблеми синхронізації, ефективного кодування і надійної передачі. Ніж ширше імпульс, тим більшу енергію він несе, тим краще відношення сигнал/завада, але тем нижче і гранична швидкість передачі.

Тому пошук методів підвищення надійності передачі є однієї з найважливіших задач теорії зв'язку. Усі ці методи можуть бути віднесені до однієї з трьох груп (хоча застосовуватися можуть і спільно): радіотехнічні (захист каналів (ліній) зв'язку від завад); організаційні (створення структурної надмірності ліній зв'язку); математичні (використання завадостійкого кодування).

Найбільш перспективним є математичне рішення завадостійкості.

Список літератури

- 1. Метрологическое обеспечение систем передачи: учеб. пособие для вузов / Б. П. Хромой, В. Л. Серебрин, А. Л. Сенявский и др.; под ред. Б. П. Хромого. Москва: Радио и связь, 1991. 392с., ил.*
- 2. Chernyavsky A. A. Performance analysis of carrier-aggregated multi-antenna 4*4 MIMO LTE-A Fronthaul. Проблеми телекомунікацій., Київ, 2018.*
- 3. Ярош Б. Ю., Чернявський А.А. Аналіз вартості та перспектива використання фемтосот в 4G мережі. XIV Міжнародна науково-практична конференція «Новости научной мысли - 2018». Прага, Чехія.*

Математична модель інформування працівників про подію та надзвичайні ситуації у медичному закладі

Кравченко В. І., Романов Д. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Однією з задач медичної реформи є удосконалення оплати роботи медичних працівників. Для цього використовуються різні заходи в т.ч. автоматизація розрахунків заробітної платні у медичному закладі [1]. Але проблема полягає не тільки в тому щоб фізично розрахувати зарплату. Ще ж потрібно вчасно проінформувати працівників про те, що вона нарахована і щоб вони її отримали. Особливо **це питання актуальне** для малих і приватних медичних закладів, які знаходяться у сільських та віддалених від великих міст районах з незадовільним мобільним та Інтернет-зв'язком. Метою роботи є оцінка кількості працівників, ознайомих по різним джерелам інформування з фактом закінчення розрахунку заробітної плати. Задача роботи – розробка математичної моделі розрахунку кількості медичних працівників, які проінформовані за проміжок часу T , який пройшов після закінчення події. Розглянемо працівників медичного закладу у кількості F , яким потрібно розрахувати заробітну плату. Прийом (звільнення) працівників час $T = t_0 + \Delta t$ запишемо:

$$F(t_0 + \Delta t) = F(t) + A(t), \quad (1)$$

де $F(t)$ – число працівників у закладі в момент часу t_0 ; $F(t_0 + \Delta t)$ – число працівників у закладі в момент часу $t_0 + \Delta t$; $A(t)$ – число нових працівників, що з'явилися за час Δt . З допущення про однорідність валюти окладів працівників слідує:

$$A(t) = \mu D(t), \quad (2)$$

де $\mu = \text{const}$, $\mu \in [0; 1]$ - коефіцієнт, який показує кількість працівників у медичному закладі, яким потрібен розрахунок зарплати на момент часу t_0 ; $D(t)$ - число працівників в усьому закладі. З того ж допущення витікає, що:

$$N(t) = \varphi F(t) \quad (3)$$

де $N(t)$ – число таких працівників у закладі в момент часу t_0 тільки яким потрібно розрахувати зарплату; $\varphi = \text{const}$, $\varphi \in [0; 1]$ - коефіцієнт, що показує, як часто потрібен розрахунок заробітної платні. Число працівників у закладі в момент часу $t_0 + \Delta t$,

$$N(t_0 + \Delta t) = \varphi F(t_0 + \Delta t). \quad (4)$$

Виразимо $F(t)$ і $F(t_0 + \Delta t)$ з виразу (3) і (4) відповідно:

$$F(t) = \frac{1}{\varphi} N(t), \quad (5)$$

$$F(t_0 + \Delta t) = \frac{1}{\varphi} N(t_0 + \Delta t). \quad (6)$$

Підставимо отримані вирази (2), (5) і (6) в вираз (1). Отримаємо:

$$\frac{1}{\varphi} N(t_0 + \Delta t) = \frac{1}{\varphi} N(t) + \mu \cdot D(t). \quad (7)$$

Перетворимо вираз (7) та отримаємо:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \mu \varphi D(t). \quad (8)$$

Для подальшого створення моделі необхідно розглянути механізм інформування про закінчення розрахунку заробітної платні. Цілком логічно що число працівників у закладі дізнаються про формування заробітної платні від бухгалтера, які відвідували його безпосередньо (при особистому спілкуванні, в повідомленнях по електронній пошті і т.п.). Побічно – через блоги, форуми, ЗМІ, тобто за допомогою каналів масової комунікації. Отже число проінформованих працівників:

$$D(t) = D_{\text{личн.}}(t) + D_{\text{косв.}}(t), \quad (9)$$

де $D_{\text{личн.}}(t)$ – число працівників, які дізналися про формування заробітної платні від бухгалтера; $D_{\text{косв.}}(t)$ – число які дізналися про формування заробітної платні з каналів масової комунікації. Підставимо вираз (9) в (8) і розкриємо дужки:

$$N(t_0 + \Delta t) = N(t) + \mu \varphi D_{\text{личн.}}(t) + \mu \varphi D_{\text{косв.}} \quad (10)$$

Розглянемо інтенсивність поширення позитивної інформації про формування зарплати як відношення числа нових прихильників інформаційного ресурсу до загальної кількості прихильників за проміжок часу Δt :

$$a_1 = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot D_{\text{личн}}(t)}{F(t)}, \quad (11)$$

де a_1 – інтенсивність міжособистісного спілкування яка показує, скільки за одиницю часу з'явилося нових прихильників програми, завдяки особистим зв'язкам одного «старого» користувача. Коефіцієнт

$$a_2(t) = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu_1 \cdot D_{\text{косв}}(t)}{F(t)}, \quad (12)$$

де $a_2(t)$ – інтенсивність передачі інформації за допомогою каналів масової комунікації, яка зменшується з часом, так як з плином часу для все більшого і більшого числа працівників інформація про нього не стане новиною.

Виберемо:

$$a_2 = b/t = \text{const}, \quad (13)$$

де b – деяка величина, що показує, скільки нових працівників дізнаються про існування ресурсу по каналах масової комунікації від одного «старого» в будь-який момент часу. Уявімо число прихильників у натуральному вираженні (11) і (12) з урахуванням (13) у вигляді (5) і висловимо $D_{\text{личн.}}(t)$ і $D_{\text{косв.}}(t)$ відповідно:

$$a_1 = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot \varphi \cdot D_{\text{личн}}(t)}{N(t)}, \quad (14)$$

$$D_{\text{личн}}(t) = \frac{a}{\mu \cdot \varphi} \cdot N(t) \cdot \Delta t, \quad (15)$$

$$\frac{b}{t} = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot \varphi \cdot D_{\text{косв}}(t)}{N(t)}, \quad (16)$$

$$D_{\text{косв}}(t) = \frac{1}{\mu \cdot \varphi} \cdot \frac{b}{t} \cdot N(t) \cdot \Delta t. \quad (17)$$

Підставивши отримані вирази (15) і (17) у вираз (10) і спростивши:

$$N(t_0 + \Delta t) = N(t) + a_1 N(t) \Delta t + b/t \cdot N(t) \cdot \Delta t. \quad (18)$$

отримаємо диференціальне рівняння $dN(t)/N(t) = bdt/t$, рішення якого $N(t) = N_0(t)^b$ де N_0 – значення числа відвідувачів ресурсу в початковий момент часу $t = t_0$. Таким чином інтенсивність інформування медичних працівників про подію в їхньому закладі описується степеневою функцією, де значення коефіцієнту b та одиниця виміру (сек., хв., год.) підбирається експериментально, виходячи із місцевих умов розповсюдження сигналів. Дана модель може використовуватися не тільки для інформування працівників про розрахунок зарплати, а й про інші події та надзвичайні ситуації. Наприклад, на випадок планування потреби збору всього колективу на загальну нараду до установленого строку.

Доцільно планувати початок такої наради після повного ознайомлення колективу з часом запланованого заходу. Розрахуємо, через скільки одиниць часу будуть ознайомлені про подію дев'ять медпрацівників при $N_0 = 1$, $b = 2$. Так як усього медпрацівників 9, то $N(t) = 9$. Тоді вираз (24) перетворюється на квадратне рівняння $t^2 - 9 = 0$, корінь якого $t = +3$, показує, що на інформування всіх працівників потрібно три одиниці часу. Якщо про подію ознайомлено більше працівників, наприклад двоє, то час інформування зменшиться і складе 2,1 одиниці часу.

Висновки. Таким чином розроблена математична модель, яка може бути включена до загального програмного забезпечення автоматизованої системи розрахунку заробітної плати у медичному закладі поліпшить якість обслуговування медичних працівників у сільській та віддаленій місцевості.

Список літератури

1. Salary project APM фахівця. URL: <http://digitrends.ru/2014/09/dnevnik-pitaniya>

Применение компьютерных программ в химии

Михеенко В. М.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Работа химика-органика невозможна без применения программного обеспечения. Выбор программ, которые он использует зависит от задач,

которые перед ним стоят. Для построения формул химических соединений чаще всего используют программы: «ISIS Draw», «ChemDraw», ChemSketch, «CambridgeSoft». Программа ChemDraw, являющаяся одним из компонентов интегрированного пакета программных средств ChemOffice от CambridgeSoft (компания была продана в 2011 году компании PerkinElmer [1]), предназначена для двумерного изображения молекулярных структур и относится к так называемым двумерным химическим редакторам. Она позволяет отображать на плоскости молекулярные структуры любой сложности, записывать уравнения реакции, именовать молекулы и преобразовывать их в дальнейшем трёхмерные модели Chem3D. Программа «ChemDraw» даёт возможность конвертации названия соединения в структуру и обратное название соединения по структуре (международная номенклатура ИЮПАК), с её помощью можно строить теоретические ЯМР-спектры, имеется неплохая база шаблонов распространённых макроструктур. Трёхмерную визуализацию кристаллических структур удобно проводить с помощью программы «Mercury» (рис. 1). Для проведения квантово-химических расчетов используется большое количество программ. Все методы расчета в квантовой химии делятся на: неэмпирические, полуэмпирические и эмпирические. «HyperChem» – комплексный программный продукт, предназначенный для задач квантово-механического моделирования атомных структур. Он включает в себя программы, реализующие методы молекулярной механики, квантовой химии и молекулярной динамики (рис. 2). Силовые поля, которые могут использоваться в HyperChem – это MM+ (на базе MM2), Amber, OPLS и BIO+ (на базе CHARMM). Реализованы полуэмпирические методы: расширенный метод Хюккеля, CNDO, INDO, MINDO/3, MNDO, AM1, PM3, ZINDO/1, ZINDO/S. Представлены неэмпирические методы расчета и методы функционала плотности. Версия, HyperChem Release 8.0, представляет собой полноценное 32-разрядное приложение, разработанное для операционных систем Windows 95, 98, NT, ME, 2000, XP и Vista.

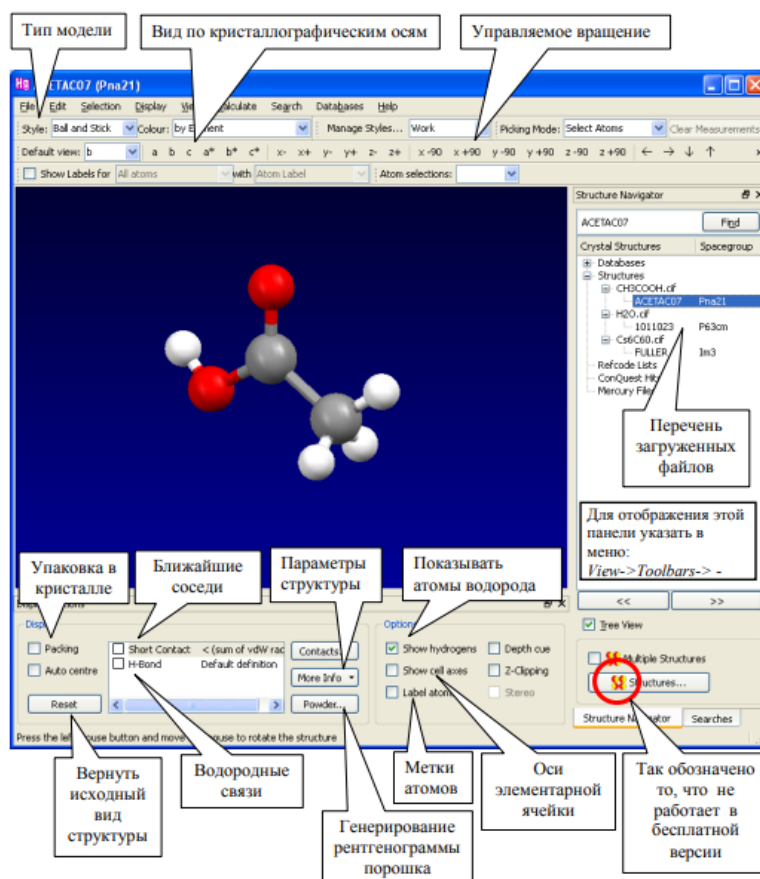


Рисунок 1 – Интерфейс программы «Mercury»

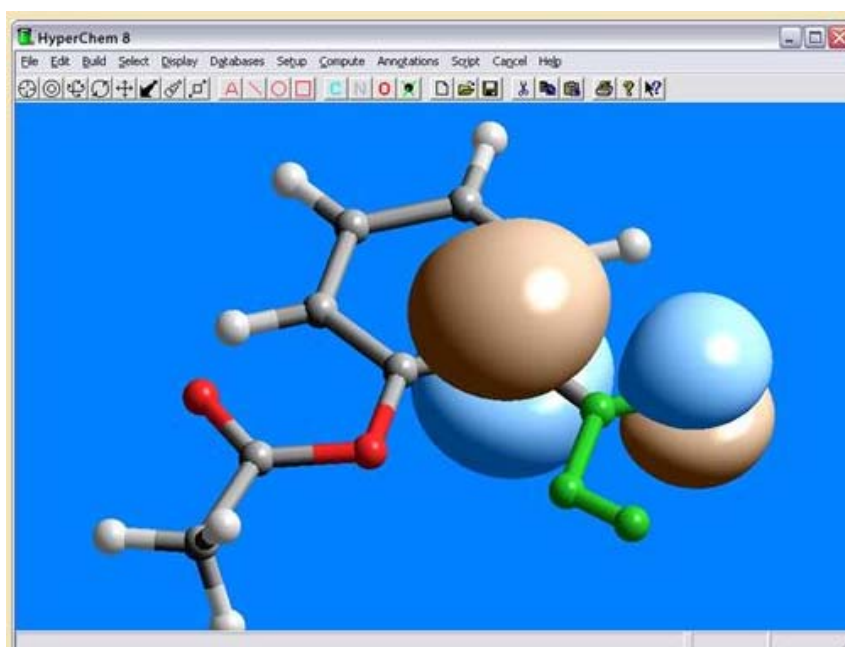


Рисунок 2 – Интерфейс программы «HyperChem»

Для моделирования механизмов химических реакций часто пользуются неэмпирическими методами расчета. Они требуют много машинного времени

и ресурсов, но считаются наиболее точными. Я в своей научной работе [2] чаще всего пользуюсь программой «Gaussian09». Основываясь на фундаментальных законах квантовой механики, «Gaussian» позволяет предсказывать энергии, молекулярные структуры и колебательные частоты молекулярных систем, наряду со многими другими многочисленными свойствами молекул, производными от этих базовых характеристик. Пакет может быть использован для изучения молекул при широком наборе условий, включая устойчивые виды молекул, которые трудно или невозможно наблюдать в экспериментальных условиях, например, короткоживущие промежуточные соединения и переходные структуры. К тому же, к настоящему времени эта программа написана для нескольких операционных систем и может быть использована для широкого круга различных ЭВМ. Программа «Gaussian» работает с визуализатором «GaussView» (рис. 3) [3].

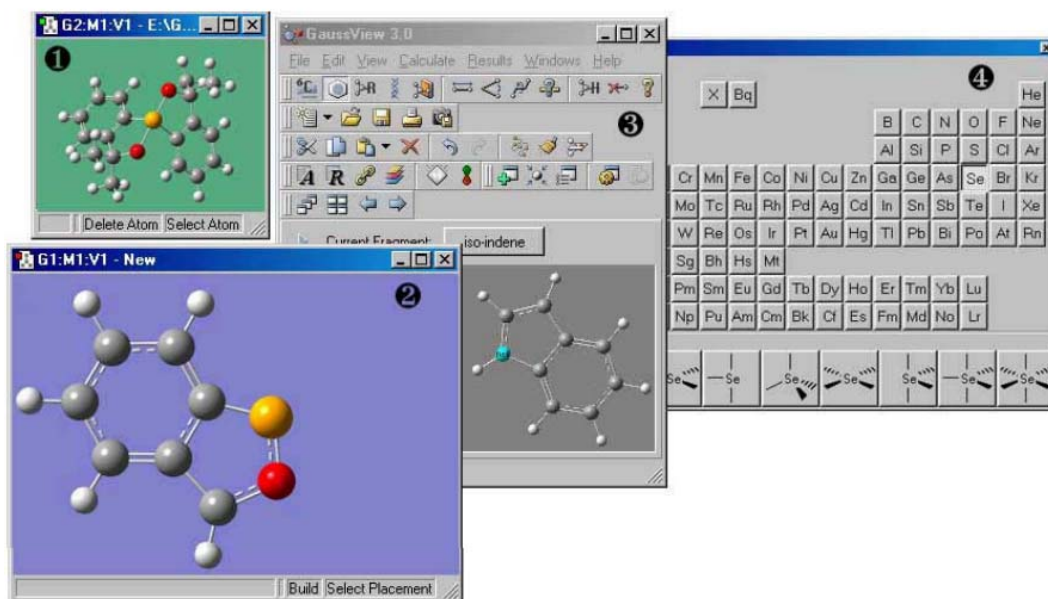


Рисунок 3 – Интерфейс программы «GaussView»

Список литературы

1. *Announcing CambridgeSoft from Perkin Elme.* URL: <http://www.cambridgesoft.com/pki/>
2. *Konovalova S. A., Avdeenko A.P., Vasil'eva V. M., Goncharova S. A. Reaction of N-Phenyl(benzylidene, phenoxy)acetyl- 1,4-benzoquinone Imines with Sodium Azide. Russian Journal of Organic Chemistry. 2014. Vol. 50, No. 3. P. 351–354.*
3. *Introduction to GaussView and Gaussian.* URL: <https://comp.chem.umn.edu/Chem8021/gv.pdf>

Розробка програмного забезпечення для розпізнавання рухів за допомогою відеокамери

Васильєва Л. В., Юцик І. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Захоплення руху (англ. Motion capture) – технологія цифрового запису рухів, що використовується у розважальному, медичному, спортивному, анімаційному та кінематографічному програмному забезпеченні [1]. Технологія розпізнавання рухів використовує різноманітні пристрої для захоплення положень ключових точок на тілі людини, ці точки об'єднуються у граф точок який іменується “анімаційним скелетом” [2], та передає положення актора у просторі для комп'ютерних систем. Таким чином, система дає можливість працювати безпосередньо з рухами людини, а не відтворенням рухів людини аніматором, що має за собою наступні переваги:

- здатність відтворювати схожі рухи завдяки базі даних, збереженій на комп'ютері;
- швидке опрацювання даних і більш швидке створення продукту.

Існує декілька шляхів для захвату та аналізу рухів людини, кожен з яких має своє суттєві переваги та недоліки, кожен з підходів використовує різний набір даних та обладнання, має різну швидкість обробки даних, але майже завжди на виході отримує однакову модель захоплених рухів у вигляді набору точок відповідно до розташування частин тіл людини у просторі.

Скелетна анімація – техніка у комп'ютерній анімації, де представлення персонажа складається з двох частин: зовнішній вигляд(за нього відповідає полігональна сітка, або меш) та дерево взаємозв'язаних кісток (скелет), потрібне для анімації мешу [2]. Основна мета використання цієї техніки – спростити процес анімації моделі. Техніка поширена майже на усі анімаційні системи, де спрощений інтерфейс дозволяє легко маніпулювати складними алгоритмами і великою кількістю геометрії (моделюючи поведінку м'язів, шкіри, суглобів тощо).

Маркерна технологія – технологія, що використовує принцип опрацювання хмари точок заздалегідь нанесених на актора, зазвичай у вигляді костюму зі спеціальними датчиками. У час коли актор виконує задані йому рухи, спеціальні камери фіксують положення датчиків у вигляді хмари точок. Хмара точок передається на ПК, де оброблюється та перетворюється у частину 3D моделі (скелет), що відтворює рухи актора.

Метод використання оптичних систем та нейронних мереж використовує добуток штучного інтелекту більш ніж інші. В основі методу – обробка растрових зображень загортковими нейронними мережами для отримання на виході скелетної анімації рухів людини. Існує 2 найбільш популярних наборів для навчання нейронних мереж у цій галузі:

- Frames Labeled In Cinema (FLIC) [3] – використовує для навчання вибірку з кадрів різноманітних фільмів, містить 5000 кадрів з анотацією розміщення 10 суглобів людини на кожному з кадрів у вигляді координат;

- Leeds Sports Pose Dataset (LSP) [4] – використовує для навчання вибірку з 12 тисяч анотованих кадрів. На світлинах вибірки зазвичай люди під час виконання фізичних вправ чи заняття спортом, анотація до кадру містить положення 14 суглобів людини на кадрі.

В даній роботі використана вибірка зі змагань AI challenger [5], набір даних містить в собі 22446 зображень для тренування нейронної мережі (усього вибірка містить 300 тис. зображень) та 1500 зображень для тестування роботи. Для класифікації зображень використовуються мітки, за якими доступні координати від 11 до 14 суглобів на скелетній анімації усіх наведених зображень в форматі JSON.

Важливою частиною проекту є відстеження рухів пацієнтів, для чого була створена загорткова нейронна мережа, яка аналізує отриманий відео потік у реальному часі, виділяє на кадрі частини тіла людини, розташовує точки суглобів (joint`ів), та видає координати у двомірному чи тривимірному просторі.

Висновки. У ході виконання роботи було реалізовано:

- створений ПМК для точного запису еталонних рухів з використанням специфічного обладнання;
- розроблена система комп'ютерного зору для використання на розповсюджених системах з використанням звичайної цифрової камери для розпізнавання рухів пацієнтів під час виконання вправ з реабілітації;
- розроблений ПМК для зіставлення двох записів руху, винесення оцінки діям пацієнта, складення програми занять для пацієнта та відстеження його прогресу.

Список літератури

1. *Захоплення руху.* URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%80%D1%83%D1%85%D1%83
2. *Скелетна анімація.* URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F
3. *Вибірка для навчання нейромереж FLIC.* URL: <https://bensapp.github.io/flic-dataset.html>
4. *Вибірка для навчання нейромереж LSP FLIC.* URL: <http://sam.johnson.io/research/lsp.html>
5. *Вибірка для навчання нейромережі зі змагань AI challenger.* URL: <https://challenger.ai/dataset/keypoint>

Розробка додатку «Олімпіадний сервер»

Васильєв І. К.

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

В даний час спостерігається тенденція зростання кількості змагань з програмування. Одна з важливих особливостей олімпіад з програмування – можливість автоматизації перевірки робіт учасників. При цьому можлива перевірка і ранжування учасників в режимі реального часу. У зв'язку з цим з'являється необхідність розробки відповідних рішень. Автоматичне тестування програмних рішень обговорюється досить широко. На даний момент розроблені і успішно реалізуються різні методики автоматичного тестування та програмні продукти, засновані на їх застосуванні.

Проведений огляд інформації з цього приводу показав доцільність розробки і вдосконалення системи автоматичного тестування завдань

в реальному часі при розробці додатку «Олімпіадний Сервер» та можливість використання підходу контейнеризації для даного випадку [1–4].

На вхід сервер-тестувальник буде отримувати код програми, можливі параметри для компіляції, обмеження по швидкості і пам'яті та сети тестів, а повертати буде час виконання програми, результати по тестах або можливі помилки.

Було показано, що для того, щоб можна було користуватися системою з майже будь-якого комп'ютера з доступом в мережу Інтернет, доцільно використовувати архітектуру "клієнт-сервер", де всі обчислення будуть проводитися на стороні сервера, а клієнтові будуть віддаватись готові дані і там же формуватись для виведення на екран. Проведені дослідження показали, що для нівелювання більшості проблем з безпекою доцільно використовувати легкі та ізольовані контейнери, які виконують код всередині себе, і при будь-якому підозрілому доступі падають, піднімаються заново, продовжуючи роботу або замінюються на репліку цього ж контейнеру [5].

Висновки. Розроблено додаток, який використовує процес контейнеризації програмного забезпечення як виду віртуалізації для збільшення ефективності та захищеності розробки за допомогою ПЗ Docker [6] із веб-інтерфейсом та середовищами виконання коду в вигляді з'єднаних Docker контейнерів. Проведені дослідження підтверджують теоретичні викладки автора.

Список літератури

1. М. Т. Джонс. *Віртуалізація приложень: Історія появи і перспективи дальшого розвитку : веб-сайт*. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-virtual-machine-architectures/index.html>.
2. Popek G. J., Goldberg R. P. *Formal requirements for virtualizable third generation architectures. Communications of the ACM*. 1974. Т. 17. №. 7. С. 412–421. DOI: 10.1145/361011.361073.
3. Padala P. et al. *Performance evaluation of virtualization technologies for server consolidation. HP Labs Tec. Report*. 2007. Т. 137. URL: citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.217.4856&rep=rep1&type=pdf.
4. Васильєв І. К. *Аналіз процесу контейнеризації програмного забезпечення для підвищення ефективності та захищеності розробки. Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези шостої міжнародної науково-технічної конференції*. Харків: НТУ "ХПІ", 2019. С. 11.
5. *Docker security. Website*. URL: <https://docs.docker.com/engine/security/security>.
6. James Turnbull. *The Docker Book: Containerization is the new virtualization*. 2018. 383 p.

РОЗДІЛ 2.

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

Моделювання методом молекулярної динаміки фрикційної анізотропії металевих наночастинок на графені

Хоменко О. В., Захаров М. В., Гончаренко Н. Г., Хоменко К. П.
Сумський державний університет

Проведено моделювання руху алюмінієвих, паладієвих, платинових та кобальтових наночастинок (НЧ), утворених з 10 тисяч атомів при різних температурах та напрямках зсуву, заданих кутом відносно осі, яка збігається з краєм графену [1]. Міжатомна взаємодія атомів металу в НЧ описується методом зануреного атому, ковалентні зв'язки в графені представлені гармонічним потенціалом. Сили між атомами металу і вуглецю отримуються з потенціалу Леннарда-Джонса. У моделюваннях вимірюється широкий спектр параметрів системи: повний імпульс, повна та потенціальна енергії, температура, сила тертя, що діє на НЧ. Зроблено висновок, що при високих швидкостях руху сила тертя стає майже незалежною від кута зсуву. Встановлено, що сила тертя стає максимальною при характерній температурі, яка збільшується зі збільшенням швидкості ковзання. Сила підкладки є неоднорідною та має пилкоподібну форму, що вказує на переривчастий рух НЧ. При великій швидкості ковзання для міжфазних атомів металу не вистачає часу, щоб пристосуватися до потенціалу графенової підкладки, і локальні сумірні ділянки не утворюються. Це може бути причиною нерегулярної форми залежності сили підкладки. Піки функції радіального розподілу розмиті, тобто дальній атомний порядок відсутній, а наночастинок аморфні або мають полікристалічний порядок.

Висновки. Виявлено області локального порядку атомів на нижній поверхні наночастинок. Різні орієнтації і положення металевих частинок на графеновій поверхні генерують різні енергії взаємодії з поверхнею графену.

Список літератури

I. Khomenko A., Zakharov M., Persson B. N. J. Frictional anisotropy of Al, Pt and Pd nanoparticles on a graphene substrate. Tribology Letters. 2019. V. 67, Iss. 4. Art. 113.

Атомістичне моделювання стиснення та зсуву ультратонкої плівки сірковуглецю між поверхнями алмазу

Хоменко О. В., Бойко Д. В., Логвиненко Д. Т.
Сумський державний університет

Розробка зносостійких поверхонь з низьким тертям і тонких мастильних плівок стала важливим фактором у мініатюризації рухомих частин в багатьох технічних приладах [1]. Звичайні трибологічні методи, що використовуються для дослідження макроскопічних об'єктів, в даному випадку можуть виявитися неефективними. Моделювання методом молекулярної динаміки є компромісом між аналітичними моделями і експериментальними умовами. Розглядалася ультратонка плівка сірковуглецю, обмежена двома твердими алмазними стінками як атомарно-гладенькими, так і з періодичним атомарним рельєфом. Періодичні граничні умови в площині пластин застосовано до рідини і поверхонь. Для спрощення завдання пластини вважаються абсолютно жорсткими, і модель не включає пружності поверхонь. При моделюванні отримані: сила підкладки, усереднена сила тертя, кінетична та повна енергії, коефіцієнт дифузії. Зроблено висновок, що лінійне зростання сили тертя з навантаженням визначається ростом адгезійних зв'язків, що пояснює швидке досягнення насичення сили тертя зі збільшенням навантаження для всіх розглянутих моделей. Рельєф поверхонь якісно не впливає на часові залежності сили підкладки та тертя, і в цілому останні відображають твердоподібну структуру плівки. Зміна середнього за часом значення кінетичної сили тертя з навантаженням для обох типів поверхонь задовольняє моделі «бруківки» у наближенні переважання адгезійних взаємодій. Отримані в моделюваннях залежності проявляють схожість з експериментальними залежностями для простих сферичних молекул.

Список літератури

I. Khomenko A. V., Boyko D. V., Zakharov M. V. Molecular Dynamics of a Thin Liquid Argon Layer Squeezed between Diamond Surfaces with a Periodic Relief. Journal of Friction and Wear. 2018. V. 39, No. 2. P. 152–157.

Моделювання формування плівкових наноструктур

Гончаров О. А.¹, Юнда А. М.², Гончарова С. А.¹, Фесенко О. В.¹

¹Сумський державний університет,

²Інститут прикладної фізики НАН України

Контроль мікроструктури нанокристалічних плівок залежить від досить великого числа взаємопов'язаних факторів при магнетронному розпиленні (ПТ або ВЧ). Вплив експериментальних параметрів, таких як температура підкладки, швидкість осадження, робочий тиск, характеристики потоку пари не дозволяє точно контролювати елементарні процеси на атомному рівні, що регулюють еволюцію мікроструктури під час росту (взаємодія плазми з поверхнею, поверхнева дифузія, зіткнення атомів, тощо). Це стимулює необхідність розробки комплексних і прогнозуючих моделей, що засновані на чисельному моделюванні і реалізації багаторівневого підходу.

Моделювання за методом Монте-Карло [1] успішно застосовується для прогнозування морфології зростання тонких плівок в технологічно значущих масштабах простору і часу. Це дозволяє відтворювати стохастичну природу процесу зростання і реалізовувати різні атомістичні процеси, швидкості яких в ідеалі отримані з більш докладних і точних розрахунків, таких як молекулярна динаміка або методи з перших принципів, засновані на теорії функціонала щільності. В запропонованій нами моделі розглядалася кінетика зростання наноструктурованих плівок боридів та нітридів перехідних металів під час реактивного розпилення, з урахуванням впливу технологічних параметрів магнетронної розпилювальної системи [2].

Список літератури

1. Nita F., Mastail C., Abadias G. *Three-dimensional kinetic Monte Carlo simulations of cubic transition metal nitride thin film growth. Physical Review B* 93. 2016 (064107).
2. Гончаров А. А. *Физические процессы формирования структуры и свойств пленок диборидов переходных металлов. Физика металлов и металловедение*. 2011. Т. 111. N 3. С. 1–12.

Моделювання процесу зростання наноструктурованих плівкових покриттів методом дифузійного наближення

Гончаров О. А.¹, Юнда А. М.², Гончарова С. А.¹, Таранюк Д. О.¹

¹Сумський державний університет,

²Інститут прикладної фізики НАН України

В теперішній час більшість наноструктурованих плівок перехідних металів отримують в результаті конденсації потоків парів на твердій поверхні, таких як термічне випаровування або осадження розпиленням. Процеси формування плівок відбуваються далеко від термодинамічної рівноваги в реактивній або неактивній атмосфері. Тому контроль мікроструктури тонких плівок і морфології поверхні важливий для поліпшення фізико-механічних властивостей тонких плівок. Однак це складне завдання, оскільки мікроструктури плівки залежать від досить великого числа взаємопов'язаних факторів.

Однією з розповсюджених та зручних методик моделювання процесів приповерхневого масопереносу є дифузійне наближення [1]. Для опису динаміки зростання наноструктурованих плівок була запропонована система дифузійно-подібних рівнянь. Дослідження плівкових покриттів диборидів перехідних металів, які були нанесені методом ВЧ-магнетронного розпилювання, продемонстрували, що формується характерна стовпчаста структура у напрямку нормалю до поверхні (00.1) [2].

Висновки. В даній роботі розглянута дифузійна модель, представлено та обговорено вплив основних параметрів осадження на морфологію поверхні та еволюцію мікроструктури з товщиною плівки, таких як швидкість осадження і температура підкладки.

Список літератури

1. Киприч В. И., Корнич Г. В., Бажин А. И., Сошников И. П. Моделирование роста одномерных поверхностных нанокристаллов в диффузионном приближении. Взаимодействие ионов с поверхностью: труды XIX Междунар. конф.: (г. Звенигород; 21-25 авг. 2009 г.). Москва, 2009. Т. 2. С. 230–232.

2. Гончаров А. А. Физические процессы формирования структуры и свойств пленок диборидов переходных металлов. Физика металлов и металловедение. 2011. Т. 111. № 3. С. 1–12.

РОЗДІЛ 3.
ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ
ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ,
ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО)

Оптимізація параметрів комплексного легування та модифікування
високоміцного металу зварних швів

Кабацький О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

При зварюванні виробів з високоміцних сталей, що гартуються, важливим моментом є вибір оптимальних з позиції механічних властивостей і стійкості проти холодних тріщин параметрів комплексного легування і модифікування. Для полегшення цього завдання можливе використання математичних моделей, створених на підставі обробки експериментальних досліджень і параметрів легування і модифікування, що відбивають вплив, на характеристики високоміцних низьколегованих зварних швів.

При створенні однієї з таких моделей для використання при ручному дуговому зварюванні низьколегованих сталей типу 25ГСМ, основне зміцнююче легування було узятє на рівні близько 0,1 % С, 1,5 % Мп і 0,3 % Сг. Оцінювався вплив чотирьох чинників: вмісту нікелю, молібдену, а також титану і ванадію.

В якості відгуків були вибрані: межа міцності металу шва (σ_b), його в'язкість при температурі 20 °С (KCU_{+20}), а також показник схильності до утворення холодних тріщин $\tau = l / t$, де t – час до виходу тріщини на поверхню проби Теккен. Були отримані наступні рівняння регресії:

$$\sigma_b = 844 + 14,75 \cdot x_1 + 14 \cdot x_2 + 24,13 \cdot x_3 + 14,75 \cdot x_4 + 8,125 \cdot x_1 \cdot x_3 + 2,75 \cdot x_1 \cdot x_4 + 4,125 \cdot x_2 \cdot x_3 + 3,75 \cdot x_2 \cdot x_4 + 2,375 \cdot x_3 \cdot x_4; \quad (1)$$

$$KCU_{+20} = 81 + 0,375 \cdot x_1 - 1,5 \cdot x_2 + 0,625 \cdot x_3 + 1,125 \cdot x_4 - 2,375 \cdot x_1 \cdot x_3 - 2,5 \cdot x_1 \cdot x_4 - 0,875 \cdot x_2 \cdot x_3 - 1,125 \cdot x_2 \cdot x_4 + 6 \cdot x_3 \cdot x_4; \quad (2)$$

$$\tau = 0,864 + 0,415 x_1 - 0,086 x_2 + 0,211 x_3 - 0,031 x_1 \cdot x_2 - 0,099 x_1 \cdot x_3 + 0,083 x_1 \cdot x_4 + 0,171 x_2 \cdot x_3 - 0,0855 x_2 \cdot x_4 - 0,525 x_3 \cdot x_4; \quad (3)$$

Для аналізу отриманої моделі в MathCAD побудовано тривимірні поверхні, що визначають значення відгуків при зміні величин чинників (рис. 1).

Наведені рівняння дозволяють оптимізувати вибір параметрів легування та модифікування при зварюванні низьколегованих сталей підвищеної міцності.

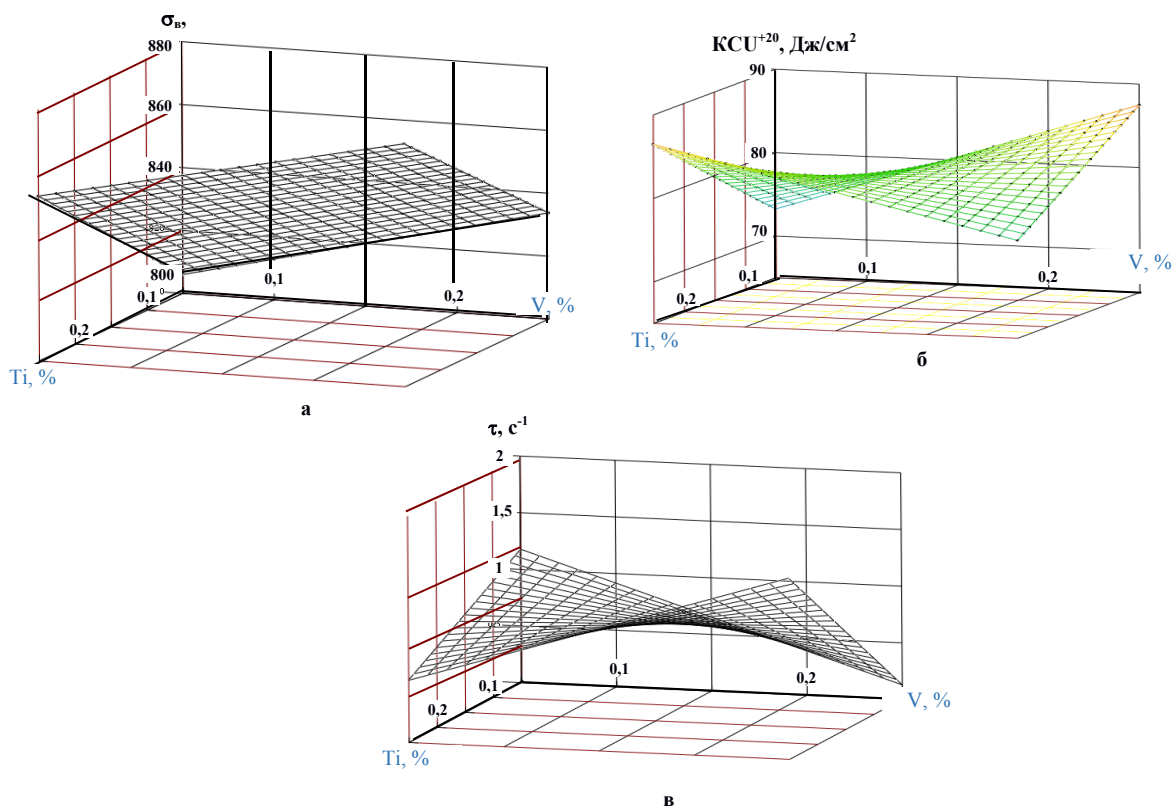


Рисунок 1 – Графічне відображення поверхонь відгуку при вмісті нікелю і молібдену на основному рівні (1.5 % Ni, 0,5 % Mo) : а) для межі міцності σ_b ; б) для в'язкості KCU_{+20} ; в) для схильності до утворення тріщин τ

Разом із цим, слід відмітити, що при збільшенні ступеню легування основного металу ускладняється вплив несприятливих факторів на надійність зварних з'єднань з точки зору утворення холодних тріщин у швах та навколошовній зоні. Так, було знайдено, що при зварюванні сталей типу 33XCH2MA позитивна дія модифікування виявляється тільки при його ускладненні шляхом введення в метал азоту та церію. Було знайдено, що оптимальним є введення 0,1–0,15 % ванадію та 0,015–0,035 % азоту при співвідношенні добавок нітридів і церію $(\Sigma(V) + \Sigma(N))/\Sigma(Ce) = 2,5 \dots 4$, де $\Sigma(V)$, $\Sigma(N)$ – загальні частки добавок азоту і ванадію; $\Sigma(Ce)$ – кількість введеного в метал церію.

Висновки. Отримані на основі досліджень результати були реалізовані при розробці низьколегованих електродів для зварювання та ремонту конструкцій з високоміцних сталей.

Зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом розробки системи автоматичного регулювання тиску під колошником

Разживін О. В., Хлобистов Д. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Актуальність теми. Одним з важливих параметрів роботи доменної печі є тиск під колошником. Цей параметр впливає на рівний хід печі, інтенсивність виробництва чавуну, час перебування шихтових матеріалів в печі до перетворення в чавун. Внаслідок підвищення підпору газів перед додатковим опором зростає тиск газів не тільки на колошнику, але і у всьому об'ємі печі, що викликає необхідність збільшення тиску дуття в піч. Таким чином, при підвищенні тиску газів в робочому просторі доменної печі збільшується кількість дуття, а також стає можливим підвищення температури дуття (без порушення рівного ходу). З цього виходить що:

- підвищується продуктивність печі;
- знижується витрата коксу за рахунок збільшення частки непрямого відновлення (так як зменшується швидкість руху газу в печі);
- скорочується винос колошникового пилу (внаслідок зниження швидкості і підйомної сили газів у верхній частині печі), в результаті чого зменшується крупність частинок що захоплюються газом в газовідводи.

У зв'язку з цим розробка механізмів регулювання тиском під колошником доменної печі, а також алгоритмів управління є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом впровадження автоматизованої системи керування тиском під колошником доменної печі з використання дросельної групи.

Відомо, що висока ефективність доменного процесу досягається, як правило, при рівному ході печі, який характеризується стабільністю і рівномірним сходом шихтових матеріалів, а також певним газодинамічним режимом. Однією з найважливіших завдань управління доменною плавкою є забезпечення раціонального для даних шихтових умов розподілу матеріалів і газів за площею поперечного перерізу печі. Як показано в роботах К. М. Бугаєва [1], І. Г. Товаровського [2], Б. М. Раковського [3], при інших рівних умовах показники плавки залежать в основному від газорозподілу і визначається ступенем використання газів. Загальновизнано, що рівність ходу печі визначається газорозподілом якій регулюється положення заслінок дросельної групи системи газоочищення колошникового газу.

Проаналізовано впливу підвищеного тиску газу в робочому просторі доменної печі. Виявлено що він є одним з інтенсифікаторів процесу плавки в ній, так як дозволяє підвищити продуктивність печі і знизити питомі витрати коксу. Підвищення тиску газу на колошнику доменної печі досягається введенням додаткового опору на шляху руху газу по виходу з доменної печі, а саме в дросельної групі системи газоочищення.

Проведено аналіз взаємозв'язку корисного об'єму доменної печі і тиску газу на колошнику. Графіки, побудовані за цими даними наведеними Бокланом Б. В. [4]

Проведене дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

1) Більший обсяг доменної печі дозволяє збільшити тиск газу на колошнику за рахунок вдосконалення завантажувальних пристроїв. Підвищення тиску газу на колошнику сприяє збільшенню продуктивності доменної печі і зниження питомої витрати коксу.

2) Поряд із зазначеним позитивним впливом підвищеного тиску колошникового газу на показники доменної плавки, слід зазначити як недолік зменшення терміну служби завантажувальних пристроїв.

Проведений аналіз дозволив зробити висновки:

1) Одержано диференційне рівняння зміни тиску газу на колошнику доменної печі в залежності від балансу газу на колошнику і газодинамічного опору стовпа шихти.

2) В сталому режимі при автоматичній стабілізації тиску газу на колошнику задане значення цього тиску повинно складати половину тиску гарячого дуття.

Висновки. На підставі проведених теоретичних досліджень проведено синтез АСК тиском під колошником.

Дослідження перехідного процесу здійснено на ПЕОМ за допомогою програмного продукту Matlab. Проведено експериментальні дослідження в замкнутій системі управління з ПІ-регулятором тиску. В результаті експериментальних досліджень на синтезованій математичній моделі САР тиску під колошником отримані графіки перехідних процесів по положенню дросельної заслінки і тиску під колошником (див. рис. 6), за якими можливо зробити висновки:

– час відпрацювання впливу, що обурює при перепаді тиску на 100 кПа викликаного сходом шихти становить 1,2 с.

– перерегулювання склало 5 кПа.

Слід зазначити, що час відпрацювання обурюючого впливу не змінилося. Це викликано тим, що інерційністю електроприводу заслінки дросельної групи є постійною.

Список літератури

1. Бугаев К. М. *Распределение газов в доменных печах.* Москва: *Металлургия*, 1974. 176 с.

2. Товаровский И. Г. *Доменная плавка. Монография.* Днепропетровск: *Пороги*, 2009. 768 с.

3. Раковский Б. М., Ходак Л. З., Фуфаев Г. Д. *Аналитический расчет рациональной формы кривой газораспределения по радиусу колошника доменной печи. Восстановительно-тепловая обработка железорудного и марганцевого сырья: Научные труды института металлургии им. А. А. Байкова.* Москва: *Наука*, 1974. С.112–120.

4. Боклан Б. В. *Исследование распределения потока газа в доменных печах большого объема и разработка методов регулирования их хода: дис. ... канд. техн. наук.* Днепропетровск, 1970. 154 с.

Розробка автоматизованої системи керування об'ємною витратою води в газоочисну систему доменної печі

Разживін О. В., Руденко В. М., Новак А. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

Газові викиди від всіх виробництв характеризуються високою температурою, високою концентрацією пилу самих різних розмірів, часто липкою пилом, наявністю важких металів і їх компонентів, часто високою концентрацією кислотних домішок [1].

У металургійній промисловості одним із значущих ресурсів при мокрому способі газоочищення є вода. Вона широко використовується в технологічному циклі газоочищення. Також слід зазначити, що найбільш енерго- і ресурсомісткою, в очищенні доменного газу є система подачі води на зрошення газоочисних апаратів. Отже, економія даного природного ресурсу є однією з основних задач енерго- і ресурсозбереження. У зв'язку з цим виявлення допустимих режимних параметрів, що дозволяють, не знижуючи ступеня очищення газу знизити витрату води на зрошення апаратів системи газоочищення є актуальною науко-технічною задачею.

Мета дослідження – зниження енерговитрат процесу газоочищення доменної печі шляхом впровадження автоматизованої системи керування об'ємною витратою води, що подається в газоочисну систему.

Система мокрого газоочищення включає послідовно розташовані апарати для зниження температури газів до заданих меж (скрубери); апарати для очищення газів (труби Вентурі) і апарати для відділення вологи (краплевловлювачі різної конструкції) [2].

Система подачі води на газоочищення доменних газів яка модернізується є водопровідною системою з дросельним регулюванням тиску і витрати.

Такий спосіб регулювання витрати за частую тягне за собою перевитрату води, що подається в систему і підвищене споживання електроенергії. З метою усунення даного недоліку проведено аналіз сучасних АСУ регулювання подачі води в системі газоочищення доменних газів і запропоновано об'ємне регулювання витрати води [2, 3].

На першому етапі розробки математичної моделі гідроприводу з об'ємним регулюванням здійснено визначення статичних параметрів гідравлічної апаратури системи газоочищення. За визначеними параметрами побудована математична модель гідроприводу. Для реалізації об'ємного регулювання витрати води, що подається до газоочисного обладнання обрана система перетворювач частоти-асинхронний двигун (ПЧ-АД), що включає перетворювач частоти і насоси з приводними асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором. Вирази для побудови швидкісних і механічних характеристик в математичне моделювання електроприводу в робочих режимах здійснено засобами математичної програми MatLab SimPowerSystems.

Математична модель САР подачі води в газоочисну систему приведена на рисунку 1, а графік перехідного процесу на рисунку 2.

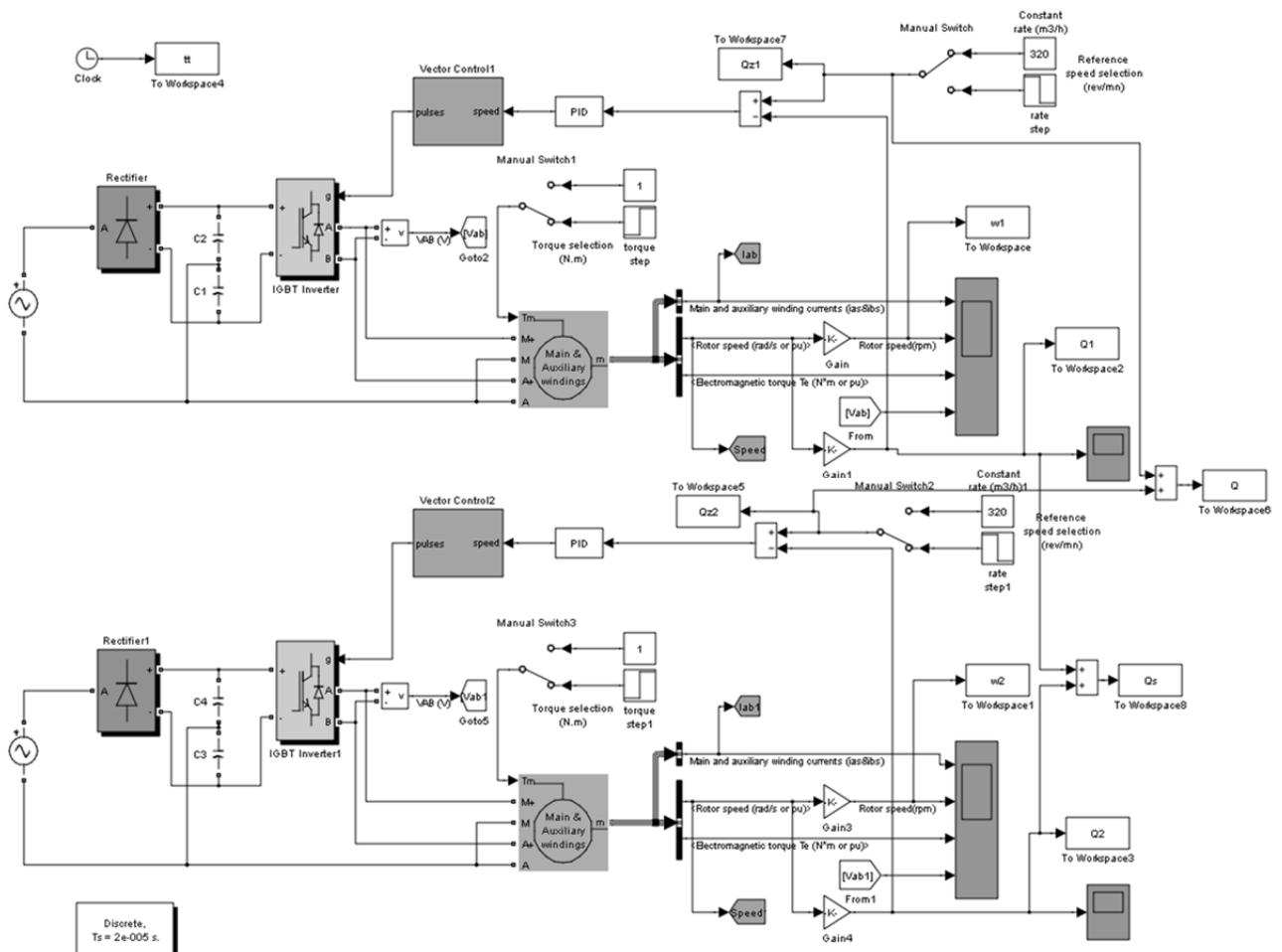


Рисунок 1 – Математична модель САР подачі води в газоочисну систему

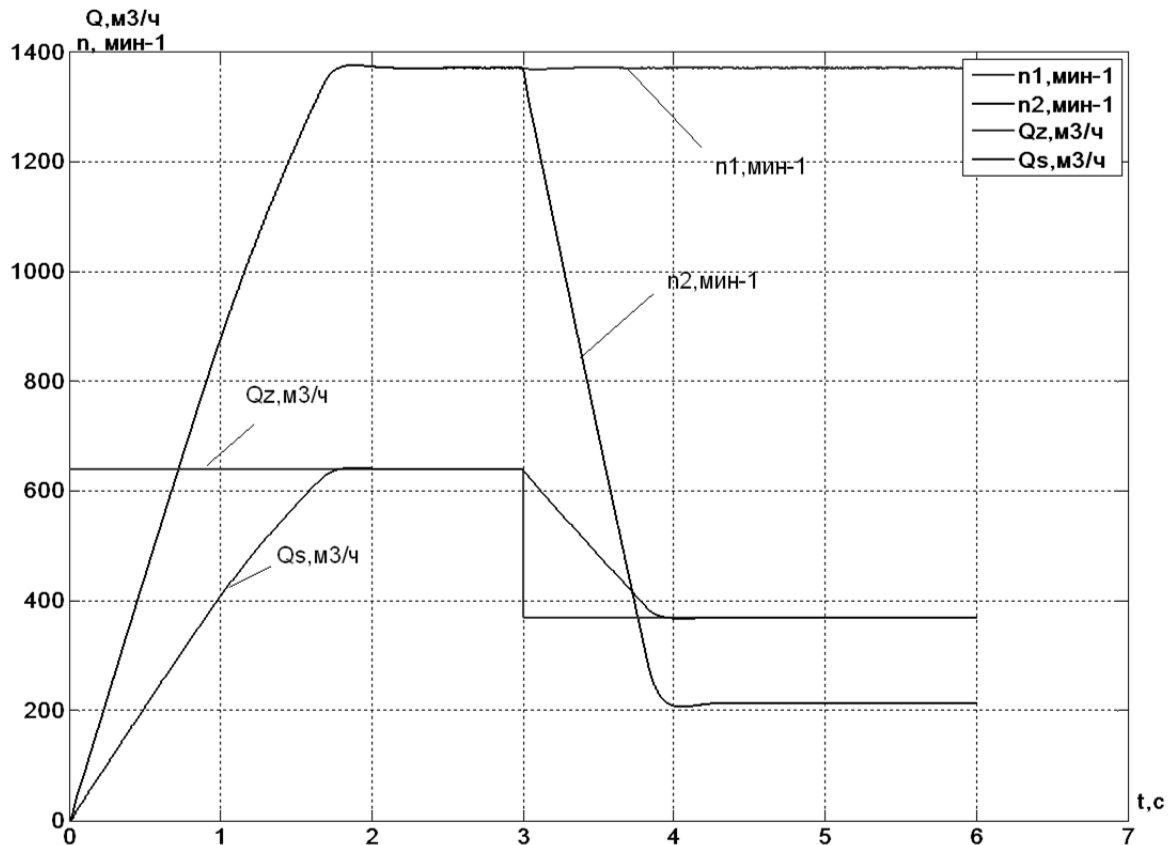


Рисунок 2 – Графік перехідного процесу при зміні витрати і частоти обертання валу приводних ЕД насосів

Висновки. Результати математичного моделювання показали, що САР електроприводом насосної станції має швидкісну помилку, яка становить $n_{\varepsilon} = 3 \text{ мин}^{-1}$, при $n_{\varepsilon} = 3 < n_{z\varepsilon} = 10 \text{ мин}^{-1}$, що задовольняє завданням. Час перехідного процесу по частоті обертання приводних двигунів становить 1,4 с, що забезпечує максимальну швидкість при допустимому прискоренні.

Проведене математичне моделювання САР показало можливість організації об'ємного регулювання витрати води, яка подається в газоочисну систему.

Список літератури

1. Бугаев К. М. Распределение газов в доменных печах. Москва: Металлургия, 1974. 176 с.
2. Товаровский И. Г. Доменная плавка. Монография. Днепропетровск: Пороги, 2009. 768 с.
3. Тарасов В. П. Газодинамика доменного процесса. Москва: Металлургия, 1990. 216 с.

Оптимізація і моделювання параметрів зварювання по захисним покриттям

Малигіна С. В., Бережна О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Технологія захисту металоконструкцій від їх ураження при зварюванні бризками розплавленого електродного металу, передбачає операцію попереднього нанесення на основний метал спеціальних захисних покриттів. При цьому повинна забезпечуватися задовільна якість зварених з'єднань. Експерименти по впливу різних покриттів на формування і властивості зварних з'єднань показали, що якість шва забезпечується при певних швидкостях зварювання [1, 2]. При збільшенні кількості покриття в шві і зменшенні теплової потужності дуги допустимі швидкості знижуються. Встановлено, що захисне покриття впливає на якісне формування шва з площею поперечного перерізу не менше $25\text{--}30\text{ мм}^2$, що відповідає мінімально можливому катету $7\text{--}8\text{ мм}$.

Отримані дані лягли в основу програмних засобів розрахунку режимів зварювання з використанням захисних покриттів, які передбачають спільне рішення питання проплавлення основного металу і розплавлення електроду з урахуванням якісного формування металу шва стосовно конкретного з'єднання при виготовленні зварних металоконструкцій.

В якості вихідних даних для розрахунку прийняті: катет шва, товщина стінки таврового з'єднання, товщина шару захисного покриття. Обмежуючими параметрами є: ряд діаметрів електродів, для яких слід зробити розрахунок; діапазон швидкостей зварювання, при яких з технологічних міркувань може виконуватися процес (мінімальна і максимальна швидкість зварювання); максимально допустима величина вильоту електрода; величина кроків, з якими слід вести розрахунок зварювального струму і вильоту електрода; необхідна точність розрахунку площі проплавлення; поправочний коефіцієнт, що враховує вплив конструктивних особливостей виробу на можливе спотворення зони проплавлення.

Алгоритм реалізовано у вигляді програми з використанням багатокритеріального регресійного аналізу.

Висновки. Розроблено програмно-методичний комплекс математичних моделей та алгоритмів прийняття рішень при багатокритеріальній оптимізації технологічних параметрів процесу зварювання по захисному покриттю при виготовленні зварних металоконструкцій, що забезпечує мінімізацію ймовірності виникнення дефектів на основі комбінації комп'ютерного імітування процесу зі стохастичними методами оцінювання ймовірності одержання з'єднань із заданими показниками якості і дозволяє оперативно знижувати вплив виробничо-технологічних чинників на можливість утворення зварювальних дефектів шляхом коригування процесу з урахуванням вимог щодо надійності устаткування і раціональності дій персоналу в умовах промислових підприємств. Оцінка за результатами тестування в промислових і лабораторних умовах показала високу ступінь достовірності запропоновано програмно-методичного комплексу [3].

Застосування даного програмного продукту дозволяє мінімізувати інтенсивність налипання бризок, які важко видаляються при збереженні стабільних зварювально-технологічних показників процесу.

Список літератури

1. Малыгина С. В., Бережная Е. В., Гавриш П. А., Кассов В. Д. Разработка измерительной системы для определения процесса сварки открытой дугой. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Краматорськ: ДДМА, 2012. № 4 (29). С. 175–179.

2. Кассов В. Д., Малыгина С. В., Бережная Е. В. Повышение надежности главных балок сварных крановых мостов. Сборник научных трудов ДонИЖТ. Донецк, 2012. № 29. С. 273–279.

3. Кассов В. Д., Кабацкий А. В., Бережная Е. В., Малыгина С. В. Технологические особенности изготовления и наплавки с использованием порошковой проволоки сложной конструкции. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Краматорськ: ДДМА, 2018. № 2 (44). С. 47–51.

Застосування нечіткої логіки для призначення заробітної плати

Богданова Л. М., Крігер К. О.
Донбаська державна машинобудівна академія

У сучасному світі з'являється необхідність управління не тільки чіткими поняттями, а й включати в свій спектр управлінських інструментів керування нечіткою інформацією. Останнім часом нечітке управління є однією з найактивніших і результативних областей досліджень застосування теорії нечітких множин. Великий бізнес все частіше використовує в своїй діяльності нечітку логіку. Можна назвати такі фірми як HyperLogic, InfraLogic, Apronix, IBM, Oracle.

На сьогоднішній день управлінські рішення на підприємстві не можуть ґрунтуватися тільки на дискретних даних: по-перше є такі джерела інформації, що інтерпретуються якісно, неточно; по-друге необхідно не тільки систематизувати інформацію, але забезпечити динамічне спостереження на підприємстві та підтримку прийняття рішень в умовах неповноти інформації та конкуренції [1]. Саме це робить цю тему актуальною і цікавою для вивчення.

Метою даної роботи є вивчення можливості застосування нечіткої логіки як інструменту для підтримки прийняття рішень на прикладі призначенні заробітної плати викладачам в залежності від їх професійних компетенцій. Робота виконувалась в програмі MatLab.

Нечітка логіка це узагальнення традиційної логіки, де істинність розглядається в якості лінгвістичної змінної, що приймає значення задані словами типу: «істинно», «не дуже істинно», «помилково». Ці значення представляються нечіткими множинами. Множина допустимих значень лінгвістичної змінної називається терм множиною. Далі для завдання лінгвістичної змінної також формулюються семантичні правила, які визначають функції приналежності нечітких термів [2].

Для нашого завдання визначаємо заробітну плату викладача. Спочатку робимо опис поточної ситуації щодо кожного викладача, використовуючи

наступні параметри (лінгвістичної змінні): кількість проведених занять, стаж викладача, ведення груп викладачем як куратором, наявність вищої освіти, наявність дипломів та сертифікатів підвищення кваліфікації, кількість мов, якими володіє викладач, рівень володіння мовами.

Визначаємо терм-множини для кожної лінгвістичної змінної. Наприклад, показник «Стаж викладача» може приймати значення («до 5 років»/«до 10»/«до 15»/«до 20»/«більше 20 років»). А показник «Кількість мов, якими володіє викладач» може приймати значення «1»/«2»/«3»/«більше 3».

Для вхідних змінних задаємо значення функції приналежності (рисунок 1).

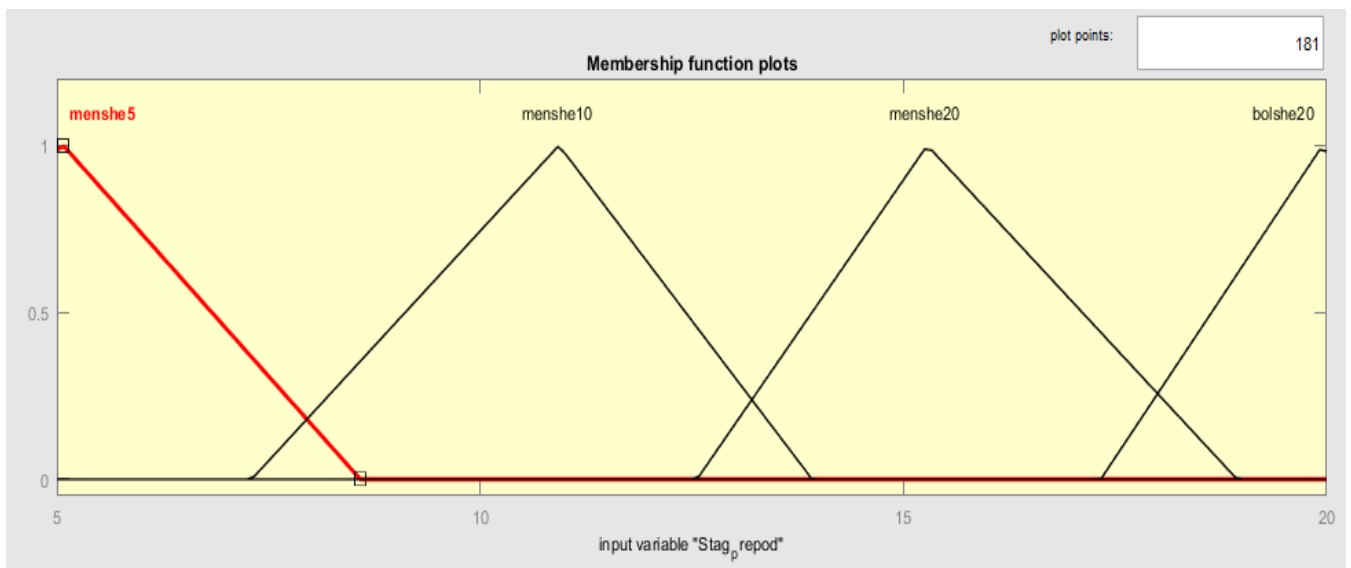


Рисунок 1 – Задання функції приналежності для змінної «Стаж викладача» (Stag_prepod)

Створюємо систему нечітких правил, наприклад: «Якщо кількість проведених занять – 20, стаж викладача – 5 років, відсутність кураторської роботи та дипломів, призначити (вказується певне число) заробітну плату за поточний місяць».

На підставі розроблених правил можемо проводити консультації і прийняття рішень для визначення заробітної плати. Програма також дозволяє аналізувати залежності вихідної змінної (заробітна плата) від вхідних змінних (рисунок 2).

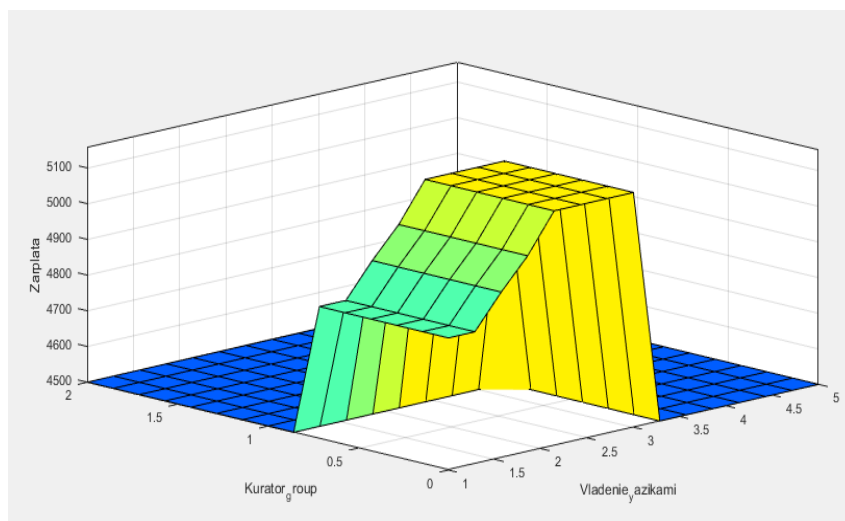


Рисунок 2 – Залежність зарплати від змінних «Кількість мов, якими володіє викладач» до «Кількість груп, які викладач веде як куратор»

Висновки. Застосування нечіткої логіки дозволяє врахувати невизначеності реального світу. Наявність математичних засобів відображення нечіткості вихідної інформації дозволяє побудувати модель, адекватну реальності. Використання нечітких методів прийняття рішень дозволяє описати складні взаємини між критеріями.

Список літератури

1. Абрютіна М. С. *Аналіз фінансово-економічної діяльності підприємства* / Абрютіна М. С., Грачов А. В. Москва: справа і сервіс; видання 3-є, перероб. і дод., 2015. 272 с.
2. Бочарніков В. П. *Fuzzy-технологія: математичні основи, практика моделювання в економіці*. Санкт-Петербург: Наука РАН, 2001. 328 с.

Application of semi-natural modelling for testing and adjusting an automatic control system (acs)

Egorov O. P., Tarasevich I. G., Kuzmenko M. Y.
National Metallurgical Academy of Ukraine

Enhanced effectiveness in automatization of various technological processes is largely attributed to the introduction of modelling tools. These tools include primarily semi-natural modelling systems in which discrete hardware-software simulators of continuous objects and real hardware co-function. The real hardware includes means

of communication with the object, data processors and software that implement control algorithms in automated and automatic operating modes.

Semi-natural modelling is a type of physical modelling of the operator's activity when it performs under close to real-life conditions. The operator uses real control and information display means. The operator's workstation is organized similarly to a real-life workstation [1]. However, the equations that describe the technical condition of ACS and operating algorithms for the operator are generated by the computer equipment. This allows effectively and broadly change technical parameters of ACS, work with various operating modes for the operator and, therefore, perform ACS testing under different conditions. As a result, the model becomes more universal and less costly in comparison with a conventional physical model.

An important principle to adhere to when testing ACS with semi-natural modelling is a perturbation combined effect principle [2]. ACS testing entails:

- 1) formation of incoming signals into real hardware;
- 2) measurement of ACS operating signals;
- 3) testing data collection, accumulation and processing as well as preparing reports with results.

In the semi-natural modelling, modelling systems combined with real hardware are used to conduct research on control systems. Apart from real hardware, the closed circuit of a model also includes simulators of impacts and hindrances and mathematical models of external environment and processes that do not have a precise mathematical description [3].

The report's thesis presents an ACS setting up method by using a furnace thermal mode on the basis of semi-natural modelling with description of major automated and software tools. The project was conducted in the laboratory at the Department of Automation of production processes in National Metallurgical Academy of Ukraine.

The semi-natural model (SNM) representing the automated control system of the furnace thermal mode encompasses a virtual object (furnace) control model in the

National Instruments LabVIEW programming system [4] and technical tools of automatization: a regulator type OBEH TPM101 [5], a power supply unit, an USB-interface SensorDAQ for data collection (Vernier Software & Technology), and conjugations along with LabVIEW package.

A first-order link with a coefficient of enhancement K_{06} and a temporal constant T_{06} is chosen as a model of the controlled object. An analogue signal of continuous voltage in a 0÷10 V range is transmitted from the TPM101 regulator to the SensorDAQ (AI 0). The presentation and the range of an output signal in the temperature sensor that is transmitted from the LabView virtual model to the SensorDAQ is determined by the set TPM101 parameters of 0÷1 V (AO 0).

The SNM representing the automated control system of the furnace thermal mode operates in a way described below. After setting up object control characteristics, regulator set parameters are calculated; the regulator operates in an analogue control mode [6]. A next step is to directly set regulator parameters for TPM101 (K_p , T_H and K_d); controlling force from the regulator is further sent to the furnace entry by SensorDAQ tool of conjugations.

The SNM representing the automated control system of the furnace thermal mode on the basis of TPM101 was used to conduct research on both two-position control and PID-based control.

The most basic law of thermal regulation is a two-position one. The full power supply is transmitted to the heater until the set temperature value is reached. Once the set temperature value is reached, power supply is stopped. Significant temperature fluctuations around the set value are possible when using the two-position thermal regulation. This disadvantage can be diminished or eliminated completely when using a PID-regulator. The PID-law entails the reduction of power that is being transmitted to the heater as the temperature of the object (furnace) gets closer to the set value. Furthermore, in a set mode when using the PID-law in ACS, the value of thermal power is calculated. This thermal power is required to compensate for thermal losses and to maintain the set temperature.

The quality of control performed by the PID-regulator is largely dependent on how compatible the regulator's parameters are with the characteristics of a controlled object. There exist a variety of methods used for setting PID-regulator's parameters. Most of them are based on the analysis of transitional characteristics and their compatibility with typified, optimal processes.

In conclusion, ACS testing based on semi-natural modelling with the use of a perturbation combined effect principle allows to conduct research not only on the system as a whole but also on elements when including them individually into the system in order to assess and optimize the operating modes.

References

1. Советов Б. Я., Яковлев С. А. *Моделирование систем [Текст] : Учеб. для вузов. Москва : Высш. шк., 2001. 343 с.*
2. Кашин В. М., Новиков В. Г. *Основы теории и практики моделирования динамических систем [Текст] : Учебное пособие. Коломна: КИ МГОУ, 2011. 215 с., ил.*
3. Яковлев Ю. С., Типашов А. А. *Принципы организации и применение полунатурного моделирования [Текст]. Математичні машини і системи. 2019. № 2. С. 80–89.*
4. Васильев В. Г. *LabVIEW для изучающих теорию автоматического управления [Текст] : Учебное пособие. Тверь: ТвГТУ, 2012. 158 с.*
5. ОВЕН: *оборудование для автоматизации [Текст] : каталог 2019 : ОВЕН – российский разработчик и производитель средств промышленной автоматизации. Москва, 2019. 484 с.*
6. Єгоров О. П., Зворикін В. Б., Щербина Г. С. *Розрахунок лінійних регуляторів в системах автоматичного управління [Текст] : Навчальний посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2010. 112 с.*

РОЗДІЛ 4.

МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ (В ТОМУ ЧИСЛІ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ, АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ТА КОМПЛЕКСАМИ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ)

Розпізнавання зображень зі складною геометрією

Ярош І. І.

Донбаська державна машинобудівна академія

Обробка інформації, представленої у вигляді зображень, на ЕОМ має безліч різновидів та масу практичних застосувань. Завданням розпізнавання зображень є застосування методів, що дозволяють або отримати деякий опис зображення,

поданого на вхід системи, або віднести це зображення до деякого певного класу. Розпізнавання зорових образів є, в деякому сенсі, зворотною задачею машинної графіки. Процедура розпізнавання застосовується до деякого зображення і забезпечує перетворення його в певний абстрактний опис [1]. Для цього ведуться пошуки нових алгоритмів обробки та розпізнавання зображень [2, 3].

Завдання розпізнавання об'єктів та образів є одним з пріоритетних напрямків розвитку алгоритмів машинного навчання, комп'ютерного зору, компонентів систем управління та обробки інформації, автоматизованих систем та систем прийняття рішень. Завдання, пов'язані з класифікацією і ідентифікацією предметів, явищ і сигналів, що характеризуються кінцевим набором деяких властивостей і ознак, виникають в таких галузях як робототехніка, промисловість, інформаційний пошук, моніторинг та аналіз візуальних даних, дослідження штучного інтелекту [4].

На даний момент у виробництві широко використовуються системи розпізнавання рукописного тексту, автомобільних номерів, відбитків пальців або людських осіб, що знаходять застосування в інтерфейсах програмних продуктів, системах безпеки та ідентифікації особистості, а також в інших прикладних цілях. Однак останнім часом актуальною проблемою залишається розпізнавання зображень зі складною геометрією [5, 6].

Метою даної роботи є автоматизація процесу розпізнавання зображень і поліпшення адекватності розпізнавання складних об'єктів шляхом якісного виділення їх контурів. Був розроблений програмно-методичний комплекс, призначений для проведення аналізу і дослідження виділення меж контурів об'єктів на знімку мікроструктури металу. Розроблено алгоритм розпізнавання зображення, який дозволяє фахівцеві самому вибрати необхідні фільтри для уточнення контурів і поліпшення виділення об'єктів. Розроблена діаграма прецедентів використання даної системи представлена на рис. 1.

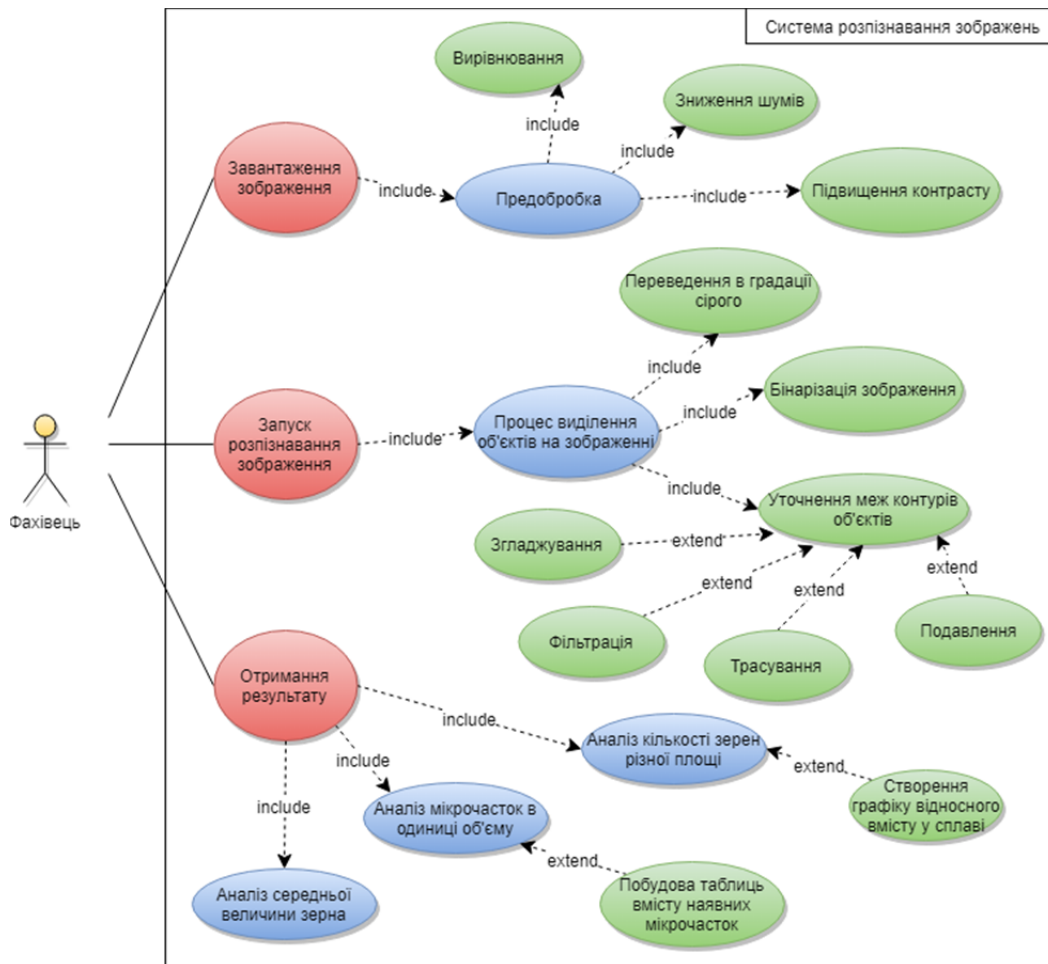


Рисунок 1 – Діаграма прецедентів для розпізнавання зображень зі складною геометрією

Список літератури

1. Васильєва Л. В., Тарасов О. Ф., Єфремов М. О. Зниження трудомісткості автоматизованої обробки зображень мікроструктур металів на основі застосування сіток. *Наук. пр. Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація*, № 1(31). Покровськ : ДонНТУ, 2018. С. 53–61. DOI: 10.31474/2075-4272-2018-1-31-53-61
2. Тарасов А. Ф., Васильєва Л. В., Єфремов М. А. Автоматизація обробки мікроструктур металів на основі контурного і текстурного аналізу зображень. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка*. 2017. № 2. С. 108–116. <https://doi.org/10.31474/1996-1588-2017-2-25-109-117>
3. Vasylieva L., Tarasov O. *Automation Methods for Processing Medical Images Based on the Application of Grids*. CMIS. 2019. pp. 630–639. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2353/paper50.pdf>
4. Forson E. *Curious Tech & Product guy. Teaching Cars To See—Advanced Lane Detection Using Computer Vision. Towards Data Science*. URL: <https://towardsdatascience.com/teaching-cars-to-see-advanced-lane-detection-using-computer-vision-87a01de0424f>
5. Форсайт Д., Понс Ж. *Компьютерное зрение – современный подход*. Москва: «Вильямс», 2004. 928 с.
6. Мазуров В. Д. *Комитеты систем неравенств и задача распознавания*. Москва: Кибернетика, 2004. № 2. С. 140–146.

Обробка зображень металографії із застосуванням вейвлет-аналізу

Васильєва Л. В., Тарасова Д. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Впровадження сучасних прогресивних технологій неможливо без використання матеріалів з необхідним комплексом властивостей, що реалізуються необхідним структурно-фазовим станом об'єкта. Правильне і адекватне розуміння зв'язків в ланцюжку «склад – структура – властивості» неможливо без попереднього моделювання та дослідження таких зв'язків, при цьому металографія є невід'ємною складовою більшості матеріалознавчих досліджень. Останнім часом якісний металографічний аналіз все ширше доповнюється кількісними характеристиками відповідних металографічних структур [1], найчастіше методи визначення таких характеристик регламентовані [2].

Контроль якості металовиробів в багатьох галузях промисловості все ще залишається трудомістким завданням, що вимагає великих витрат людської праці. При цьому багато методів контролю якості засновані на формуванні та аналізі різноманітних дефектоскопічних зображень. Це дозволяє застосовувати методи і алгоритми цифрової обробки і аналізу зображень для автоматизації багатьох операцій контролю якості [3, 4]. При виділенні об'єктів зображень ефективними є методи багатомасштабної обробки, що дозволяють аналізувати характеристики цих об'єктів на безлічі рівнів розкладання, при зміні яких властивості різних об'єктів можуть проявлятися більш чітко. Зручним математичним інструментом виділення локальних особливостей зображень і їх аналізу є вейвлет-перетворення, що володіє також всіма перевагами багатомасштабної обробки [5]. В даний час все більш широке застосування знаходить стиснення на базі вейвлет (Wavelet)-перетворення. Цей метод забезпечує більш високий ступінь стиснення даних, завдяки тому, що в ньому більш повно враховуються властивості зорової системи, що дозволяє не передавати інформацію про тих деталях в зображенні, відсутність яких менш помітно. Кодування по вейвлет алгоритму передбачає виконання власне вейвлет-перетворення для декореляції інформації в зображенні, квантування

отриманих коефіцієнтів перетворення і кодування кодами змінної довжини отриманих коефіцієнтів. Стиснення даних при записі або передачі зображень на основі вейвлет-перетворення відноситься до групи методів стиснення з втратою інформації. Вейвлет-перетворення дозволяє досягти оптимального компромісу між просторовим і частотним дозволом [6]. В основу вейвлет-перетворення покладено ідею забезпечення високого просторового дозволу при низькому частотному, і, навпаки, з високою роздільною здатністю за частотою при низькій роздільній здатності по простору.

Був розроблений програмно-методичний комплекс та проведені експерименти з використанням різної якості металографічних зображень. Показано, що завдяки порогу шумоподавлення зникли зайві погрішності, які пов'язані з кольоровою гамою зображення. А фільтр додав більш чіткості і точності лініям границь маленьких та великих об'єктів. На рис. 1 показано зміну розмірів кожного з 3-х тестових зображень після звичайного та зворотного вейвлет-перетворення.

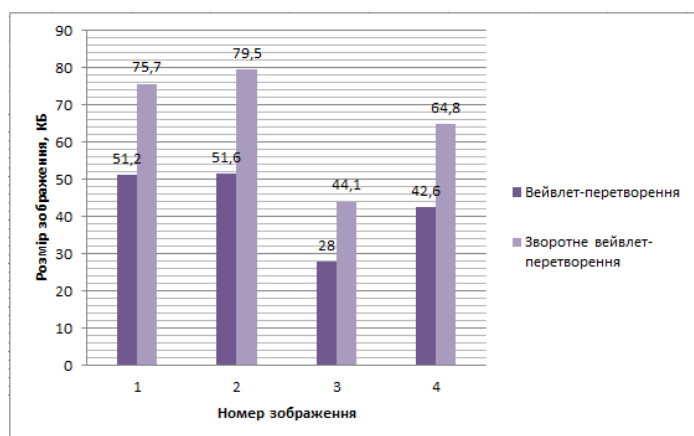


Рисунок 1 – Розміри зображень після звичайного та зворотного вейвлет-перетворення

Висновки. Дослідження ефективності застосування вейвлет-аналізу до різних металографічних зображень показало, що при прямому вейвлет-перетворенні відбувається найкраще стиснення зображення, яке переважно містить довгі витягнуті об'єкти і має розмиті області. При зворотному вейвлет-

перетворенні відбувається найкраще відновлення зображення з чіткими границями та об'єктами різної форми, які розташовуються на всьому зображенні.

Розроблений програмний комплекс виконує вейвлет-перетворення зображень різних форматів і з різними їх розмірами. Він дає можливість швидко стиснути і якісно відновити металографічний знімок.

Список літератури

1. *Vasylieva L., Tarasov O. Automation Methods for Processing Medical Images Based on the Application of Grids. CMIS. 2019. pp. 63–639. <http://ceur-ws.org/Vol-2353/paper50.pdf>*
2. *Литовченко С. В., Шпагина Л. О., Шпагина В. О., Малыхина Т. В. Автоматизация анализа металлографических структур. Вісник Харківського національного університету. 2011. №960. С. 215–223.*
3. *Васильева Л. В., Тарасов О. Ф., Єфремов М. О. Зниження трудомісткості автоматизованої обробки зображень мікроструктур металів на основі застосування сіток. Наук. пр. Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, № 1(31). Покровськ : ДонНТУ, 2018. С. 53–61. DOI: 10.31474/2075-4272-2018-1-31-53-61*
4. *Тарасов А. Ф., Васильева Л. В., Єфремов М. А. Автоматизация обработки микроструктур металлов на основе контурного и текстурного анализа изображений. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. 2017. № 2. С. 108–116. <https://doi.org/10.31474/1996-1588-2017-2-25-109-117>*
5. *Фомин А. А. Многомасштабный подход к цифровой обработке дефектоскопических изображений. Вестник Муромского институт Владимирского государственного университета. 2005. № 12. С. 456–457.*
6. *Бурнаев Е. В. Применение вейвлет-преобразования для анализа экономических временных рядов. 2006. С. 95–172.*

Розробка підсистеми адміністрування автоматизованої інформаційної системи обліку студентів для реалізації навчального процесу з використанням веб-технологій

Джанумян А. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

На сьогоднішній момент сучасне суспільство все більше веде свій розвиток до того, щоб якомога сильніше спростити повсякденне життя і власну роботу. Одним з таких способів є впровадження комп'ютерних технологій в будь-яку діяльність людини, починаючи від написання документа

і закінчуючи проведенням найскладніших математичних розрахунків. Впровадження комп'ютерів значно полегшує більшість трудомістких операцій, на які раніше йшли години, а зараз йде всього декілька хвилин.

Автоматизовані системи в даний час широко використовуються у всіх ланках діяльності людини. Сучасні джерела визначають автоматизовану систему управління як систему «людина-машина», що забезпечує ефективне функціонування об'єкта, в якій збір і переробка інформації, необхідної для реалізації функцій управління, здійснюється із застосуванням засобів автоматизації та обчислювальної техніки.

Ефективність такої системи визначається конкретним економічним ефектом, який досягається завдяки застосуванню засобів автоматизації та обчислювальної техніки [1].

У даній роботі представляється підсистема адміністрування автоматизованої інформаційної системи обліку студентів, призначеної для автоматизації робочих процесів співробітників мовної школи, а саме: планування розкладу занять, розподілу студентів по групах в залежності від обраного рівня вивчення мови, підготовки зведених і довідкових документів, тощо.

Перед розробкою даної системи були вивчені аналоги у відкритому доступі, серед яких можна виділити програму «UUSTud», призначену для обліку успішності студентів у вищих навчальних закладах. До основних можливостей даної програми відносяться: облік предметів, груп, студентів, оцінок предметів, оцінок іспитів, а також друк кожного списку [2].

Так само для розробки підсистеми були безпосередньо розглянуті моменти реалізації навчання в мовній школі, на підставі яких розроблялися методи, що дозволяють спростити і прискорити процес роботи як для викладачів та адміністратора, так і для керівника школи [3].

Опис процесу реалізації навчання, на підставі якого планувався функціонал: мовна школа, для якої розроблялася система, організаційно складається з філій. У свою чергу філія включає в себе кілька кабінетів. У кабінетах працюють як штатні викладачі, так і викладачі-сумісники.

Для правильної організації процесу навчання, студентів ділять на групи на підставі результатів вхідного тестування, при цьому кожна група може навчати студентів декільком мовам відразу, в залежності від бажання і потреб студента. Після зарахування на кожного студента заводиться запис, який зберігається протягом усього терміну навчання, а потім передається в архів.

Процес навчання здійснюється на основі навчальних планів, які розробляються викладачами шкіл і потім затверджуються керівником навчального закладу. Після закінчення кожної теми проводиться проміжний контроль у формі тесту або іспиту, за результатами якого студенту виставляється підсумкова оцінка по кожній досліджуваній темі.

Для автоматизації описаних етапів у розробленій підсистемі було впроваджено використання комп'ютерного підходу, що дозволило значно скоротити часові та трудові витрати на виконання пошуку та надання інформації про результати успішності груп, а також окремих студентів, виявлення студентів, які регулярно не відвідують заняття або ж боржників.

Висновки. Розроблена підсистема адміністрування дозволяє керівнику і співробітникам установи відступати від паперових звітів, планів і документів, що заповнюються вручну. Крім цього, вона так само сприяє підвищенню якості обліку різних даних про студентів, викладачів, групи, фінанси, тощо. Сприяє повноті внесених даних, надає інформацію в комфортному для користувачів вигляді, але найголовнішою її перевагою можна вважати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, в основі якого використовуються сучасні методи веб-технологій, що розроблялися спеціально для користувачів різного рівня володіння персональним комп'ютером для зручності та доступності системи.

Список літератури

- 1. Васильева Л. В., Клеваник Е. А. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Краматорск : ДГМА, 2011. 112 с.*
- 2. Программа для учета успеваемости студентов в высших учебных заведениях «UUSTud». URL: <https://www.softportal.com/get-9694-uustud.html>, свободный.*
- 3. Велдон Дж.- Л. Администрирование систем; Финансы и статистика. Системное программирование. Москва, 2014. 207 с.*

Розробка підсистеми аналітики та статистики автоматизованої інформаційної системи обліку студентів для реалізації навчального процесу з використанням веб-технологій

Крігер К. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Мета розробки проекту полягає в застосуванні можливостей обробки даних при реалізації підсистеми аналітики та статистики як інструменту для підтримки прийняття рішень автоматизованої інформаційної системи обліку студентів з метою планування та реалізації навчального процесу.

Розроблений проект дозволяє автоматизувати роботу підприємства в області керування персоналом, ведення статистики відвідування закладу клієнтами (студентами) та відстеження планованого прибутку для кожного місяця роботи. Матеріали проекту можуть бути використані при проектуванні плану розподілу коштів у вигляді заробітної плати співробітників підприємства, призначення обов'язкових платежів студентів, що враховують заборгованості та передоплати.

Перед розробкою інформаційної системи були вивчені ресурси у відкритому доступі, серед яких можна виділити наступні:

– програма для робочого столу «Облік студентів» – створена для автоматизації освітнього закладу, самостійного ведення обліку поточних показників і надання оброблених даних в наочних таблично-графічних звітах, які вона може оформити логотипом і реквізитами навчального закладу [1].

– конфігурація «Навчальний заклад» – призначена для автоматизації обліку в навчальних закладах, що забезпечує вирішення всіх завдань даної предметної області. Система обліку для навчальних центрів дозволить максимально заощадити час на оформленні та обробці даних, і відповідно підвищити якість обслуговування клієнтів [2].

Кожна з програм платна та має закритий програмний код, тому дані додатки були корисними приведеним описом та демонстраційними знімками з екрану реалізованого функціоналу.

Однією з неодмінних умов правильного сприйняття і тим більше практичного використання статистичної інформації, кваліфікованих висновків і обґрунтованих прогнозів є знання статистичної методології вивчення кількісної сторони соціально-економічних явищ, природи масових статистичних сукупностей, значення і пізнавальних властивостей показників статистики, умов їх застосування в економічному дослідженні.

В даний час перед статистичною наукою постають актуальні проблеми подальшого вдосконалення системи показників, прийомів і методів збору, обробки, зберігання та аналізу статистичної інформації. Це має важливе значення для розвитку та підвищення ефективності автоматизованих систем управління, створення автоматизованих банків даних, розподільних даних банків, які в свою чергу могли б сприяти створенню автоматизованої системи комерційної інформації.

Статистична робота полягає в тому, щоб зібрати числові дані про масові явища, обробити їх, представити у формі, зручній для аналізу, проаналізувати та інтерпретувати отримані результати [3].

На будь-якому рівні і в будь-якій сфері ефективність використання статистики багато в чому визначається якістю вихідних даних [4].

Призначення будь-якого підприємства полягає в ефективному досягненні цілей, визначених при його створенні. Тому актуальною є проблема оцінки ефективності мовної школи, яка, в свою чергу, породжує ряд питань: як зробити оцінку ефективності установи, від чого вона залежить і чи можна поліпшити її.

Якщо детально розібратися в ситуації, то виявляється, що ефективність безпосередньо залежить від: кількості клієнтів (учнів) підприємства; швидкості та ефективності отримання інформації, що цікавить; кількості відвідувань занять; ступеня досягнення поставлених цілей у студентів установи; ступеня відповідності специфікаціям і призначенням; ступеня задоволення особистих потреб і запитів учасників виробництва в процесі трудової діяльності.

Ефективність також залежить від того, наскільки клієнтам цікаві самі заняття, зручна програма викладання, привабливий метод викладу матеріалу, тощо [5]. Таким чином, для оцінки ефективності збираються статистичні дані, застосовуються різні методи математичної статистики для отримання і обробки результатів. Використовується якісний аналіз, який допомагає зрозуміти потреби та інтереси потенційних клієнтів, оцінити методи їх залучення та утримання, виявити причини, за якими вони не зацікавилися продуктом або послугами. Виникає проблема: як максимально точно ідентифікувати підприємства для проведення даного аналізу [6].

Висновки. Для вирішення зазначеної проблеми була створена веб-версія підсистеми аналітики та статистики автоматизованої інформаційної системи обліку студентів для реалізації навчального процесу мовної школи з передбаченим збором та аналізом статистичних даних підприємства, управління персоналом і відстеження планованого прибутку для кожного місяця роботи.

Розроблена автоматизована система обліку студентів сприяє підвищенню якості обліку, зниження трудовитрат та інших витрат, в тому числі за часом, так як здійснювані нею процедури обліку та обчислення проводяться в частки секунд – швидкість не залежить від кількості даних. Програмою гарантовані висока точність обчислень і повнота обліку, за рахунок цього прибутковість навчального закладу також зростає.

Список літератури

1. Программа автоматизации образовательного учреждения «Учет студентов» Электрон. текстовые дан. URL: http://www.usu.kz/programma_dlya_ucheta_studentov.php.
2. Конфигурация «Учебное заведение» Электрон. текстовые дан. URL: <https://www.prostoysoft.ru/College.htm>.
3. Топтунова Л. М., Васильева Л. В., Кльованик О. А. Дослідження однофакторної і багатофакторної регресії, аналіз часових рядів у системі STATISTICA 6 : навч. посібник для студ. економічних спец. Краматорськ: ДДМА, 2008. 122 с. URL: <http://dspace.dgma.donetsk.ua:8080/jspui/handle/DSEA/335>
4. Аббакумов В., Лезина Т. Бизнес-анализ информации. Статистические методы: Учебник. Москва: Экономика, 2009. 374 с.
5. Мельников П. П. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учебное пособие. Москва: Финансы и статистика, 2009. 304 с.
6. Ниворожжина Л. И., Арженовский С. В., Рудяга А. А. Статистические методы анализа данных: учебник. Москва: Риор, 2018. 320 с.

РОЗДІЛ 5.
ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ
ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ
CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЦЕСИ
ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ
МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

**Карта медичного титану для моделювання його холодної обробки тиском
при виготовленні штучних імплантів**

Грушко О. В., Віштак І. В.
Вінницький національний технічний університет

Відомо, що значна кількість імплантів, що перебувають в умовах значних навантажень, наприклад, кісткові, зубні імпланти виготовляються з біоінертних та біосумісних матеріалів [1]. Титанові сплави є більш розповсюдженими матеріалами для виготовлення таких виробів, оскільки мають малу питому вагу, високу інертність, невеликий порівняно зі сталевими сплавами модуль Юнга тощо. Виготовлення і оброблення таких виробів є високотехнологічним і наукомістким процесом. Як правило, попередня реалізація такого процесу передбачає його всебічне вивчення, основою якого на сучасному рівні є відповідні розрахунки методом скінченних елементів. Фізико-механічні властивості деформованого матеріалу є важливою складовою в таких розрахунках, оскільки від точності та якості даних суттєво залежатимуть результати моделювання. В більшості випадків використовуються лише крива течії, діаграма пластичності, градувальні графіки твердість-напруження-деформація тощо.

Для розрахунків напружено-деформованого стану та силових характеристик процесів обробки металів тиском (ОМТ) використовують криві течії, для оцінки граничних деформацій за особливостями руйнування користуються діаграмами пластичності та градувальними графіками користуються для експериментальних досліджень напружено-деформованого стану. Карта матеріалу (технологічний паспорт) складається з сукупності зазначених функцій [1, 2]. На основі відомостей про карту матеріалу також

можна прогнозувати величини фізико-механічних характеристик матеріалу після його технологічної обробки, тобто забезпечувати ці характеристики методами холодного пластичного формозмінювання.

Досліджувались карти титанових сплавів ВТ1-0 та ВТ6, які представлені в даній роботі у вигляді кривих зміцнення (рис. 1) та градувальні графіки твердість-напруження-деформація (рис. 2, а, б).

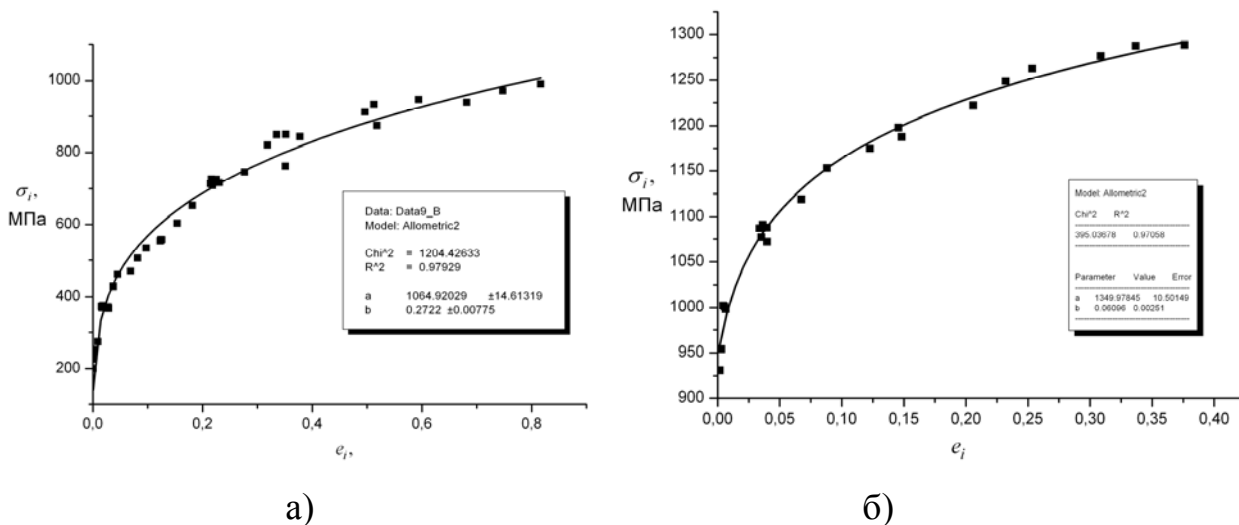


Рисунок 1 – Криві зміцнення титанових сплавів ВТ1-0 (а) та ВТ6 (б)

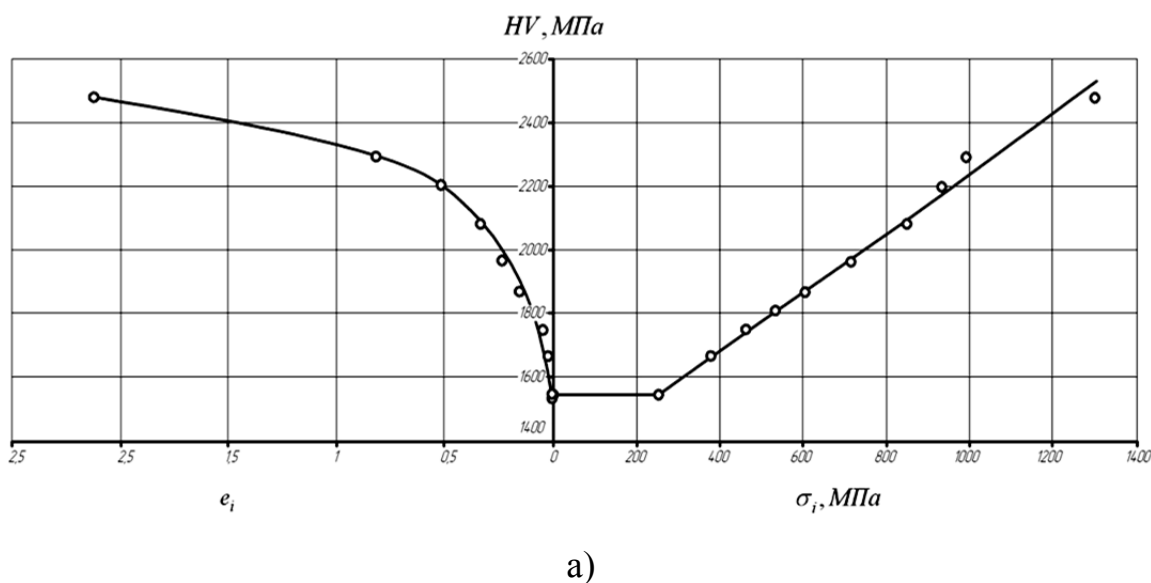
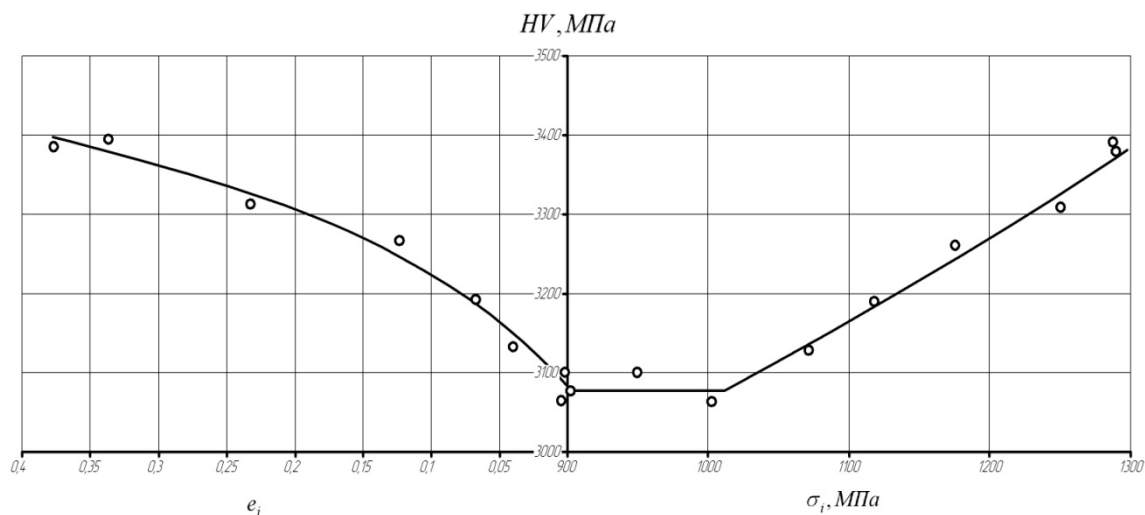


Рисунок 2, лист 1 – Градувальні графіки титанових сплавів:
ВТ1-0 (а) (термообробка – відпалювання)



б)

Рисунок 2, лист 2 – Градувальні графіки титанових сплавів:
ВТ6 (б) (термообробка – відпалювання)

Зауважимо, що криві течії досліджуваних матеріалів з великим ступенем кореляції апроксимуються степеневими функціями. Сплави мають властивість до інтенсивного зміцнювання при пластичному деформуванні. Залежність твердості зміцненого сплаву від інтенсивності напружень має вигляд, близький до лінійного.

Список літератури

1. Грушко А. В. *Карты материалов в холодной обработке давлением : монография.* Винница: ВНТУ, 2015. 345 с.
2. Дьомін В. Ю., Шейків С. Є та ін. *Титан в медичних парах тертя : монография.* Київ: ШУМ ім. В.М. Бакуля НАН України ; під ред. Дьоміна В. Ю., Шейкіна С. Є. – К. : Логос, 2019. 146 с.

Автоматизоване проектування конструктивних параметрів листоправильної машини

Грибков Е. П., Коваленко А. К., Щербінін М. О.
Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах просування продукції машинобудування України на зовнішні ринки однією з основних вимог до металургійних машин є розширення сортаменту, підвищення якості, мінімізація питомих капітальних витрат

і забезпечення економії матеріальних ресурсів при виробництві металопрокату. Гарячекатані листи є основною продукцією металургійної галузі. Основною вимогою до якості листів є планшетність, забезпечення якої в основному досягається процесами правки на багатороликових правильних машинах. Дані машини являють собою складний механізм, що включає в себе колони, траверси, вузли робочих й опорних роликів і цілий блок гідроапаратури [1].

Листопрямуюча машина (ЛПМ) призначена для обробки певного типорозміру листового прокату. Традиційно прокатний стан обслуговує декілька листопрямуючих машин. При проектуванні даного типу машин актуальною є задача визначення таких її параметрів, щоб перекрити найбільш повно весь сортамент стану, здійснювати правку металу не тільки в гарячому, але і в холодному стані. Дана задача потребує вирішення методами оптимізації.

Все це робить актуальним подальший розвиток методів автоматизованого розрахунку і проектування обладнання для правки листового металопрокату. Крім того, доцільним є постановка і вирішення завдань оптимізаційного плану з подальшим виходом на створення відповідних систем автоматизованого проектування і систем автоматичного регулювання.

Задача з проектування ЛПМ включає в себе вибір кроку, діаметру і кількості роликів ЛПМ в залежності від товщини і властивостей матеріалу прокату. Дані параметри повинні бути підтверджені або скориговані користувачем (інженером-конструктором), так як можливе виконання кількох ЛПМ для перекриття всього сортаменту, а також використання ЛПМ зі змінним кроком. Після вибору основних параметрів ЛПМ слід розрахувати налаштування машини під кожен типорозмір листів для кожного використовуваного матеріалу. Після визначення налаштувань виконується розрахунок безпосередньо процесу правки для обчислення енергосилових параметрів процесу і якості листів, що виправляються. Енергосилові параметри необхідні для розрахунків міцності основних вузлів і механізмів машини, а також проектувальних розрахунків механізмів налаштування машини. Якість листів після виправлення має відповідати стандартам (ГОСТ, ISO та ін.).

Структурно-функціональну модель для автоматизованого проектування конструктивних параметрів листопрямильної машини можна описати наступним алгоритмом:

1) Користувач вирішив визначити параметри багатороликової листопрямильної машини згідно заданого зі сторони заказчика сортаменту продукції.

2) Конструктор вводить вихідні дані для проектування листопрямильної машини в файл формату *.xls.

3) Конструктор запускає розрахунок на виконання.

4) Програмний комплекс запитує конструктора про діапазони зміни кроку і діаметру роликів.

5) Програмний комплекс на основі математичної моделі процесу правки [2, 3] розраховує кінцеву кривизну прокату і налаштування ЛПМ при різних діаметрах роликів.

6) Програмний комплекс перевіряє результати розрахунку з допустимими силами правки і стандартами на якість листа, відкидає результати, що не відповідають умовам.

7) Програмний комплекс формує звіт в MS Excel у вигляді графіків якості правки в залежності від товщини листа і діаметрів роликів.

8) Програмний комплекс формує звіт про рекомендовані параметри ЛПМ.

Типовий процес: користувач ввів дані в програму, відбувається попередній розрахунок параметрів, які користувач підтверджує або коригує, відбувається розрахунок по всьому сортаменту продукції і формується звіт.

На першому етапі проводиться введення даних: можливий діапазон кроку і діаметру робочих роликів та їх кількості, ширина листа, модуль пружності. Всі вибрані геометричні параметри перевіряються на відповідність нормативному ряду типорозмірів згідно ЄСКД, а параметри машини перевіряються на відповідність якості готової продукції згідно з технічними умовами підприємства-замовника (ТУ). На виході з даного блоку видаються параметри ЛПМ: крок, діаметр і кількість роликів, сила правки, ширина листа для

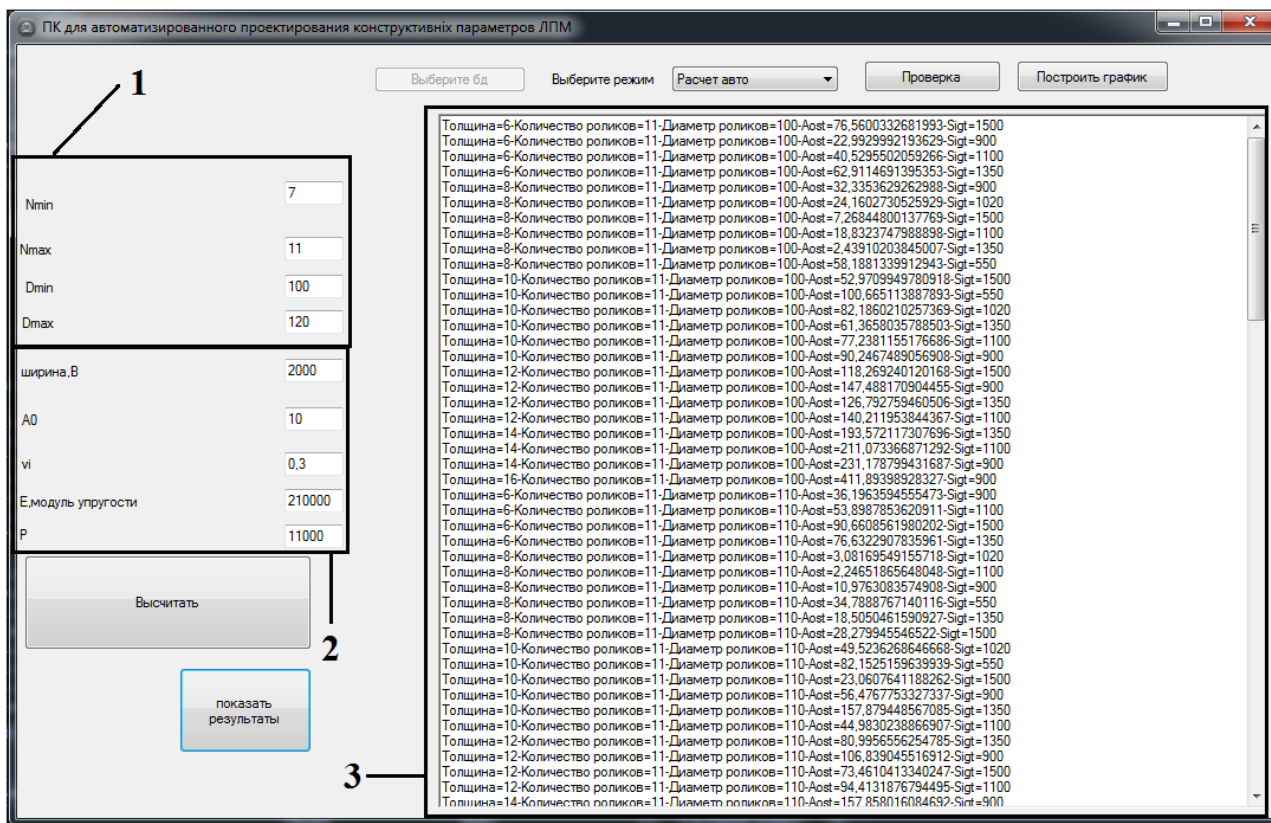
перевірки силових параметрів за допомогою Abaqus CAE і для подальших розрахунків в бібліотеку з математичною моделлю процесу правки.

На другому етапі проводиться перевірка силових параметрів процесу правки за допомогою програми Abaqus CAE. Вхідними параметрами даного етапу є параметри ЛПМ (крок, діаметр і кількість роликів). Всі ролики перевіряються на забезпечення умови міцності, в разі невиконання даної умови видається відповідна помилка з рекомендаціями вибору інших параметрів ЛПМ і повернення на попередній етап. На виході з даного етапу видаються параметри процесу правки.

На третьому етапі проводиться розрахунок налаштувань ЛПМ. Вхідними параметрами на даному етапі є параметри процесу правки, а також сортамент продукції, що випускається. Регламентуючим фактором на даному етапі є технічні умови на якість продукції, що випускається. У разі недотримання необхідної якості листів (хвилястості) видається відповідна помилка з рекомендацією зміни виконання ЛПМ (крок, діаметр, кількість роликів або збільшення пропусків листа через ЛПМ) і повернення на перший етап. Вихідними даними на даному етапі для подальшого проектування служать параметри ЛПМ, які задовольняють умовам міцності і умовам забезпечення якості продукції.

На четвертому, заключному, етапі формується звіт про конструктивні параметри ЛПМ. Вхідними параметрами на даному етапі є конструктивні параметри ЛПМ. Регламентуючими факторами є відповідність конструктивних параметрів ЛПМ стандартам, а вихідної продукції - технічним умовам замовника. Вихідним параметром четвертого етапу є формування технічної пропозиції конструктивних параметрів ЛПМ у вигляді таблиць і графіків у програмі MS Excel.

Програмний комплекс для автоматизованого проектування конструктивних параметрів ЛПМ представляє собою віконний додаток, що реалізує розрахунок та елементи інтерфейсу для взаємодії з користувачем. Інтерфейс з основними елементами зображений на рис. 1.



1 – можливі параметри ЛПМ; 2 – ширина листа (B), початкова кривизна листа (A0), коефіцієнт Пуасона(ν_i), модуль пружності(E), сумарна сила правки (P);
3 – поле виводу розрахунків

Рисунок 1 – Елементи інтерфейсу ПК для автоматизованого проектування конструктивних параметрів ЛПМ при автоматичному розрахунку

Для роботи з програмним комплексом для автоматизованого проектування конструктивних параметрів листопрямильної машини, перш за все необхідно відкрити віконний додаток, вказати базу даних, вибрати режим розрахунку: «ручний» або «автоматичний», заповнити поля необхідних вхідних даних, натиснути на кнопку «Высчитать» та отримати товщину листа, кількість та діаметр роликів, амплітуди хвилястості, межу плинності матеріалу листа. При натисканні кнопки «Построить график» користувачу відкриється вікно таблиці Excel з побудованим графіком. Типова таблиця Excel наведена на рис. 2.

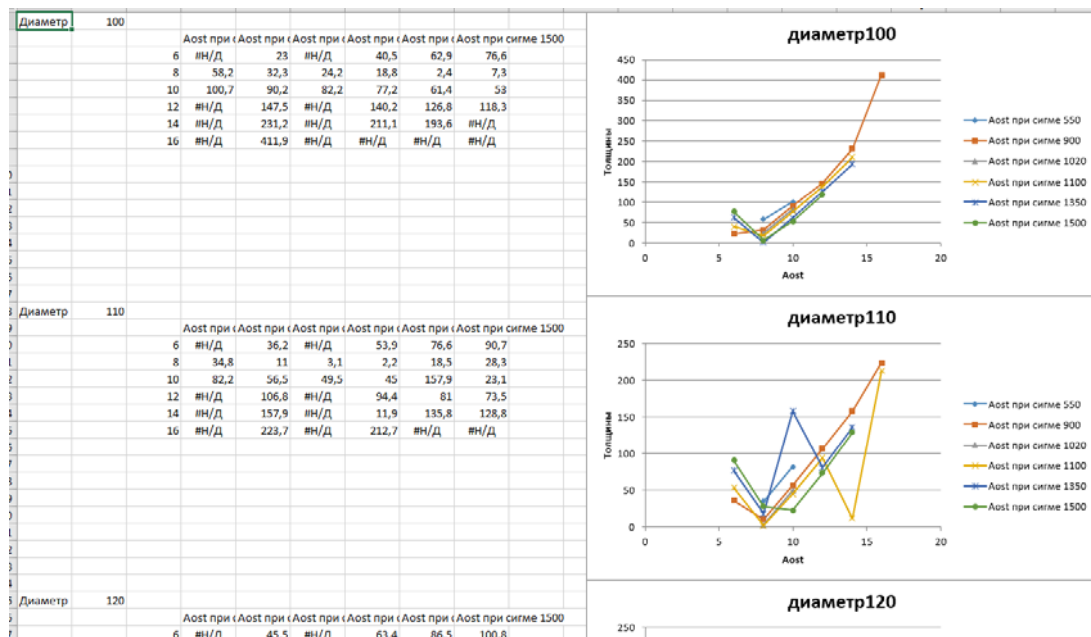


Рисунок 2 – Таблиця Ехсел з графіком розрахунків конструктивних параметрів ЛПМ

Висновки. Запропонований програмний комплекс дозволяє скоротити час на розробку технічної пропозиції з конструкції листопрямильної машини та отримати додаткову інформацію з технології правки листів.

Список літератури

1. Дунаєвський В. І. Конструкція, технологія і методи розрахунку машин для виправлення листового прокату: навч. посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 103 с.
2. Сатонин А. В., Грибков Э. П., Гаврильченко О. А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла и основных показателей качества при реализации процесса правки на многороликовых правильных машинах. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Краматорськ : ДДМА, 2010. № 1 (18). С. 268–273.
3. Barabash A. V., Gavril'chenko E. Yu., Gribkov E. P., Markov O. E. Straightening of Sheet with Correction of Waviness // Steel in Translation, 2014, Vol. 44, No. 12, pp. 916–920. DOI: 10.3103/S096709121412002X

Автоматизована обробка даних промислового експерименту

Грибков Е. П., Коваленко А. К., Полох І. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

При роботі сучасного промислового обладнання, як правило, використовуються системи керування, які цілодобово записують всі технологічні параметри процесу. Одним з видів такого обладнання

є листоправильні машини, робота яких керується математичною моделлю процесу правки [1]. На машинах такого класу конструкції ПрАТ «НКМЗ» для контролю якості та збору інформації партії виправленого прокату використовують програмний комплекс ІВА Analyzer. Збережена інформація зберігається у великому обсязі, що ускладнює її обробку в чистому вигляді, хоча вона може бути використана для аналізу адекватності вбудованої математичної моделі [2] та й аналізу прийнятих конструктивних рішень при проектуванні цієї машини. Дана проблема робить актуальною розробку програмного комплексу для обробки даних промислового експерименту на листоправильній машині, завдяки якому буде можливо своєчасно та доволі швидко отримати інформацію про партію виправленого прокату та технологічні режими правки.

В якості базового промислового експерименту і в якості прикладу реалізації розробленого програмного комплексу були використані експериментальні дослідження в умовах діючого цеху на листоправильній машині товстолистового стану 2800 Ашинського металургійного заводу [3]. Дана листоправильна машина конструкції НКМЗ має наступні переваги: дана листоправильна машина є однією з найбільш сучасних і дозволяє реалізувати індивідуальне налаштування робочих роликів; система автоматичного управління листоправильною машиною оснащена діагностичним комплексом ІВА, що дозволяє вести моніторинг великого числа параметрів роботи обладнання, таких як задання і фактичне положення траверси листоправильної машини і кожного з правильних роликів, тиску в натискних гідравлічних циліндрах, заданої і фактичної швидкості, струму і моменту на кожному з двигунів приводу правильних роликів.

Приклад осцилографічного представлення протоколу запису технологічних параметрів в автоматичній системі діагностики ІВА показаний на рис. 1. Після розшифрування і зіставлення даних з інформацією рапортів прокатки з робочої кліті прокатного стану (даних за геометричним і марочним сортаментом прокату металу) аналізувалася відповідність результатів розрахунку енергосилових параметрів і їх фактичних значень.

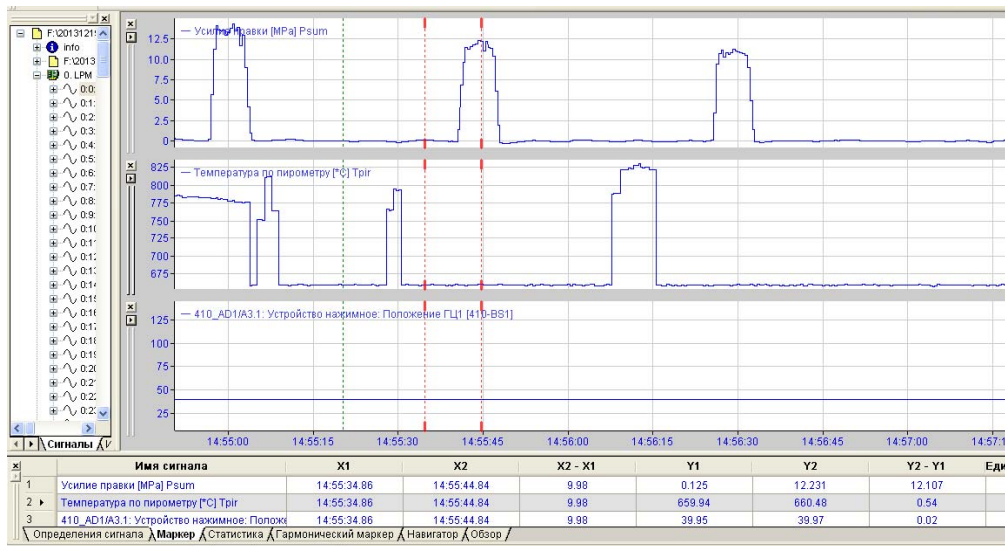


Рисунок 1 – Розподіл параметрів процесу правки на ЛПІМ ТЛС 2800 АМЗ, відображений в системі ІВА

В ході промислової адаптації розробленої математичної моделі були виправлені гарячекатані товсті листи з різних марок сталей (сталі 03сп, 20, 30, 45, 09Г2Ф, 13ХГСА) товщиною від 8 до 100 мм і шириною в діапазоні 1500...2000 мм при температурах від 650 до 850 °С. У ході досліджень сумарну силу правки визначали за різницею між середнім значенням тиску в основних і гідроциліндрах врівноваження [3].

Послідовність роботи програмного комплексу з обробки промислового експерименту наступна.

В програму IBA Analyzer потрібно завантажити сформований файл замірів с розширенням .dat (рис. 2). Після завантаження файлу потрібно зробити експорт в файл з розширенням .txt (рис. 3) обравши наступні датчики:

- 0:0: 410_AD1/A3.1: Прилад натискний: Положення ГЦ1;
- 0:4: 410_AD1/A3.5: Механізм налаштування роликів(верхній № 1);
- 0:6: 410_AD1/A3.6: Механізм налаштування роликів (верхній № 3);
- 0:8: 410_AD1/A3.7: Механізм налаштування роликів (верхній № 5);
- 0:10: 410_AD1/A3.8: Механізм налаштування роликів (верхній № 7);
- 0:12: 410_AD1/A3.9: Механізм налаштування роликів (верхній № 9);
- 0:34: d410_AUF1_T1\Ix: Сила струму;

- 0:37: d410_AUF1_T1\Mx: Момент двигуна;
- 0:100 Psum: Сила правки;
- 0:101: Температура за пірометром;
- 0:0: 410_AD1/A5.2: Датчик металу на вході ЛПМ;
- 0:2: 410_AD1/A5.2: Датчик металу на виході ЛПМ;
- 0:26: 410_AD1/A5.4: Нижня касета: Правка 9-тьма роликами;
- 0:27: 410_AD1/A5.4: Нижня касета: Правка 5-тьма роликами;

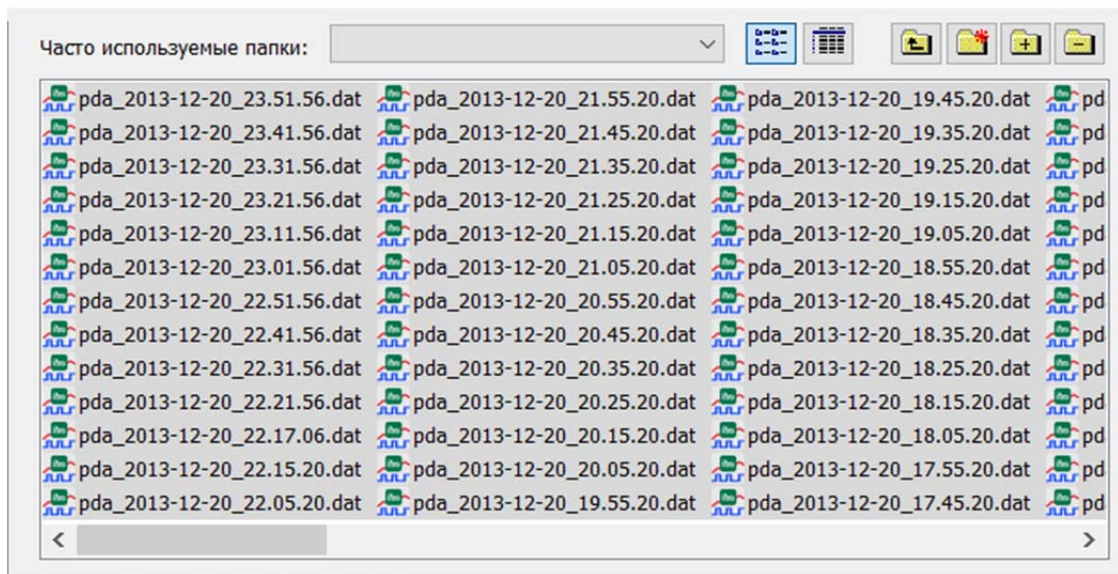


Рисунок 2 – Завантаження файлу промислового експерименту

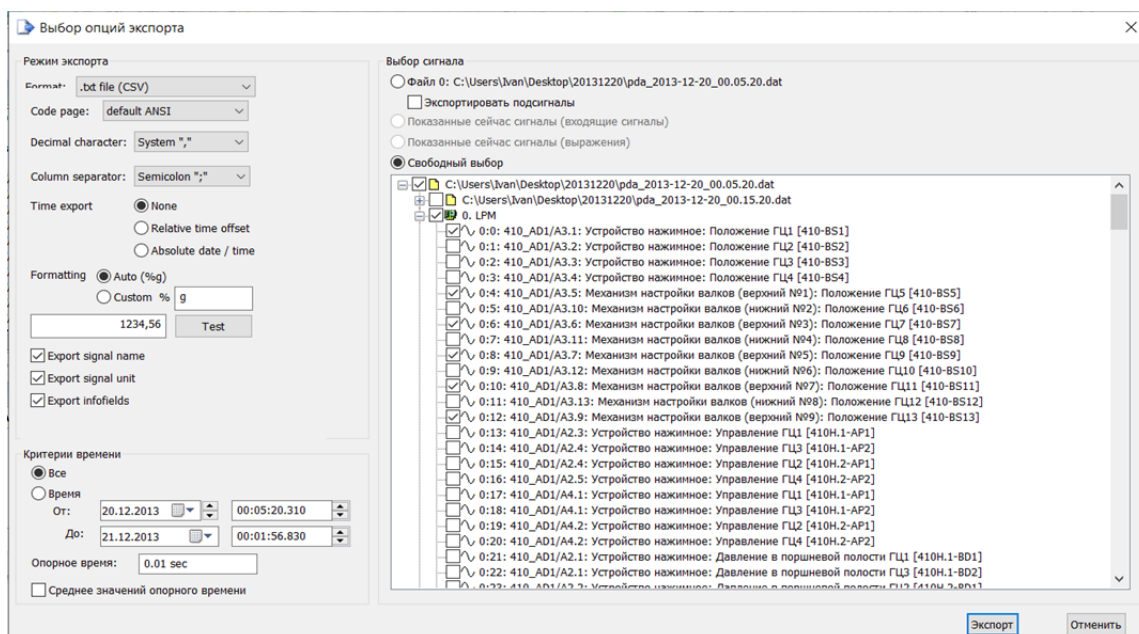


Рисунок 3 – Экспорт параметров правки

Далі сформований файл звіту обробляється безпосередньо програмним комплексом. Структурно-функціональну модель для автоматизованої обробки даних промислового експерименту можна описати наступним алгоритмом.

1. Користувач вирішив обробити результати роботи багатороликової листопральної машини (ЛПМ).

2. Користувач вводить вихідний файл роботи ЛПМ у форматі*.txt, який, у свою чергу, був отриманий шляхом обробки відповідних файлів у програмному комплексі ІВА Analyzer.

3. Користувач вводить необхідні поля для обробки вихідного файлу. За замовчуванням це: товщина металу, налаштування роликів, температура металу, сила правки, сила струму в приводі, момент правки, стан датчиків на вході і виході з ЛПМ.

4. Користувач вводить параметри ЛПМ: кількість, крок і діаметр роликів.

5. Користувач запускає розрахунок на виконання.

6. Програмний комплекс обробляє вихідний файл: зберігає товщину металу і положення роликів в момент спрацьовування обох датчиків входу і виходу листа з ЛПМ, формує масив енергосилових параметрів процесу правки: сили правки, сили струму в приводі і моменту в приводі ЛПМ поки обидва датчика активні.

7. Програмний комплекс статистично обробляє масиви енергосилових параметрів процесу правки.

8. Програмний комплекс викликає зовнішню бібліотеку по автоматизованому розрахунку налаштувань ЛПМ.

9. Програмний комплекс задає в зовнішню бібліотеку температуру прокату, товщину листа і налаштування роликів при різних групах сталей.

10. Програмний комплекс відбирає результати від зовнішньої бібліотеки з найбільш близькими налаштуваннями роликів.

11. Програмний комплекс формує результати за маркою сталі і ширині листа, статистичний звіт за партією виправленого прокату та звіт в MS Excel у вигляді таблиці з параметрами правки.

Типовий процес: користувач ввів оброблений файл з вимірами процесу правки і параметри ЛПМ в програму, відбувається обробка файлу, виклик зовнішньої бібліотеки з автоматизованого розрахунку налаштувань ЛПМ, відбір найбільш близьких налаштувань і визначення групи сталі і ширини листа, відбувається статистична обробка отриманих масивів і формується звіт.

Програмний комплекс для автоматизованої обробки даних промислового експерименту на ЛПМ представляє собою віконний додаток, що реалізує розрахунок конструктивних параметрів ЛПМ та елементи інтерфейсу для взаємодії з користувачем. Інтерфейс з основними елементами зображений на рисунку 4. Пояснення елементів інтерфейсу ПК: «загрузить» - завантаження файлу з параметрами правки; «обработка файла» – виділення дійсних параметрів правки; «обработка марок стали» – отримання марки сталі та ширини листа; «Отчет по параметрам правки» – формування звіту за параметрами правки; «Статистический отчет» – формування статистичного звіту.

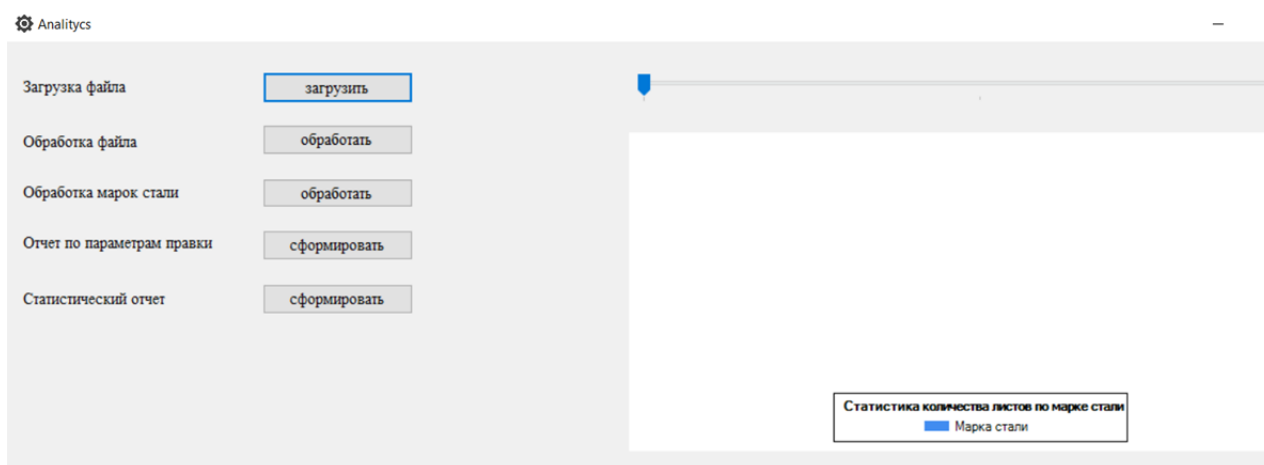


Рисунок 4 – Елементи інтерфейсу ПК для автоматизованої обробки даних промислового експерименту на ЛПМ

Приклад реалізації розробленого програмного комплексу у вигляді статистичного звіту представлено на рис. 5.

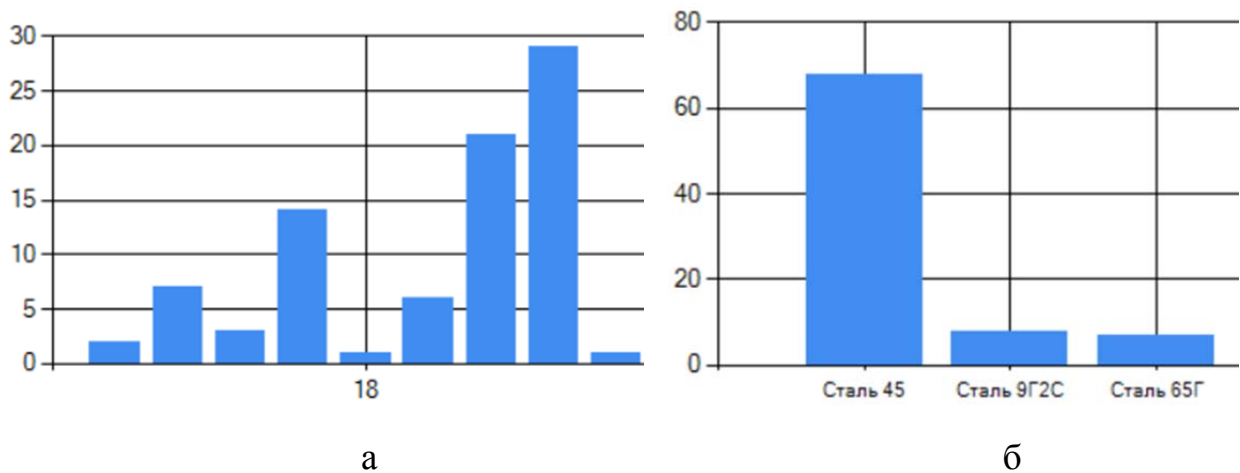


Рисунок 5 – Приклад реалізації програмного комплексу у вигляді статистичного звіту за товщинами листів (а) та марками сталі (б)

Список літератури

1. Федоринов В. А., Барабаш А. В., Гаврильченко Е. Ю., Грибков Э. П. Математическая модель технологических настроек ЛПМ ТЛС 2850 Ашинского металлургического завода для горячей и холодной правки листов. Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. Краматорск: ДГМА, 2014. № 1 (38). С. 48–53.
2. Грибков Э. П., Завгородний А. В., Гаврильченко Е. Ю., Горбенко А. С. Программное обеспечение для проектирования технологических параметров настройки многороликовых листопрямляющих машин. Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. Краматорск: ДГМА. 2015. № 2 (17Е). С. 33–38.
3. Грибков Э. П., Гаврильченко Е. Ю. Экспериментальные исследования холодной правки на многороликовых листопрямляющих машинах. X International Conference “Strategy of Quality in Industry and Education” June 6-13 2014, Varna, Bulgaria. International Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus. Special Number. Pp. 53–57.

Удосконалення методики автоматизованого розрахунку технологічних налаштувань листопрямляючої машини

Грибков Е. П., Коваленко А. К., Тітенко О. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

Прокатна металопродукція традиційно займає провідне положення в товарній структурі українського експорту і забезпечення її якості згідно європейським стандартам є важливою задачею. Зазначене робить необхідним освоєння нових прогресивних методів з автоматизованого розрахунку і проектування технологій правки гарячекатаних листів знакозмінним вигином на багатороликових листопрямляючих машинах. Листопрямляюча машина

(ЛПМ) застосовується в прокатному виробництві для вирівнювання поверхні листової сталі. Процес правки заснований на пружно–пластичному знакозмінному вигині листа приводними роликками, розташованими в 2 ряди в шаховому порядку. Точність правки залежить від кроку роликів (великий крок не забезпечує необхідної точності), розмірів і числа їх (чим більше роликів, тим вище точність) [1]

При вирішенні поставлених задач в якості цільової функції була використана чисельна математична модель процесу правки [2, 3], а також її програмна реалізація, котра дозволяє визначати енергосилові параметри та кривизну листа після правки в залежності від індивідуального налаштування роликів ЛПМ.

В рамках роботи був розроблений алгоритм математичної моделі, що дозволяє визначати необхідні для виправлення поздовжньої кривизни технологічні налаштування листопрямуючої машини й зводиться до визначення налаштувальних координат кожного з рухомих роликів в залежності від відомих параметрів металу, що правиться, геометричних параметрів ЛПМ, а також допустимого значення залишкової кривизни металу після правки.

В якості вихідних даних були використані наступні:

- діаметр роликів d ;
- крок роликів t ;
- кількість n роликів, а також їх особливість розташування;
- товщина листа h ;
- фізико–механічні властивості матеріалу листа σ_s ;
- вихідна кривизна листа;
- заданий коефіцієнт проникнення пластичної деформації;
- максимально допустима кривизна листа після правки.

Під особливостями розташування правильних роликів мається на увазі порядок їх розташування у верхній і нижній касетах (верхній або нижній ролик перший по ходу руху металу), можливість регулювання положення вхідного і вихідного роликів, паралельне, похиле або індивідуальне налаштування інших роликів і розташування регульованих роликів – у верхній або нижньої касетах.

Грунтуючись на зазначених передумовах, отриманих з досвіду експлуатації і, використовуючи вищенаведені вихідні дані, був розроблений наступний алгоритм автоматизованого проектування технологічних налаштувань ЛПМ: На першому етапі для всього циклу проектування все нижні ролики лежать в одній площині на рівні правки, а верхні ролики встановлюються на відстані від нижніх, рівному товщині листа. На другому етапі перший ролик залишається без змін, а наступні верхні ролики, починаючи з 5-го, опускаються на величину, рівну розрахунковому прогину f_3 . Третій етап полягає в моделюванні процесу правки для отриманих координат правильних роликів. Відбувається перевірка, яка полягає в наступному: коли кривизна металу на виході з машини менше або дорівнює допустимій, проектування завершується, настройка вважається прийнятною. Якщо ж кривизна листа на виході з листопрямильної машини перевищує допустиме значення, то ролики № 1 і 3 залишаються на місці, а верхні ролики, починаючи з № 5, починають піднімати на величину, рівну точності позиціонування осей роликів наявним натискним механізмом (рис. 1). Для отриманих координат знову проводиться розрахунок поки не буде виконана умова якості листа або налаштування передостаннього ролика не стане рівним налаштуванню останнього.

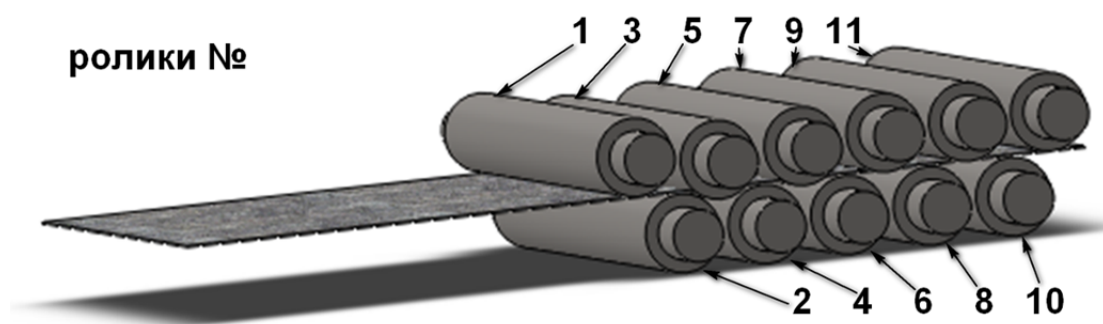


Рисунок 1 – Розрахункова схема до алгоритму автоматизованого проектування технологічної настройки багатороликової листопрямильної машини

Традиційним законом налаштувань робочих роликів листопрямильної машини є лінійний. У зв'язку з використанням індивідуальних налаштувань робочих роликів раціональним є дослідження інших законів, відмінних від

лінійного. У цій роботі були досліджені такі закони: лінійний; параболічний; експоненціальний; синусоїдальний.

При цьому закони для налаштувань роликів № 5; 7; 9 стосовно 11-роликового варіанту ЛПМ ($n = 11$; $d = 260$ мм; $t = 275$ мм) можна представити наступними формулами:

лінійний закон

$$W(i)|_{i=5;7;9} = W(3) - \frac{(i-1)}{2} t \cdot \operatorname{tg}(\alpha); \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{W(3)}{4t}; \quad (1)$$

параболічний закон

$$W(i)|_{i=5;7;9} = W(3) - a \left(\frac{i-1}{2} \right)^2; a=0.1 \dots 0.5; \quad (2)$$

експоненціальний закон

$$W(i)|_{i=5;7;9} = W(3) - \exp\left(a \frac{i-3}{2}\right); a = \frac{\ln(W(3))}{n-7}; \quad (3)$$

синусоїдальний закон

$$W(i)|_{i=5;7;9} = W(3) - a \cdot \sin\left(b \frac{i-1}{2}\right); b = \frac{\arcsin(W(3)/a)}{n-7}; a=10 \dots 20. \quad (4)$$

На рисунку 2 представлено типовий розподіл положень робочих роликів згідно з прийнятими залежностями (1)...(4).

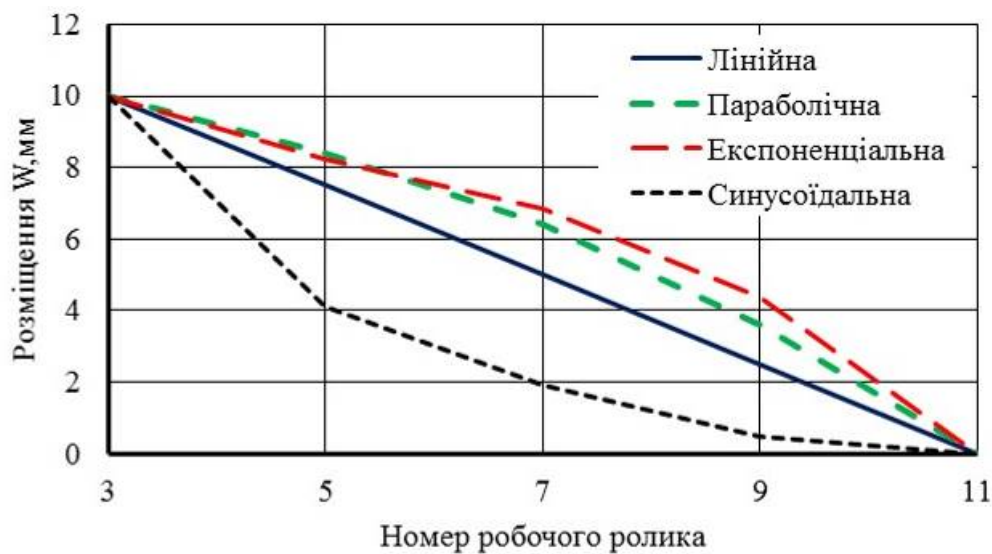


Рисунок 2 – Розподіл положень робочих роликів згідно (1)...(4)

Як приклад, на рисунку 3 представлені розподіли кінцевої хвилястості листа (мм/м) при реалізації різних законів налаштувань роликів (згідно ГОСТ хвилястість повинна бути меншою за 1 мм/м). Як видно з аналізу отриманих залежностей, найбільша площинність прокату виходить при лінійному і синусоїдальному налаштуванні.

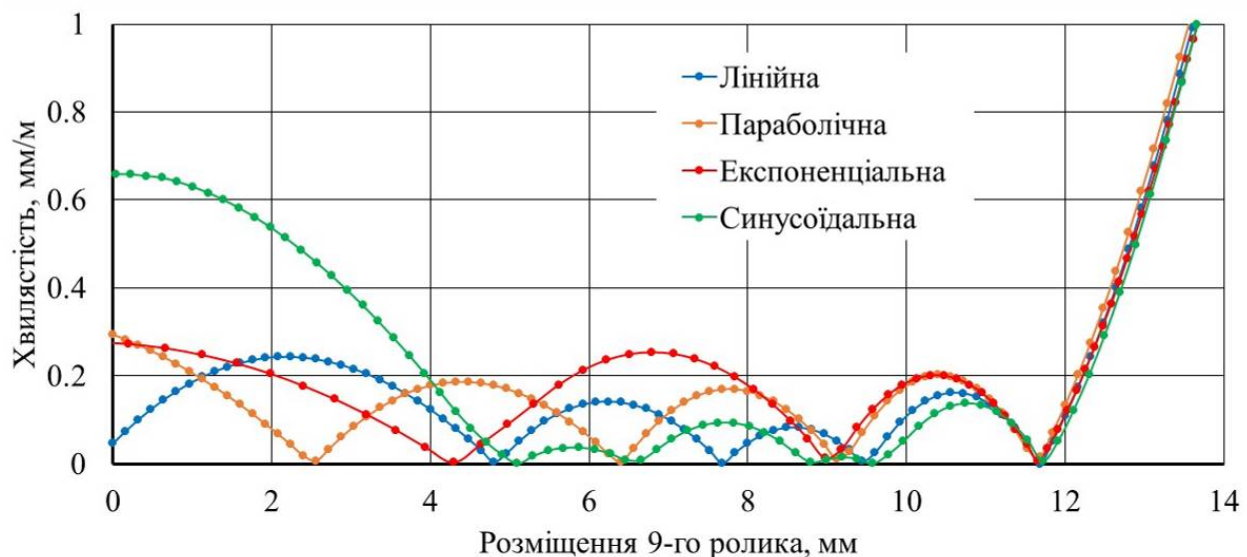


Рисунок 3 – Розподіл кінцевої хвилястості листа (мм / м) при реалізації різних налаштувань ЛПМ за залежностями (1)...(4) ($h = 2$ мм; $\sigma_s = 760$ МПа; $n = 11$; $d = 260$ мм; $t = 275$ мм)

Отже більш раціональною є стратегія визначення положення робочих роликів, заснована на лінійному і синусоїдальному законах.

Висновки. На основі UML розроблена логічна модель програмного комплексу, що включає використання зовнішньої бібліотеки з математичною моделлю процесу правки листів. Встановлено наявність декількох екстремумів при всіх можливих налаштуваннях листопральних машин, що робить необхідним вирішення задач оптимізації. В якості прикладу реалізації розробленого програмного комплексу проведено низку розрахунків для реальної конструкції та сортаменту листопральної машини. З аналізу отриманих даних встановлено, що раціональними законами розподілу розміщень робочих роликів є лінійний та синусоїдальний.

Список літератури

1. Дунаєвський В. І. Конструкція, технологія і методи розрахунку машин для виправлення листового прокату: Навч. посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 103 с.
2. Сатонин А. В., Грибков Э. П., Гаврильченко О. А. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла и основных показателей качества при реализации процесса правки на многороликовых правильных машинах. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. Краматорськ: ДДМА, 2010. № 1 (18). С. 268–273.
3. Федоринов В. А., Барабаш А. В., Гаврильченко Е. Ю., Грибков Э. П. Математическая модель технологических настроек ЛПМ ТЛС 2850 Ашинского металлургического завода для горячей и холодной правки листов. Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. Краматорск: ДГМА, 2014. № 1 (38). С. 48–53.

Розробка ядра спеціалізованої САПР на основі інтеграції з промисловими CAD/CAE-системами

Тарасов О. Ф., Алтухов О. В., Сагайда П. І.
Донбаська державна машинобудівна академія

Для проектування, моделювання, вирішення інших задач, пов'язаних з створенням нових процесів і технологічного оснащення широко використовуються інтегровані системи автоматизованого проектування (ІСАПР) на основі промислових CAD/CAE-систем [1, 2]. Використання ІСАПР дозволяє підвищити продуктивність праці інженерів, покращити якість продукції, зменшити витрати на освоєння виробництва за рахунок впровадження в процес проектування нових цифрових технологій.

Ці системи мають широкі можливості моделювання напружено-деформованого стану конструкцій при навантаженні, заготовок в процесі обробки, тощо. З точки зору технології проектування створення спеціалізованих САПР дозволяє знизити вимоги до кваліфікації проектувальника, спростити процес підготовки і проведення моделювання. В даній роботі виконана розробка проекту ядра спеціалізованої САПР для проектування процесів інтенсивного пластичного деформування (ІПД), а також технологічного інструменту для отримання заготовок з поліпшеними фізико-механічними властивостями і субмікрокристалічною структурою [3]. Після такої обробки матеріали, наприклад титанові сплави, використовують для

деталей авіаційних двигунів, медичних імплантів. Визначення залежностей між параметрами процесів і співвідношень геометричних розмірів оброблюваних заготовок необхідно для управління розподілом деформацій за об'ємом заготовки, для прогнозування розподілу вогнищ деформації і застійних зон в об'ємі заготовки, що забезпечить можливість вибору найкращих схем деформування.

Метою роботи є розвиток функціональності ІСАПР для підвищення якості проектування процесів ППД та на основі створення ядра ІСАПР для об'єднання ряду модулів, що забезпечують гнучке та адекватне моделювання поведінки матеріалів в процесах деформування.

В роботі виконана інтеграція зовнішніх модулів ІСАПР, які виконують спеціалізацію системи, з сучасними CAD/CAE-системами для моделювання НДС заготовок при деформуванні. В якості CAD/CAE-систем були обрані SolidWorks і Abaqus відповідно, тому що вони надають API інтерфейс для забезпечення необхідного ступеня інтеграції. Зовнішні модулі дозволяють використовувати моделі нових матеріалів і автоматизувати підготовку в кожному циклі геометричних (для CAD) і розрахункових моделей (для CAE) на основі параметризації процесів і оснащення.

Для моделювання обробки заготовок був розроблений типовий технологічний процес підготовки виробництва для випуску готових заготовок зі спеціальними властивостями. На базі цього процесу запропонований перелік зовнішніх модулів, які необхідні для забезпечення проектування нових процесів ППД та інтеграції з CAD/CAE-системами. Діаграма класів ядра такої ІСАПР наведена на рисунку 1.

Основним завданням ядра є виконання ряду системних операцій для забезпечення спільної роботи функціональних модулів системи. Клас «Ядро ІСАПР» включає статичну колекцію елементів (Клас «Елемент») і таким чином забезпечує доступ модулів до необхідної для всіх інформації. Ядро також відповідає за ініціалізацію модулів на початку роботи програми. У базовому класі «Елемент» включений список об'єктів цього ж класу для того, щоб можна було підготувати декілька варіантів вихідних завдань для кожного модуля, наприклад,

Список літератури

1. Benaouali A., Kache S., *An automated CAD/CAE integration system for the parametric design of aircraft wing structures/ Journal of theoretical and applied mechanics* 55, 2. 2017, pp. 447-459, DOI: 10.15632/jtam-pl.55.2.447

2. Тарасов О.Ф., Алтухов О.В., Сагайда П. І. [та інші.] *Автоматизоване проектування й виготовлення виробів із застосуванням CAD/CAM/CAE-систем: монографія.* Краматорськ: ДДМА, 2017. 239 с.

3. Valiev R. Z., Estrin Y., Horita Z., Langdon T. G., Zehetbauer M. J., Zhu Y. T. *Fundamentals of superior properties in bulk NanoSPD materials. Materials Research Letters.* 2016, Vol. 4, No. 1, pp. 1–21,.

Розробка програмного забезпечення для тривимірної візуалізації результатів моделювання напружено-деформованого стану об'єкту в САЕ -системі Abaqus

Касьянюк О. С., Тарасов О. Ф.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні САЕ-системи є універсальними і дозволяють проводити розрахунки напружено-деформованого стану (НДС) об'єктів за допомогою метода скінченних елементів за певними видами моделювання [1]. Для цих систем, при всіх їх можливостях, характерний один недолік: для конкретної предметної області вони не видають повної інформації у візуальному вигляді або мають обмежений набір інструментів для цього. Наглядне тривимірне представлення інформації про НДС і можливість зручного перегляду різних характеристик об'єкта – це проблема, яка актуальна для фахівців з дослідження НДС об'єкта при деформуванні. Рішенням цієї проблеми може бути відображення характеристик об'єкту в певних його точках не тільки на поверхні, але і у внутрішніх шарах [2].

Метою даної роботи є підвищення наглядності відображення результатів моделювання, отриманих за допомогою розрахунків в САЕ-системах на основі воксельного представлення об'єктів.

Засобом для зручного відображення об'єктів було вибрано наступні програмні інструменти: для розробки тривимірних додатків Unity 3D [3], а для розрахунків НДС об'єкта використовували САЕ-систему Abaqus [4]. Основними перевагами Unity є наявність візуального середовища розробки,

міжплатформеної підтримки і модульної системи компонентів. Велика різноманітність бібліотеки елементів в Abaqus [5] забезпечує гнучкість при моделюванні різних конструкцій. Для імпорту результатів моделювання з системи Abaqus використовували API для мови програмування Python. Отримані дані зберігали у форматі даних XML. Це забезпечило можливість відображати результати моделювання навантаження об'єкта у спеціально створеному програмному засобі для тривимірної візуалізації. Моделювання у Abaqus і візуалізація результатів проводились при видавлюванні заготовок лопаток газотурбінного двигуна (рисунок). Розроблене програмне забезпечення надає можливість обирати характеристику, яка відображається для всіх вузлів і елементів, фільтрувати їх відображення за значенням обраної характеристики, змінювати точку зору та масштаб зображення, відсікати частини об'єкта за допомогою площин.

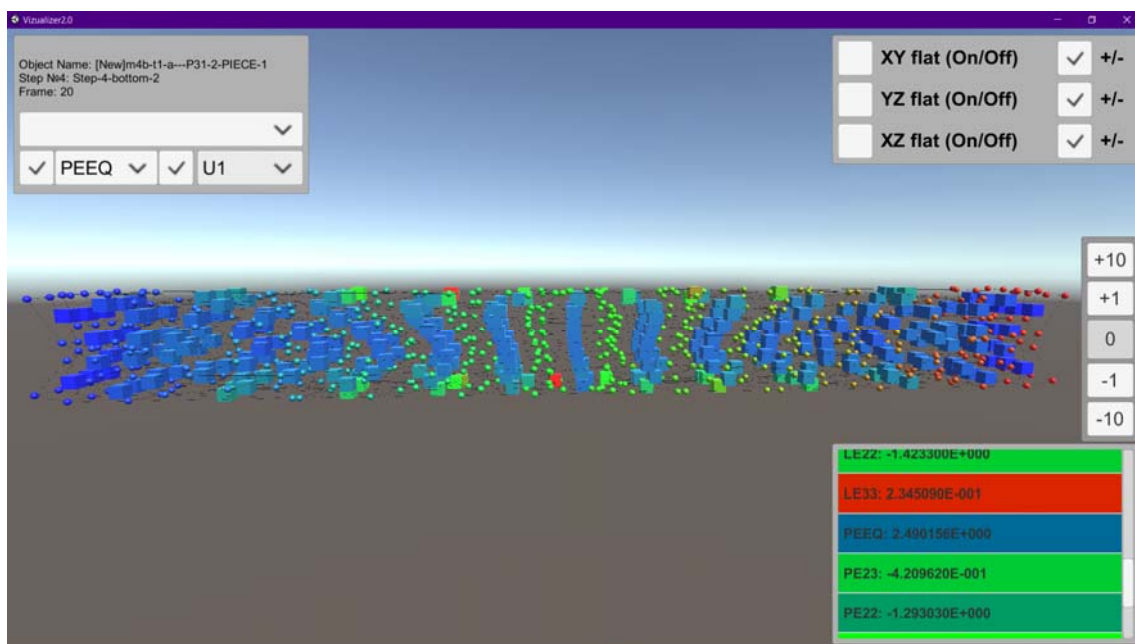


Рисунок 1 – Результат візуалізації поковки лопатки газотурбінного двигуна, отриманої пластичною деформацією (боковим видавлюванням)

Висновки. Використання створеного програмного продукту дозволяє підвищити якість тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану об'єкту при зміні його форми в процесі моделювання та підвищити можливості

керування процесом демонстрації даних для подальшого дослідження об'єкту та прийняття рішень з оптимізації процесу виготовлення реальної поковки.

Список літератури

1. Md Tarique HasanKhan, SakiRezwana A review of CAD to CAE integration with a hierarchical data format (HDF)-based solution. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. Available online 18 April 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363920302282>

2. Тарасов О. Ф., Добряк С. К., Алтухов О. В., Васильєва Л. В. Спосіб тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану об'єктів: патент 122254 Україна: МПК (2006), G06N 5/04, G01M 7/00. – № u201707822; заявл. 25.07.2017; опубл. 26.12.2017.

3. Unity 2018: Рендеринг графіки, среда выполнения нового поколения и инструменты для художников. URL: <https://unity3d.com/ru/unity>

4. ABAQUS. Инженерные программы. ТЕЗИС. URL: http://tesis.com.ru/cae_brands/abaqus/

5. Корниенко Ю. В., Сурьянинов Н. Г. Особенности библиотеки конечных элементов пакета ABAQUS. URL: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Tecnic/51771.doc.htm

Розробка компоненту інтегрованої САПР для оптимізації багатоетапних процесів інтенсивного пластичного деформування

Вдовенко Р. О., Алтухов О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Процеси інтенсивного пластичного деформування (ІПД) з'явилися достатньо недавно і мають гарні перспективи застосування у різних галузях, коли необхідно використання матеріалів з поліпшеними фізико-механічними властивостями [1]. Однак існує проблема впровадження процесів ІПД пов'язана зі складністю їх проектування враховуючі особливості процесів пов'язані з багатоетапним деформуванням зі зміною напрямку деформування, яке необхідне для вирівнювання розподілу накопиченої деформації по обсягу заготовки. Для досягнення найбільш оптимального результату виконують деформування з різною послідовністю поворотів заготовки між операціями деформування, яке називають маршрут деформування. Існуючі програмні системи не можуть враховувати цей показник, тому дослідникам доводиться самостійно виконувати пошук оптимальних маршрутів деформування. Для вирішення цієї проблеми існує необхідність розробки програмного комплексу для оптимізації маршрутів деформування у багатоетапних процесах ІПД на основі аналізу рівномірності розподілу деформації по об'єму заготовки.

Проблема може бути вирішена шляхом розробки модулів для CAE-систем, в яких виконується моделювання процесів ПД, або розробки інтегрованої САПР процесів ПД, яка буде включати компоненти проектування, моделювання, аналізу та оптимізації [2] існуючих й нових процесів ПД.

Для досягнення великих деформацій у кожному з відомих методів ПД використовуються декілька операцій деформування, але послідовність операцій (маршрути) були знайдені в ході експерименту. Основною особливістю цих методів є те, що в них використовуються різні маршрути деформування, які дають різні результати після обробки. Це є дуже важливою особливістю і це необхідно враховувати при проектуванні.

Для оптимізації багатоетапних технологічних процесів можуть бути використані такі методи: метод динамічного програмування, генетичний алгоритм. Метод динамічного програмування ефективний при невеликому числі обмежень, що вводяться в математичну модель. Пристосованість генетичного алгоритму до вирішення багатокритеріальних задач багато в чому пов'язана з можливістю отримати за один запуск безліч рішень, можливість глобального пошуку і можливість паралельного обчислення багатьох точок під час вирішення [3].

Висновки. Після проведеного аналізу предметної області та враховуючи параметри, по яким буде виконуватися оптимізація багатоетапних процесів ПД (розподіл накопиченої деформації по об'єму заготовки за рахунок змінення маршрутів деформування), обрано генетичний алгоритм. Метою оптимізації є зменшення нерівномірності деформацій по об'єму заготовки та скорочення технологічних операцій.

Список літератури

1. *Severe Plastic Deformation: Methods, Processing and Properties / Ghader Faraji, Hyoung Seop Kim, Hessam Torabzadeh Kashi // Elsevier, 2018. - 315 p.*
2. *Тарасов О. Ф., Алтухов О. В., Сагайда П. І., Васильєва Л.В., Аносов В. Л. Автоматизоване проектування і виготовлення виробів із застосуванням CAD/CAM/CAE-систем: монографія. Краматорськ: ЦТPI «Друкарський дім», 2017. 239 с.*
3. *Бровкова М. Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. 119 с.*

Використання САД-систем для проектування виробів медичного призначення

Міхєєнко Д. Ю., Семіюшко О. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Зараз комп'ютерні інформаційні технології знайшли широке застосування в різних областях діяльності людини, в тому числі, і в медицині [1, 2]. Комп'ютерні технології розкривають широкі можливості перед лікарями різних спеціальностей. Вони спрощують документообіг, ведення картотеки, записи пацієнтів, дозволяють діагностувати захворювання, розробляти тактику лікування. В діагностичних цілях широко застосовуються радіовізіографи, комп'ютерні томографи, віртуальні артикулятори, цифрова фотоапаратура. Деякі технології дозволяють моделювати процеси протезування, дозволяють імітувати окремі клінічні випадки, прогнозувати результати лікування, протезування.

Використання комп'ютерних технологій і САПР в медицині надають більш продуктивні та ефективні методи моделювання і виробництва виробів медичного призначення. В останні роки з урахуванням різкого збільшення травматизму і його наслідків неможливо домогтися задовільних результатів у лікуванні хворих зі складними краніофасіальної травмами без використання сучасних САПР і адитивних технологій. Дана технологія на високому якісному рівні дозволяє справлятися з конструкторськими, розрахунковими та технологічними завданнями [3].

Тривимірне моделювання за допомогою САД-систем використовується в ортопедичної стоматології, імплантології. Воно дозволяє створювати тривимірні моделі зубів, зубних рядів, дозволяють швидко і якісно підготувати ротову порожнину пацієнта до протезування, змодельовавши необхідний протез. Переваги використання 3D-моделювання за допомогою САД-систем порівняно з традиційними методиками наступні [4]:

- висока точність виготовлення каркасів;
- значне скорочення термінів виготовлення виробів;

- висока продуктивність праці як лікаря ортопеда, так і зубного техника;
- підвищення рівня автоматизації праці;
- оптимізація робочого часу фахівця;
- можливість використання безпосередньо в медичній установі;
- підбір оптимальних індивідуальних рішень для будь-якої клінічної картини.

Також CAD-системи використовуються для тривимірного моделювання кісток. 3D-моделі кісток володіють всіма анатомічними відповідниками зі справжньою кісткою. Попередньо проведене планування і проведення «операції до операції» дозволяє вибрати оптимальний варіант проведення оперативного лікування, полегшує інтраопераційну навігацію і значно скорочує час операції [5].

Виготовлення та встановлення індивідуальних протезів є складною і дорогою операцією, що вимагає тривалого підготовчого періоду для виробництва самого протеза. Використання CAD / CAM-технологій проектування і виробництва дозволяє значно скоротити етапи підготовки виробництва анатомічно адаптованих імплантатів. В даний час виробники найчастіше розробляють і створюють великий розмірний ряд ендопротезів, і після визначення потрібного розміру (з рентгенівського знімка) лікар підбирає пацієнтові найбільш підходящий типорозмір ендопротеза з доступних.

В якості прикладу автоматизації проектування протезу колінного суглобу можна привести бакалаврську дипломну роботу студента кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії [6].

Одне з головних достоїнств сучасних САПР в медичній сфері – можливість віртуального параметричного 3D-моделювання органів і систем людського організму, повна асоціативність, що забезпечує миттєве отримання точних тривимірних зображень створених електронних моделей зони інтересу з подальшим плануванням ходу операції і можливістю 3D-друку.

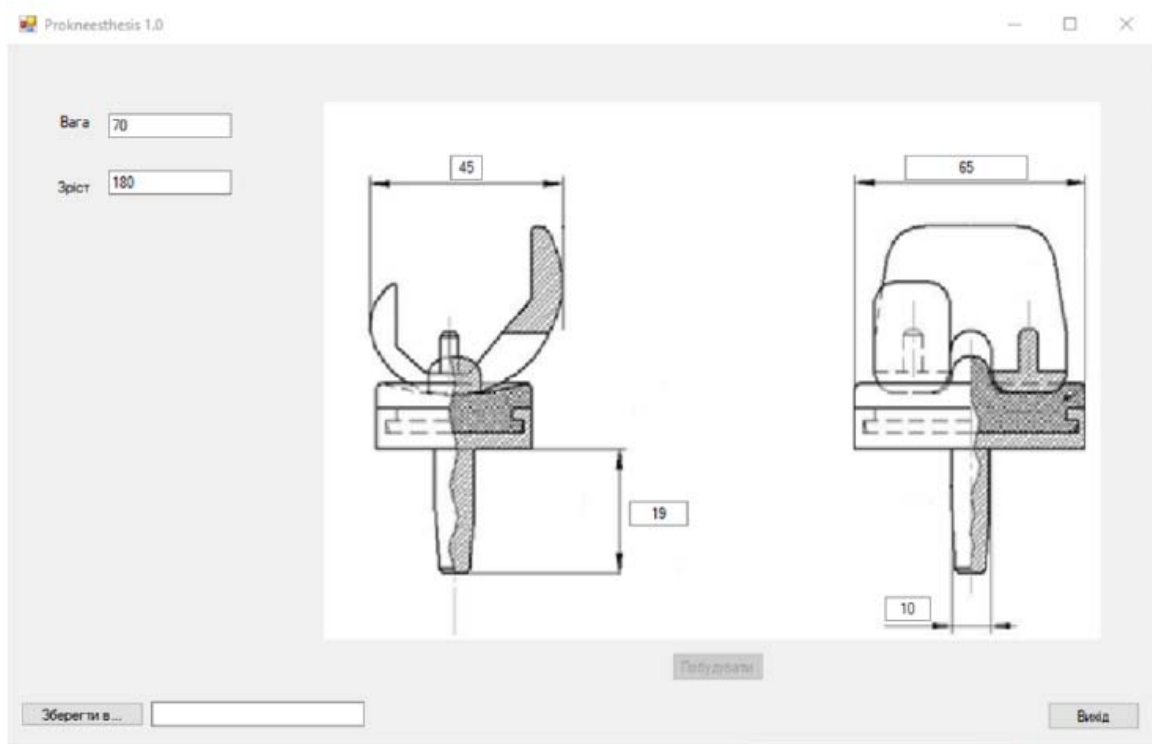


Рисунок 1 – Інтерфейс програмного комплексу для проектування протезу колінного суглобу

Список літератури

1. Ибрагимов Т. И., Большаков Г. В., Габучян А. В. Современные методы изучения окклюзионной поверхности зубов. Сборник трудов IX Всерос. науч.-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии» по единой тематике «Пути повышения качества стоматологической помощи». Москва, 2012. С. 94–96.
2. Ибрагимов Т. И., Большаков Г. В., Габучян А. В., Князь В. А. Применение свойств виртуального артикулятора в клиническом планировании и контроле одонтопрепарирования. Сборник трудов IX Всерос науч.-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии» по единой тематике «Пути повышения качества стоматологической помощи». Москва, 2012. С. 96.
3. Хаджибаев А. М., Махкамов К. Э., Азизов М. М. Интеграция компьютерного инжиниринга и аддитивных технологий в медицинскую сферу. Вестник экстренной медицины. 2019. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-kompyuternogo-inzhiniringa-i-additivnyh-tehnologiy-v-meditsinskuyu-sferu> (дата звертання: 11.06.2020).
4. Позднякова Т. Н. Возможности применения трёхмерного моделирования в имплантационной стоматологии. Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. № 9 (134). С. 125-128.
5. Косяков А. Н., Милосердов А. В., Федин Е. М., Нечай А. А. Возмещение дефектов костной ткани при ревизионном эндопротезировании коленного сустава с использованием пространственного моделирования и прототипирования. II Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов. Москва, 21–22 сентября 2018 года. С. 76–78.
6. Міхєєнко Д. Ю., Семіошкo О. О. Проект програмного комплексу для проектування протезу колінного суглобу. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2020. С. 143–144

Розробка розподіленої САПР процесів інтенсивного пластичного деформування з використанням web-інтерфейсу

Алтухов О. В., Тарасов О. Ф., Касьянюк О. С.
Донбаська державна машинобудівна академія

Прикладні САПР можуть вирішувати різні спеціалізовані задачі по проектуванню, моделюванню виробів та включаючи при цьому промислові CAD/CAM/CAE/PDM-системи. Такі складні програмні комплекси розробляються підприємствами та корпораціями для забезпечення технологічного циклу виготовлення деталей та вузлів. Вони можуть включати підтримку баз знань, систем прийняття рішень, експертних систем, бібліотеки матеріалів, прототипів, шаблонів та інше [1]. Для отримання більшої продуктивності компоненти програмних комплексів розгортають на різних серверах зв'язуючи їх роботу за допомогою програмного забезпечення проміжного рівня. Таким чином будують розподілені системи або кластери у вигляді класичних клієнт-серверних додатків. Бурхливий розвиток онлайн додатків та хмарних сервісів створив новий напрямок розробки програмних комплексів з використанням web-інтерфейсу, але перед розробниками стає проблема розширення можливостей web-середовища для отримання графічного інтерфейсу. Створення програмних комплексів, які не потребують відображення складних графічних об'єктів дозволяє без суттєвих труднощів реалізувати інтерфейс за допомогою web-середовища. Технологію реалізації графічного інтерфейсу у web-браузерах почато у 2011 році групою Khronos Group після публікації першої версії специфікації WebGL [2, 3]. Наступна версія WebGL 2.0 використовує елементи canvas, які реалізовано у стандарті HTML 5, що забезпечує підтримку багатьма web-браузерами. WebGL API використовується для створення онлайн ігор та промислової графіки.

Промислове використання WebGL API представлено у проекті Web3D Viewer компанії OPEN CASCADE [4], де продемонстровано можливості бібліотеки для відображенню складної графічної моделі та підтримку стандартних дій: виділення, обертання та приближення/віддалення об'єктів.

У проєкті Web3D Viewer реалізована звичайна поведінка тривимірної моделі, яку ми бачимо при роботі з CAD-системою.

Висновки. Побудова розподіленої САПР процесів інтенсивного пластичного деформування (ПД) з підтримкою промислових CAD/CAM/CAE/PDM-систем та використанням web-інтерфейсу на основі WebGL API дозволить реалізувати загальний доступ до засобів проєктування й дослідження процесів ПД з можливістю зосередити коштовне ліцензійне програмне забезпечення на декількох потужних серверах. Таким чином зникає необхідність розгортання всіх компонент програмного забезпечення САПР процесів ПД для кожного дослідника, або групи дослідників, що значно зменшує загальну вартість досліджень.

Список літератури

- 1. Тарасов О. Ф., Алтухов О. В., Сагайда П. І., Васильєва Л. В., Аносов В. Л. Автоматизоване проєктування і виготовлення виробів із застосуванням CAD/CAM/CAE-систем: монографія. Краматорськ: ЦТПІ «Друкарський дім», 2017. 239 с.*
- 2. Real-Time 3D Graphics with WebGL 2 / Farhad Ghayour, Diego Cantor. Packt Publishing, 2018. 500 p.*
- 3. Коичи М., Роджерс Л. WebGL. Программирование трехмерной графики. Москва: ДМК Пресс, 2015. 494 с.*
- 4. OPEN CASCADE Web3D Viewer. URL: <https://www.opencascade.com/content/web3d-viewer>*

РОЗДІЛ 6.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ, В ТОМУ ЧИСЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

**Система підтримки прийняття рішень для розрахунку показників
спортсмена-метальника ядра з використанням рівнянь механіки
та апарату штучних нейронних мереж**

Мельников О. Ю., Кадацький М. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасний рівень розвитку легкої атлетики, зокрема штовхання ядра, ставить задачу по розробці нових, більш раціональних засобів і методів спортивної підготовки, які сприяють швидкому і надійному досягненню

високих спортивних результатів. Але силу безмежно збільшувати не можна, і подальше зростання результатів можливе не стільки за рахунок вдосконалення техніки метань, для чого доцільно використовувати інформаційні технології.

Була поставлена задача розробки системи підтримки прийняття рішень для знаходження кращих показників спортсмена-метальника ядра із використаннями математичної моделі метання та апарату штучних нейронних мереж.

На ядро, що летить у повітрі з деякою початковою швидкістю, діють тільки дві сили: сила тяжіння Землі і сила опору повітря. Траєкторія ядра визначиться рівнянням [1-2]:

$$L = \frac{2lF_r}{P} \cos \omega_0 \left(\sin \omega_0 + \sqrt{\sin^2 \omega_0 + \frac{Ph_0}{l_{af} F_r}} \right) \quad (1)$$

де h_0 – висота, на якій снаряд залишає руку спортсмена.

v_0 – початкова швидкість снаряда в м/с, яка повідомляється снаряду спортсменом в момент випуску його з руки.

ω_0 – початковий кут вильоту снаряда в градусах.

g – прискорення сили тяжіння.

З формули (1) зрозуміло, що чим менше сила впливу на ядро, тим більшим повинен бути кут спрямування цієї сили. При деякому значенні куту настає оптимальне поєднання всіх величин, що призводить до максимальної дальності польоту снаряда.

Але опис спортивної техніки винятково рівняннями механіки може не враховувати ряд факторів, які, будучи малозначущими для абсолютних значень результатів, можуть мати серйозний вплив на відносні показники.

У фізичній культурі та спорті нейронні мережі використовуються для аналізу і прогнозування показників фізичної підготовленості спортсменів,

а також результатів спортивних змагань [3]. Для наявних даних з [4] було сформульовано задачу прогнозування: за наявними даними про вік, ріст, масу тіла атлета, а також характеристиках польоту ядра визначити дальність цього польоту. Цю задачу було вирішено методом штучних нейронних мереж в [5], однак там не було враховано низку важливих 14 факторів, які наведено в [6]. Архітектуру нейронної повнозв'язної мережі $14 \times 5 \times 1$ представлено на рис. 1.

Систему була реалізовано за допомогою мови програмування Object Pascal, компілятор Lazarus Free IDE. Ядро нейромережі було створено мовою Python із використанням бібліотеки NeuralLab (створення класів мереж) та Numpy (покращена робота з матрицями). Результати представлено на рис. 2-3.

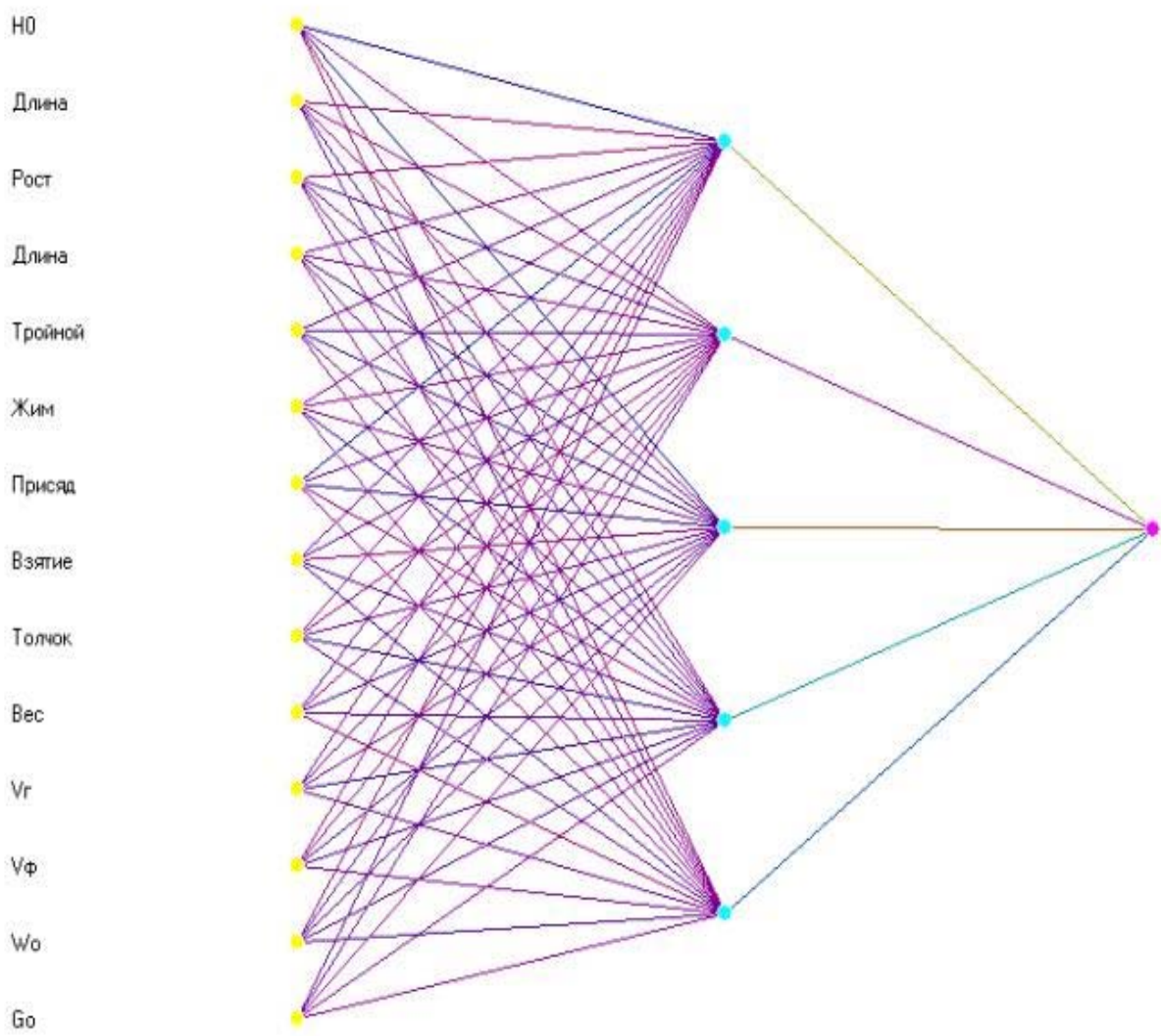


Рисунок 1 – Схема нейронної повнозв'язної мережі $14 \times 5 \times 1$

Результаты поиска:		GO	Y	Vф	Vr	V0	Результат
Максимальный результат	22,0010347751771	22,7809049	25	10	1	10,9144929	12,21869
Угол толчка	45	22,3811344	25	10	1,2	11,0991615	12,46153
Угол выталкивания	36,939111104502	21,9944672	25	10	1,4	11,2843327	12,70437
Горизонтальная скорость	2,8	21,6203029	25	10	1,6	11,4700413	12,94721
Финальная скорость	12	21,2500752	25	10	1,8	11,6562035	13,19006
Скорость вылета ядра	14,1194042259486	20,9072495	25	10	2	11,8428168	13,43290
		20,5673208	25	10	2,2	12,0298604	13,67574
		20,2378120	25	10	2,4	12,2173145	13,91858
		19,9182722	25	10	2,6	12,4051604	14,16142
		19,6082746	25	10	2,8	12,5933806	14,40427
		22,8010470	25	10,1	1	11,0144186	12,39661
		22,4045110	25	10,1	1,2	11,1990580	12,64079
		22,0208560	25	10,1	1,4	11,3842164	12,88497
		21,6494972	25	10,1	1,6	11,5698689	13,12915
		21,2898825	25	10,1	1,8	11,7559921	13,37333
		20,9414906	25	10,1	2	11,9425639	13,61751
		20,6038287	25	10,1	2,2	12,1295639	13,86169
		20,2764311	25	10,1	2,4	12,3169720	14,10587
		19,9588572	25	10,1	2,6	12,5047704	14,35005
		19,6506901	25	10,1	2,8	12,6929416	14,59423
		22,8208270	25	10,2	1	11,1143456	12,57592

Рисунок 2 – Результаты моделирования штовхання ядра зі скачка

Исследование техники с помощью нейронных сетей

Данные спортсмена:

Рост:

Размах рук:

Вес:

Показатели:

Жим:

Присяд:

Взятие:

Толчок:

Прижок в длину:

Тройной прижок:

Данные замеров:

Средняя высота выпуска:

Угол выпуска:

Горизонтальная скорость:

Угол толчка:

Скорость выпуска:

Результат коррекции: **Процент коррекции: 80.5% ; Хорошая коррекция!**

Вывод

Рисунок 3 – Результаты моделирования за допомогою нейронних мереж

Список літератури

1. Тугевич В. Н. Теория спортивных метаний. Москва, 1956. 310 с.
2. Тугевич В. Н. Толкание ядра. Москва: ФиС, Москва, 1955. 260 с.
3. Дементьева М. П. Биомеханика толкания ядра. Москва: ЦООНТИ – Физкультура и спорт, 1987. 30 с.
4. Byun K. A., Fujii H., Murakami M., Endo T. biomechanical analysis of the men's shot put at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*. 2008. № 23 (2). P. 53–62.
5. Frossword L. Shot trajectory parameters in gold medal stationery shot putters during world-class competition. *Adaptation Physical Activity Research Quarterly*. 2007. № 24 (4). P. 317–319.
6. Кадацький М. А., Мельников О. Ю. Розрахунок показників спортсмена-метальника ядра за допомогою штучної нейронної мережі з 14 входними факторами. Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (4–5 червня 2020 р., м. Херсон) / за заг. ред. Г. О. Райко. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. С. 280–283.

Інтелектуальна обробка даних при проектуванні металорізального інструменту

Аносів В. Л., Богданова Л. М.

Донбаська державна машинобудівна академія

Досягти потрібної економічної ефективності виробництва можна лише за рахунок впровадження всебічної автоматизації проектування, у тому числі і засобів виробництва до яких відноситься металорізальний інструмент. Процес проектування технічного об'єкту складається з багатьох етапів [1], серед яких одним з початкових є функціональний маркетинг. Тут проводиться визначення зон найбільш ефективного використання конкретної конструкції інструменту, тобто виділення технологічних ніш (ТН), що вимагає широкого аналізу багатовимірних виробничих даних про експлуатацію інструменту.

Аналіз багатовимірних даних проводиться різними методами, одним з таких засобів є використання кластеризації на основі карт ознак, що самоорганізуються (self organizing map - SOM) [2]. Вони являють собою не тільки ефективний алгоритм кластеризації, а й дозволяють представляти її результати у вигляді двовимірних карт, де відстані між об'єктами відповідають відстані між векторами в багатовимірному просторі, а самі значення ознак відображаються різними відтінками.

Розгляд комплексу технологічних завдань підприємств-споживачів, визначає потребу у кількості металорізального інструменту конкретних типорозмірів. На кожному рівні конструювання інструменту значимими для аналізу є різні групи чинників. Вказаний комплекс завдань це n-мірний технологічний простір, що характеризується набором функціональних показників.

Метою дослідження є автоматизація пошуку ТН для металорізального інструменту з використанням методів кластеризації даних. Досліджується вплив розмірів поверхні яка оброблюється, фізико-механічних властивостей матеріалу деталі і ріжучої частини інструменту, а також режимів різання на вибір конструкції методом кластеризації даних.

Інструментальний засіб аналізу даних умов експлуатації фрез – аналітична платформа Deductor Studio 5.0 версії Academic. Вона має можливості побудови самоорганізаційних карт Кохонена за алгоритмом: завдання початкових векторів, навчання нейронної мережі, обчислення помилки віднесення до класу, візуалізація результатів кластеризації [3].

При цьому кожен нейрон являє собою n -мірний вектор-стовпець $w=[w_1, w_2, \dots, w_n]^T$, де n визначається розмірністю вхідних векторів. При подачі на вхід мережі вектору перемагає той нейрон, вектор якого менше відрізняється від вхідного. Для нейрона-переможця виконується наступне співвідношення: $d(x, w_j) = \min d(x, w_i), 1 < i \leq n$, де n – кількість нейронів, j - номер нейрону переможця, $d(x, w)$ – відстань між векторами x та w . Після пред'явлення достатнього числа вхідних векторів синаптичні ваги мережі Кохонена стають здатні визначити кластери. В нашому випадку на виході формуються кластери, тобто технологічні ніші, що дозволяють визначитися з типом конструкції металорізального інструменту – фрези і її типорозміром на основі розмірів ріжучої пластини.

Засобами Excel створювалась таблиця з результатами збору статистичних даних експлуатації фрез. Цей файл даних використовувався для імпорту в аналітичну програму Deductor Studio. Параметри карти Кохонена, що самоорганізується: підібрані з урахуванням високої якості візуалізації та інтерпретації результатів. Розмірність карти – 20×20 шестикутних осередків, вузли якої представлені штучними нейронами. Якість навчання нейромережевої моделі – 100 % розпізнаних прикладів на навчальній множині.

Для ініціалізації карти (завдання початкових значень вузлів мережі) використовувалися значення з власних векторів, рівномірно розподілені в діапазоні значень вхідних даних. Навчання проводилося кілька разів з різними значеннями параметрів навчання – варіювалися радіуси сусідства для обох етапів навчання і для кожного набору значень параметрів навчання використовувалося кілька варіантів випадкової початкової ініціалізації. Для навченої карти проводилася візуалізація, тобто процедура постановки

у відповідність всіх векторів, що подаються на вхід відповідним їм вузлам нейронної мережі.

Нейрони з однаковими значеннями виходів утворюють кластери. Спеціальні карти характеризують кластери, отримані в результаті навчання мережі Кохонена. Між усіма картами існує взаємозв'язок – кожен параметр з навчальної вибірки має одне і теж розташування на всіх картах.

В результаті роботи алгоритму отримано: карта входів нейронів - характер поверхні, глибина різання, швидкість різання, марка матеріалу пластини; спеціальні карти: матриця відстаней, матриця помилок квантування і кластери. При моделюванні дані були розділено на 26 кластерів, які після аналізу за подібністю характеристик об'єднано в 5 груп і надано рекомендації з вибору конструкцій на основі результатів розподілу. Рекомендації стосуються використання конструкцій при різних умовах функціонування: чистовій обробці матеріалу з малою і середньою глибинами різання, чорновій обробці з середніми і великими глибинами, а також обробці по забрудненій корці.

Таким чином, ґрунтуючись на властивості карт Кохонена проектування багатовимірному простору в простір з нижчою розмірністю, вирішуємо дві задачі: визначення технологічних ніш для ефективного використання відповідних типів конструкції фрези і обґрунтування типорозмірів її пластини.

Отриману навчену карту Кохонена можна використовувати для пошуку ТН в масивах даних експлуатації для інших деталей. Змістовний аналіз отриманих кластерів дозволяє виявити закономірності і аномалії. Відносячи новий об'єкт до одного з кластерів, можна прогнозувати поведінку або властивості об'єкту.

Список літератури

- 1. Тарасов О. Ф., Алтухов О. В., Сагайда П. І., Васильєва Л. В., Аносов В. Л. Автоматизоване проектування і виготовлення виробів із застосуванням CAD/CAM/CAE-систем : монографія. Краматорськ : ЦТPI «Друкарський дім», 2017. 239 с.*
- 2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. :Пер. с англ. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2016. 1104 с.*
- 3. BaseGroup Labs. Tekhnologii analiza dannykh [BaseGroup Labs. Data analysis technologies]. URL: <http://basegroup.ru/>*

Обробка зображень перед розпізнаванням за допомогою нейронної мережі

Міхєєнко Д. Ю., Лісовський Р. А.
Донбаська державна машинобудівна академія

На даний момент в світі бурхливо розвивається нова прикладна область математики, що спеціалізується на штучних нейронних мережах (ШНМ). Актуальність досліджень в цьому напрямку обумовлена можливостями застосування нейронних мереж в самих різних областях. Коло завдань, для вирішення яких застосовуються ШНМ, постійно розширюється. Одним з перших завдань, що вирішуються за допомогою нейронних мереж, було розпізнавання образів на графічних зображеннях. З тих пір було запропоновано досить багато абсолютно нових рішень, були вдосконалені багато відомих рішення і алгоритми. [1, 2].

В цілому проблема розпізнавання образів на графічних зображеннях складається з опису, навчання і порівняння. Під проблемою опису мається на увазі виділення властивостей (ознак) образу. Навчання полягає в наділенні ознак відповідними значеннями, а порівняння - у визначенні близькості образів того чи іншого безлічі ознак.

Під ознаками образу графічних зображень розуміють колір, текстури, форму. Всі ці властивості зображення зрозумілі для уявлення людей, але не зрозумілі для комп'ютерної техніки. Тому їх потрібно представляти у цифровій формі.

Для розпізнавання образів зображень фруктів та овочів в більшості випадків достатньо використовувати властивості кольору. Колір більшості фруктів та овочів неоднорідний, тому його не можна представляти формалізувати одним числом (наприклад, середнім значенням). Тому для формалізації кольору зображення використовують гістограми. Гістограма кольору – графічна залежність, по осі абсцис інтенсивність кольору (від 0 до 255), по осі ординат - частота повторюваності кольору.

Перед зіставленням гістограм необхідно провести їх нормалізацію. Частота повторюваності кожного кольору повинна бути визначена в процентному відношенні до всієї кількості точок фрукту.

Можливість розпізнавання фруктів по гістограмі кольору можна оцінити за ступенем їх розбіжності для:

- подібних за кольором фруктів;
- різних за кольором фруктів;
- одного і того ж виду фруктів при різних зовнішніх факторах (освітленості, розташування тощо).

У більшості випадків гістограми кольору дозволяють ідентифікувати фрукти. Зсув гістограм кольору при різному освітленні свідчить про необхідність його по можливості враховувати.

В цифровому зображенні, отриманому за допомогою фотокамер та інших подібних пристроїв, кольори представлено за допомогою кольорового простору (моделі) RGB (рисунок 1а) (скорочено від англ. Red, Green, Blue — червоний, зелений, синій) — адитивна колірна модель, що описує спосіб синтезу кольору, за якою червоне, зелене та синє світло накладаються разом, змішуючись у різноманітні кольори.

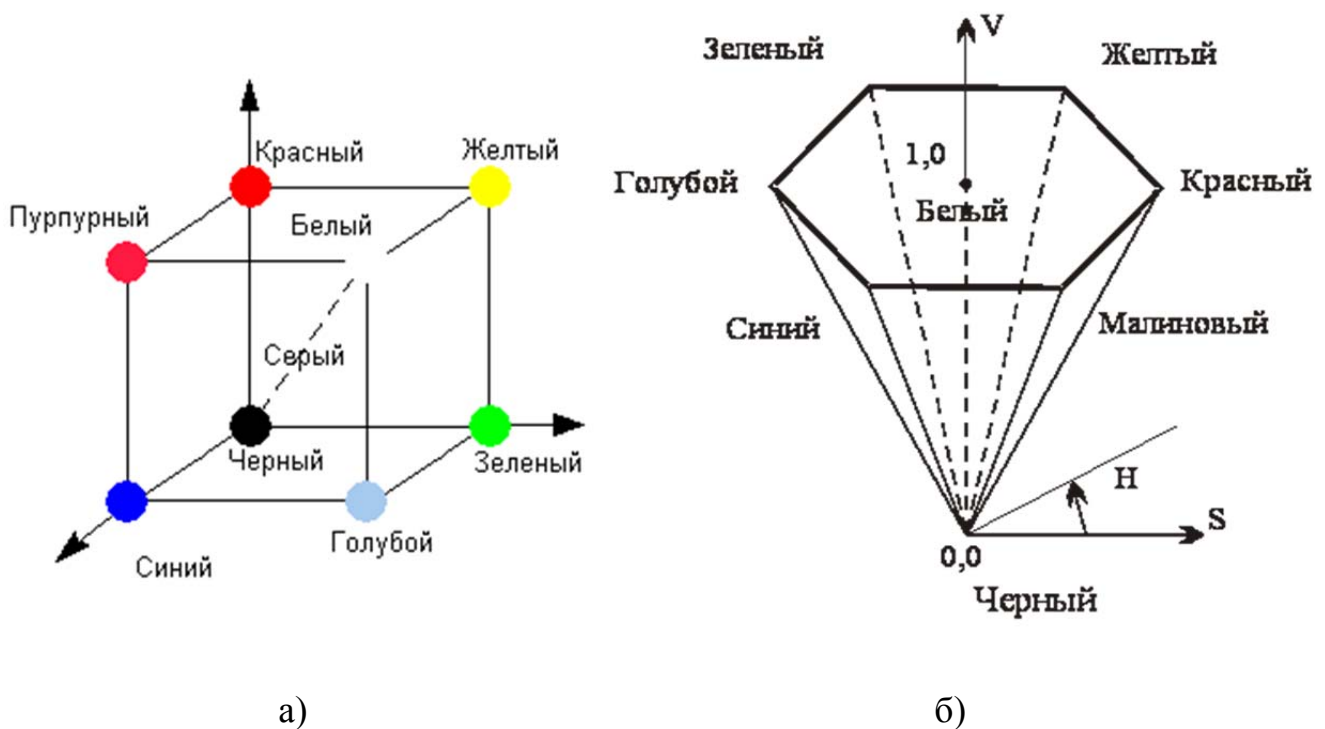


Рисунок 1 – Кольорові простори (моделі) RGB (а) та HVS (б)

Модель кольору RGB дуже поширена, тому що має багато переваг. Але для задач розпізнавання образів зображень вона не дуже підходить. По-перше вона не ізолює інформацію про колір від освітлення. По-друге, якщо для представлення зображень використовується RGB, в розрахунках будуть задіяні 3 каналу. Тому краще використовувати колірний простір HSV (рисунок 1, б) – колірна модель, заснована на трьох характеристиках кольору: колірному тоні (Hue), насиченості (Saturation) і значенні кольору (Value), який також називають яскравістю (Brightness).

Насиченість міняється від 0 до 1 і залежить від колірного охоплення, тобто відстані від осі до кордону для кожного V. При $S = 1$ кольору або їх доповнення повністю насичені. Якщо $S = 0$, то тон H не визначений, ті на центральній осі знаходяться ахроматичні, сірі кольори.

Для конвертації кольорового простору RGB в HSV існують математичні моделі та комп'ютерні алгоритми [3, 4].

Висновки. Таким чином для розпізнавання образів на графічних зображеннях за допомогою нейромереж використовують різні ознаки, зокрема колір. Перед розпізнаванням бажано конвертувати модель кольору з RGB в інший моделі, зокрема в HSV. Можлива конвертація не лише у модель HSV – в роботі [5] наведено доцільність використання кольорової моделі YCbCr для розв'язання задачі розпізнавання обличчя людини.

Список літератури

- 1. Малыгин А. В., Аравин О. И. Распознавание образов на основе нейронных сетей. Математика. Механика. 2007. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznawanie-obrazov-na-osnove-neuronnyh-setey> (дата звернення: 13.05.2020).*
- 2. Серебряная Л. В., Шушина О. А. Нейросетевой подход к распознаванию образов // Доклады БГУИР. 2009. №8 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyrosetevoy-podhod-k-raspoznawaniyu-obrazov> (дата звернення: 13.05.2020).*
- 3. Конвертация цветовых моделей. Преобразование модели RGB. URL: https://studref.com/534461/informatika/konvertatsiya_tsvetovyh_modeley (дата звернення: 13.05.2020).*
- 4. Перевод цветов из режима RGB в HSV. URL : <http://algotlist.manual.ru/graphics/rgb2hsv.php> (дата звернення: 13.05.2020).*
- 5. Поиск и анализ цветового пространства оптимального для построения выделяющихся объектов на заданном классе изображений. URL: <https://habr.com/ru/post/229757> (дата звернення: 13.05.2020).*

Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій редукції даних

Васильєва Л. В., Житченко А. С.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

На даний момент існує досить велика кількість різноманітних програмних засобів, які можуть виконати це завдання, проте порівняльний огляд найпоширеніших показав, що модуль редукції даних є або додатковою можливістю (наприклад, в Excel), або входить в загальний пакет математичних функцій в складі спеціалізованого програмного забезпечення (Mathlab, STATISTICA, SPSS). Вузько направлені програмні засоби для обробки результатів чисельного моделювання є розробками підприємств і не поширюються на продаж або представляють собою деякі бібліотеки функцій. Таким чином, дослідження теми даної роботи, а також власна розробка програмного комплексу для вирішення задачі редукції даних є актуальною [1–3].

Мета дослідження – аналіз і підвищення ефективності роботи з алгоритмами редукції даних. Об'єкт дослідження – моделі та інформаційні технології редукції даних. Предмет дослідження – результати роботи алгоритмів редукції даних, їх порівняльний аналіз і характеристика побудованих моделей. Наукова новизна – удосконалення якості вихідних даних, модифікації візуалізації та оптимізації швидкості і зручності роботи методів редукції багатовимірних даних.

Метод головних компонент є одним з найбільш популярним і зручним засобом факторного аналізу і візуалізації багатовимірних даних. Саме тому його було обрано для реалізації у програмному засобі. Використовуючи технологію Web Workers API всі операції завантаження і розрахунків виконуються у фоновому процесі паралельно з роботою браузера. Таким чином можливо підвищити швидкість і уникнути «замороження» сторінки веб-браузеру у момент виконання важких операцій. Клас методу головних компонент «PCA» містить необхідний функціонал для обробки багатовимірних

даних, але переважною частиною даного алгоритму є візуалізація. Побудування графічної частини розроблено за допомогою бібліотеки D3.js і React.js. Приклад побудування графіку типу «Biplot» представлено на рис. 1.

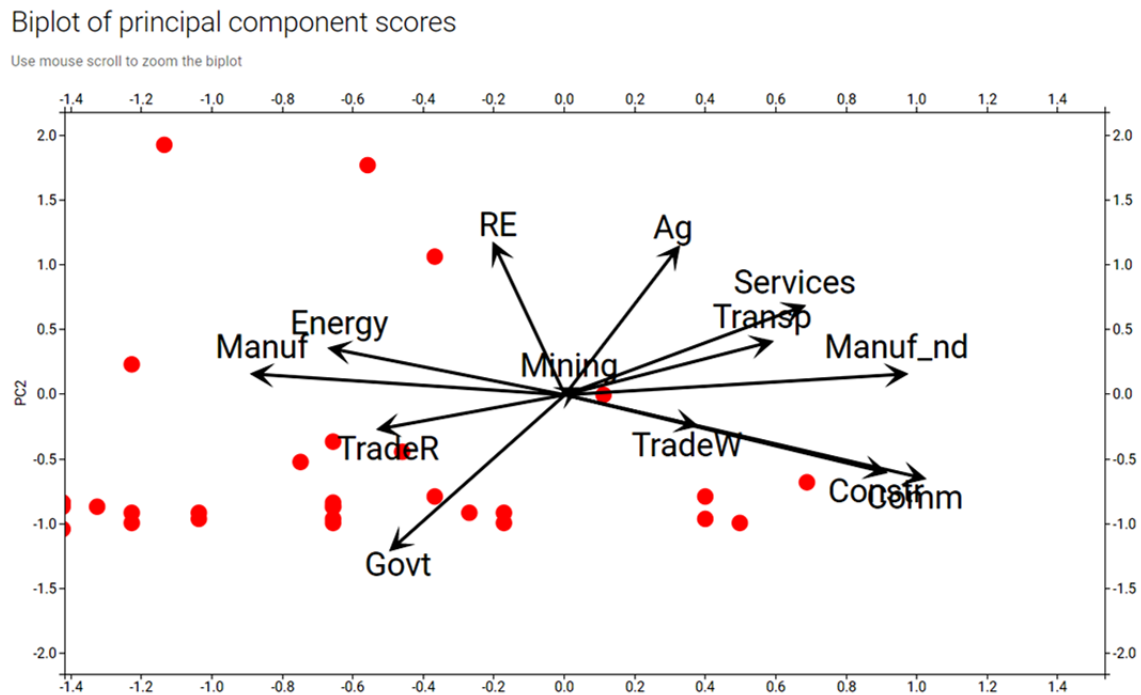


Рисунок 1 – Приклад побудованого графіку типу «Biplot» з масштабуванням.

Аналогічно до методу головних компонент розрахунки алгоритму карт Кохонена виконуються за допомогою Web Workers API. Алгоритм також працює з розробленим раніше методом головних компонент, використовуючи власні вектори з найбільшим значенням для визначення напрямку навчання, що дозволяє значно прискорити даний процес. Набір даних не потрібно стандартизувати, це буде зроблено автоматично алгоритмом класу карти Кохонена шляхом масштабування кожної функції до діапазону [0,1].

Список літератури

1. Wang L., Wang G., Alexander C. A. *Big data and visualization: methods, challenges and technology progress. Digital Technologies. 2015. Т. 1. №. 1. С. 33–38.*
2. Hurter C. *Image-based visualization: Interactive multidimensional data exploration. Synthesis Lectures on Visualization. 2015. Т. 3. №. 2. С. 1–127.*
3. Васильєва Л. В. *Методика розв'язання задачі групування багатомірних об'єктів за допомогою кластерного аналізу. Фізико-математична освіта. 2017. Випуск 3 (13). С. 31–34.*

Основні напрямки сучасних досліджень із застосування штучних нейронних мереж в автоматизованих електромеханічних системах

Шеремет О. І., Редін Є. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором (АД з КЗР) мають ряд переваг, яких немає в інших типах двигунів змінного струму, і тому широко використовуються в промисловості. Використання АД з КЗР, як очікується, буде рости через можливі застосування, такі як електричні транспортні засоби, які потребують ефективного електроприводу. Ці переваги, однак, впираються в рішення задач керування асинхронними двигунами з регульованою швидкістю в промислових приводах. Це викликано, перш за все, наступними причинами: асинхронний двигун є нелінійною динамічною системою вищого порядку з внутрішніми взаємодіями; деякі змінні стану, такі як струм і потокозчеплення ротора, безпосередньо не можуть бути виміряні; опір ротора (при нагріванні) і індуктивність намагнічування змінюються в великих межах і здійснюють, тим самим, істотний вплив на динаміку системи.

Варіації параметрів АД знижують ефективність керування електроприводом. Разом з тим, їх ефект може бути зменшений за допомогою надійних методів керування. Крім того, для більшості методів керування потрібна наявність зворотного зв'язку за швидкістю через енкодери, а ці пристрої мають різні недоліки, які, в свою чергу, вважаються небажаними для цілого ряду застосувань. Тому в даний час дослідження в даній області, в основному, зосереджені на методах бездатчикового, більш надійного (робастного) керування швидкістю асинхронного двигуна. Деякі дослідники зосереджуються на використанні штучних нейронних мереж в галузі керування асинхронним електроприводом без застосування датчиків. Ця центральна ідея розбивається на два основних компоненти: оцінка швидкості асинхронних двигунів з використанням штучних нейронних мереж; керування асинхронними двигунами з використанням штучних нейронних мереж.

Мета роботи – проведення аналітичного огляду методів оцінки швидкості асинхронних двигунів, які в якості спостерігачів використовують штучні нейронні мережі.

Задачі дослідження:

- огляд можливості застосування мереж Хопфілда для вирішення задачі квадратичної оптимізації законів керування швидкістю АД;
- аналіз підходів щодо непрямого регулювання швидкості АД при змінному моменті навантаження за допомогою штучних нейронних мереж.

Робота [1] пов'язана із застосуванням штучних нейронних мереж для вирішення оптимізаційних і динамічних задач керування. В цій роботі підведена загальна основа для використання штучної нейронної мережі в електромеханічних системах. Також розглядаються моделі зворотного зв'язку і алгоритми зворотного поширення помилки. Розглянуто моделі функцій активації та різні структури нейронних мереж, наприклад, мережі Хопфілда. Показано, як мережі Хопфілда можуть бути використані для вирішення завдання квадратичної оптимізації.

В роботі [2] представлені штучні нейронні мережі, які призначені для виконання непрямого регулювання швидкості АД в моделі орієнтації поля. В якості контролера, який генерує сигнали поточної команди, обрана багат шарова мережа з алгоритмом зворотного розповсюдження похибки з гіпердотичною сигмоїдною функцією збудження. В якості входів нейронної мережі використовується швидкість асинхронного двигуна, струм по осі q синхронної системи координат і затримані відліки цього струму, а складові струму q і d уздовж осей стаціонарної системи координат вибрані в якості вихідних команд керування. Вони ж подаються назад на вхід нейронної мережі з затримкою на один такт відліку. Нейронна мережа складається з двох нейронів у вихідному шарі, десяти нейронів в прихованому шарі і п'яти вхідних нейронів. Показано, що в зв'язку з рекурентною структурою нейронної мережі і надмірною помилкою на виході нейронної мережі, автономне навчання не є достатнім для стабільної роботи системи. Для вирішення цієї проблеми

пропонується покращений алгоритм навчання з використанням експериментальних даних.

Розрахунки нейронної мережі виконуються в блоці процесора цифрової обробки сигналів. Експериментальні результати багатьох дослідників показали, що основним обмеженням в роботі контролера є область низьких швидкостей роботи (менше 200 обертів на хвилину), де помилки на виході нейронної мережі призводять до великої помилки в регулюванні швидкості [2].

В роботі [3] зроблено важливий внесок: представлено автономне навчання штучної нейронної мережі для оцінки швидкості. На основі використання динамічних рівнянь двигуна в d-q осях для АД з КЗР запропоновані чотири методи автономного навчання штучної нейронної мережі для оцінки швидкості двигуна. Запропоновані схеми можуть відслідковувати швидкість при зміні навантаження. Ефективність і перевага цього методу показана для векторного керування з використанням інвертора. Метод з роботи [3] був перевірений експериментально.

Висновки. В результаті здійсненого аналітичного огляду, розроблена нова методика для керування асинхронними двигунами з використанням однієї автономно навченої штучної нейронної мережі. Ця методика використовує амплітуду і частоту величин в осях d-q [4] для спрощення навчання штучної нейронної мережі і дозволяє їй імітувати векторне регулювання. Експериментальна установка для тестування керування АД за допомогою нейронних мереж включає до свого складу процесор цифрової обробки сигналів Texas Instruments TMS320.

Список літератури

- 1. L. Nascimento Jr., B.Sc., M.Sc. Thesis of "Artificial Neural Networks in Control and Optimization". University of Manchester Faculty of Technology, Manchester, 1994.*
- 2. P. Mehrotra, M. Tech, I.I.T. Mumbai, India. Thesis of "Artificial Neural Networks in Induction Motor speed estimation and control". Faculty of Engineering & Applied Science Memorial University of Newfoundland St. John's, Newfoundland, Canada, 1999.*
- 3. M. Mohamadian. Thesis of "Indirect field oriented control of an induction motor implemented with an Artificial Neural Network". University of Calgary, Alberta, 1998.*
- 4. Виноградов А. Б. Векторне управління електроприводами змінного струму. - Івано-Франківськ: ГОУВПО «Іванівський державний енергетичний університет імені В.І. Леніна », 2008.*

Сравнительный анализ трех моделей для прогнозирования результата команды в игре «Что? Где? Когда?»

Мельников А. Ю.

Донбасская государственная машиностроительная академия

Команда для участия в игре «Что? Где? Когда?» [1] формируется по правилам [2] и должна иметь в составе не больше 6 лиц на каждую игру. При внесении изменений в состав команды необходимо понимать, как они могут повлиять на результат игры. Поскольку вопросы предполагают применение интеллектуальных способностей игрока, отбора по уровню эрудиции не эффективен, правильный ответ может быть найден только путем обсуждения участниками. Очевидно, что для анализа влияния изменений в составе команды на результат целесообразно использовать современные математические методы.

Имеются данные о результатах участия команды ДГМА «Интеллектуальные решения» в этапах синхронных турниров ЛУК (СТ) с 2011 года и городских турниров (ГТ) с 2017 года [3]. Все турниры проходили по единым правилам, и на каждом было задано ровно 45 вопросов. Основная информация по каждому соревнованию содержит: результат команды (число правильных ответов); результат лидера (лучшее число правильных ответов на «площадке»); средний результат (среднее арифметическое правильных ответов). Также имеются данные об игроках-участниках каждого этапа. Очевидно, что использование абсолютных показателей не может адекватно отображать ситуацию, поскольку на каждом турнире было разное число команд разного уровня подготовки, кроме того, все этапы готовили разные редакторы.

Чтобы учесть уровень участников турнира и уровень сложности вопросов, для расчета будем использовать два показателя: отношение результата команды к среднему и отношение результата команды к результату победителя. Задачу прогнозирования можно сформулировать так: по имеющимся данным об игроках на конкретную игру спрогнозировать относительный результат команды на этой игре. Участие игроков фиксируется в виде «долей» вноса в результат команды. Сумма «долей» всех игроков должна быть равной единице.

Поставленная задача была решена методом искусственных нейронных сетей в среде Deductor Studio [4] (в качестве модели выбран двухслойный персептрон, величину скрытого слоя приняли равным 5 нейронам, тип активационной функции – сигмоида, обучение сети проводится методом обратного распространения ошибок). Результаты описаны в [5]. Модель, созданная и обученная на основе данных за три года, была применена к расчету прогнозных значений первого [6] и второго [7] в 2020-м году городских турниров. Данные, полученные в результате расчета, близки к реальным результатам (табл. 1), команда «Интеллектуальные решения» заняла 1-е место с большим отрывом от соперников.

Таблица 1 – Результаты двух турниров

Турнир	Параметр	Реальные результаты	Расчетные результаты	2-е место (факт)
4ГТ1920	К среднему	1,75	1,21	1,23
4ГТ1920	К лидеру	1	0,7	0,7
5ГТ1920	К среднему	1,61	1,38	1,21
5ГТ1920	К лидеру	1	1	0,75

Однако такая модель не учитывает несколько факторов. Во-первых, каждый пакет вопросов готовят и редактируют разные люди. Во-вторых, место проведения игры также может оказать влияние на процесс нахождения правильного ответа и, соответственно, результат. Пересчет данных привел к несколько другим результатам (табл. 2): для первого турнира они более точные, а для второго – напротив.

Таблица 2 – Результаты двух турниров по второй модели

Турнир	Параметр	Реальные результаты	Расчетные результаты	2-е место (факт)
4ГТ1920	К среднему	1,75	1,38	1,23
4ГТ1920	К лидеру	1	0,88	0,7
5ГТ1920	К среднему	1,61	1,37	1,21
5ГТ1920	К лидеру	1	0,84	0,75

Применение в той же среде [4] метода линейной многофакторной регрессии показало снижение уровня точности и неверный прогноз для параметра «отношение к среднему». Все расчетные данные сведены в табл. 3.

Таблица 3 – Сводные результаты применения трех моделей

Турнир	Параметр	Реальные результаты	Расчетные результаты			2-е место (факт)
			MLP-11-5-2	MLP-51-5-2	Линейная регрессия	
4ГТ1920	К среднему	1,75	1,21	1,38	1,06	1,23
4ГТ1920	К лидеру	1	0,7	0,88	0,72	0,7
5ГТ1920	К среднему	1,61	1,38	1,37	1,16	1,21
5ГТ1920	К лидеру	1	1	0,84	0,9	0,75

Выводы. Таким образом, для прогнозирования результата команды в игре «Что? Где? Когда?» могут быть использованы модели искусственных нейронных сетей (с упрощенным и расширенным перечнем факторов) и линейной многофакторной регрессии. Все три модели обеспечивают приемлемый результат при предсказании относительного места команды как «отношения к лидеру», а модели искусственных нейронных сетей – при предсказании «отношения к среднему».

Список литературы

1. Лига украинских клубов – ЛУК. URL: <http://luk.org.ua/> (20.03.2020)
2. Положение о составах команд-участниц Чемпионата Украины по спортивному варианту игры «Что? Где? Когда?» без ограничения возраста. URL: <http://luk.org.ua/documents/polozhenie-o-sostavah> (20.03.2020)
3. Клуб интеллектуальных игр ДГМА. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/> (20.03.2020)
4. BaseGroup Labs: официальный сайт. – URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> (20.03.2020).
5. Мельников А. Ю. О возможностях применения нейросетевого моделирования для определения оптимального состава команды по игре «Что? Где? Когда?» и прогнозирования ее результатов. *Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018: збірник наукових праць всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2018» / за заг. ред. С. В. Ковалевського. Краматорськ: ДДМА, 2018. С. 71–74.*
6. «Что? Где? Когда?»: четвертый городской турнир. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/permalink/1539402616220690/> (27.03.2020)
- 7 «Что? Где? Когда?»: пятый городской турнир. URL: <https://www.facebook.com/groups/dgma.kii/permalink/1568117100015908/> (27.03.2020)

Дослідження оптимальних параметрів нейронного модулю для прогнозування часових послідовностей

Гітис В. Б., Аббакумова А. Г.

Донбаська державна машинобудівна академія

У часових рядах, на відміну від випадкових вибірок, дані розглядаються як послідовність вимірів, впорядкованих в не випадкові моменти часу, тобто часовий ряд включає два обов'язкові елементи – час і конкретне значення показника (рівень ряду) [1].

Чергове значення часового ряду прогнозується по деякому числу його попередніх значень (прогноз на один крок вперед в часі). Проте можна виконувати прогноз на будь-яке число кроків (при зниженні точності прогнозування).

Після того, як вчислено чергове прогнозне значення, воно підставляється назад і з його допомогою виходить наступний прогноз. Такий спосіб називається проєкцією часового ряду або методом «вікон». Вікно має фіксований розмір і здатне переміщатися по часовій послідовності.

Штучні нейронні мережі є одним з найбільш адекватних інструментів прогнозування часових рядів, що дозволяють за минулими спостереженнями відновлювати нелінійне відображення виду [2]

$$x(t) = F(x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-k)) + e(t) = \hat{x}(t) + e(t), \quad (1)$$

де $\hat{x}(t)$ – оцінка (прогноз) значення $x(t)$, отримана на виході нейромережі;

$e(t)$ – помилка прогнозування;

k – порядок моделі (ширина вікна).

Нейромережа представляє в даному випадку нелінійну авторегресійну модель (NAR-модель).

Кількість входів мережі дорівнює ширині вікна, а кількість виходів – величині зміщення вікна при ковзанні (числу часових періодів прогнозування). При прогнозуванні на один крок вперед вікно зміщується на одну позицію.

В якості основи для побудови NAR-моделей доцільно використовувати багат шарові мережі з прямою передачею інформації. До прямо спрямованих нейронних мереж відносяться перцептрони та РБФ-мережі.

Проте ефективність застосування тієї чи іншої мережі залежить від умов конкретної задачі. Тому потрібно провести експериментальні дослідження на предмет того, яка з запропонованих архітектур буде більш ефективною у вирішенні задачі прогнозування вибраного показника.

Для тестування мереж були використані дані по продажам продукції одним із металургійних підприємств регіону. При плануванні обсягу продажів металів слід враховувати сезонний фактор, оскільки від нього залежить попит на металеву продукцію. Тому у NAR-моделі доцільно прирівняти порядок моделі до кварталу, тобто ширина вікна буде дорівнювати трьом позиціям. Тоді число входів нейронної мережі також складе 3.

Теоретично найбільш точні результати дасть модель із найменшим періодом планування, тобто величиною у 1 місяць. Тоді число виходів нейронної мережі також складе 1.

Вихідні дані представлені 5 роками, тобто 60 місяцями. Тоді кількість навчальних прикладів складе 57.

Точність, що досягається, залежить від конкретної задачі. Тому можна спробувати розширити горизонт планування на 2 місяці. Проте для компенсації похибки слід також пропорційно розширити величину вікна. Тоді кількість входів нейромережі складе 6, а виходів – 2. Кількість навчальних прикладів при цьому скоротиться до 27.

Для визначення оптимальної архітектури нейромережі було побудовано низку перцептронів і РБФ-мереж для досягнення прийнятної похибки (5 %). При цьому підбір кількості скритих нейронів починався з мінімальних значень (3 та 2 відповідно), тобто використовувався конструктивний підхід.

Результати досліджень побудованих нейромереж наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати досліджень побудованих нейромереж

Архітектура нейромережі	Кількість вагів	Кількість нейронів	Середня погрішність першої позиції, %	Середня погрішність другої позиції, %	Загальна погрішність, %
Персептрон 3-3-1	12	4	7,5	8,3	7,9
Персептрон 3-4-1	16	5	3,8	4	3,9
РБФ-мережа 3-3-1	12	4	9,4	10,2	9,8
РБФ-мережа 3-4-1	16	5	6,3	6,7	6,5
Персептрон 6-2-2	16	4	8,1	8,4	8,25
Персептрон 6-3-2	24	5	4,3	4,8	4,55
РБФ-мережа 6-2-2	16	4	8,9	9,2	9,05
РБФ-мережа 6-3-2	24	5	5,5	5,6	5,55

Як видно з таблиці, персептрон з 4 скритими нейронами (рядок 2) задовольняє рівню похибки у 5 % і при цьому має найменшу кількість нейронів.

Список літератури

1. Руденко О. Г., Бодянський Є. В. Штучні нейронні мережі: навч. посіб.. Харків: Компанія СМІТ, 2006. 404 с.
2. Wong F. S. Time series forecasting using backpropagation neural networks. *Neurocomputing*. 1990/91. Vol. 2. P. 147–159.

РОЗДІЛ 7. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Дослідження та виявлення найбільш енергоефективного способу опалення приміщень Донбаської державної машинобудівної академії

Квашнін В. О., Бабаш А. В., Тетера В. О.
Донбаська державна машинобудівна академія

Проблема забезпечення економіки країни енергоносіями – це одна з найбільших проблем нашого часу. Газ, нафту, вугілля і навіть електроенергію доводиться експортувати.

Нестача енергоносіїв призводить до багатьох важких наслідків: недобір врожаю, систематичне відключення населених пунктів від постачання електроенергії та інше. Тому проблема вимагає кардинального рішення [1].

У виробництві електроенергії сталося досить скрутне становище. Найбільш поширені виробники електроенергії - теплоелектростанції (ТЕС) страждають через велику вартість вітчизняного вугілля і не менш великою ціною на природний газ, яка і досі зростає. Витрати на виробництво електроенергії більші, ніж ціна продажу споживачам [2].

Дивлячись на вищеперераховане, можна сказати, що зменшення дефіциту виробництва електроенергії бачиться в створенні нових та відродженні побудованих в середині минулого століття міні електростанцій.

Для житлових будинків енергоносіями можуть бути побічні продукти промислового і сільськогосподарського виробництва або енергія природного походження (вітер і сонце).

Також економію палива можна отримати також запровадженням сучасних технологій при видобутку і переробці нафти, вугілля і газу.

Тож існує багато шляхів для вирішення енергетичної проблеми: збільшення власного видобутку енергії, збільшення кількості постачальників енергоносіїв, застосування альтернативних видів палива, впровадження сучасних технологій [3].

Зараз, дивлячись на останні події в країні, можна помітити тенденцію зросту тарифів на усі види енергоносіїв [4].

Метою роботи є визначення найбільш економічно вигідного способу опалення корпусів та гуртожитків Донбаської державної машинобудівної академії.

Для аналізу був взятий період опалення з 2014 по 2017 рік. Далі витрати на опалення були перераховані згідно діючим тарифам 2019 року. Діаграма витрат на опалення корпусів ДДМА з використанням різних способів опалення (централізоване опалення, опалення природним газом, опалення електроенергією) наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Діаграма середніх витрат на опалення корпусів ДДМА за тарифами 2019 року на всі види опалення

Діаграма витрат на опалення гуртожитку з використанням різних способів опалення (централізоване опалення, опалення електроенергією) наведена на рисунку 2.

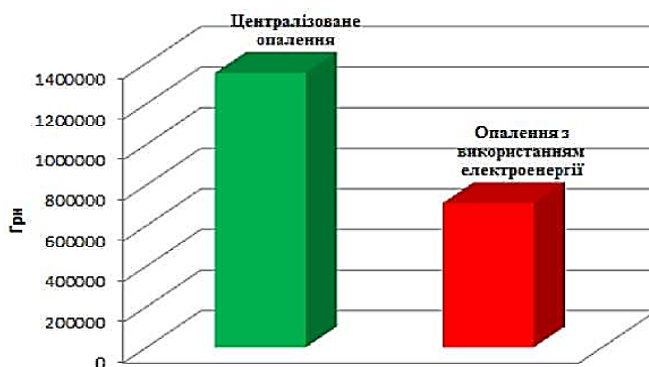


Рисунок 2 – Діаграма середніх витрат на опалення гуртожитку ДДМА за тарифами 2019 року на всі види опалення

Еквівалентні витрати на опалення газом корпусів ДДМА у перерахунку на електроенергію зведені у вигляді діаграми на рисунку 3.

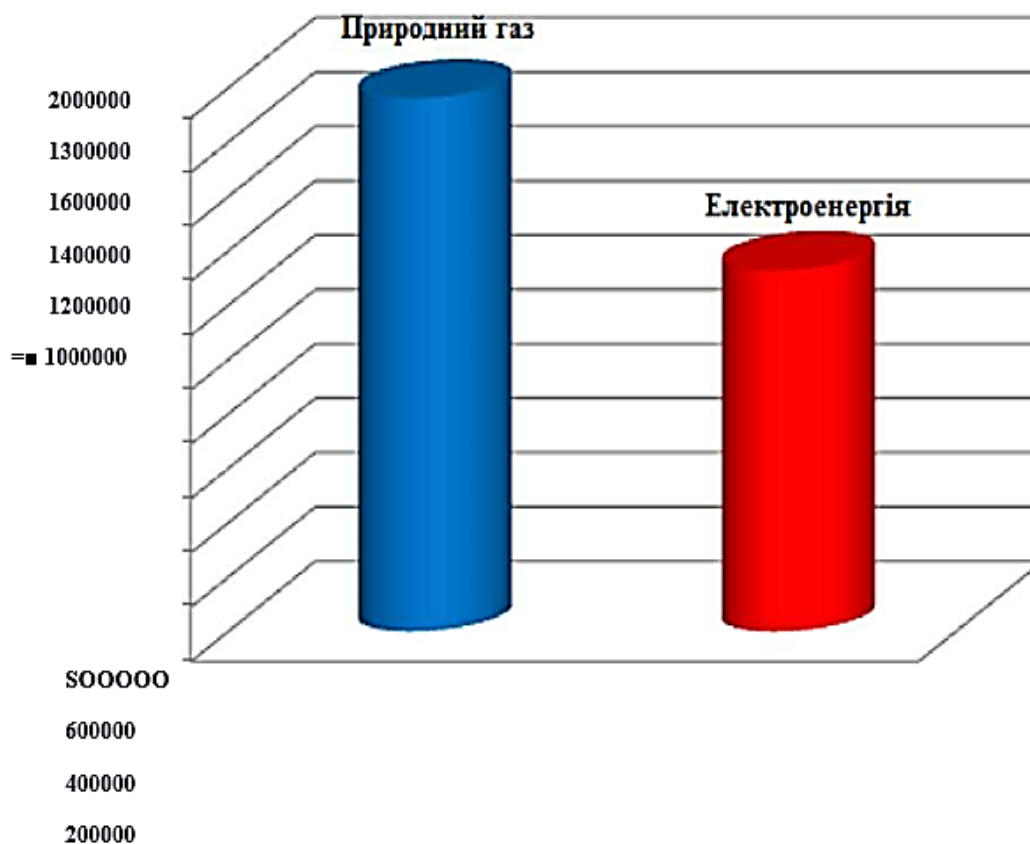


Рисунок 3 – Діаграма витрат на опалення корпусів природним газом та у перерахунку в еквіваленті газу на 1 кВт/год електроенергії

Висновки. Таким чином із аналізу середнього значення витрат на різні види палива можна встановити, що на 2019 рік з відповідними тарифами найбільш вигідно опалювати з використанням електроенергії, а найбільш не вигідно з використанням природного газу.

Список літератури

1. Жежеленко І. В., Рабинович М. Л., Божко В. М. *Качество электроэнергии на промышленных предприятиях*. Киев: Техніка, 1981.
2. Мельников Н. А. *Электрические сети и системы*. Москва: Энергия, 1975.
3. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: [http://www. nerc.gov. ua](http://www.nerc.gov.ua).
4. Тарифы на электроэнергию для населения и предприятий в Украине. URL: <https://maanimo.com>.

Використання методу логіко-імовірнісного моделювання в діагностиці мікросистем

Немченко В. П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Сьогодні МЕМС (мікроелектромеханічні системи) є типовим представником мікросистем. Вони набули глобального застосування у всіляких побутових приладах. Однією з головних вимог до таких систем є їх надійність. Одним з напрямків її підвищення є діагностика (прогностика) систем [1].

Також МЕМС використовують у мережах IoT (Internet of Things). Але класичні методи діагностики не завжди є тут застосовуваними. Одним з напрямків підвищення надійності мікросистем є використання методу логіко-імовірнісного моделювання (ЛІМ) [2]. Пропонується інший підхід до діагностики мікросистем – метод ЛІМ з використанням апарату булевої логіки.

1. Дерево подій системи. В основі методу ЛІМ покладено поняття Дерево Подій (ДП), яке надає причинно-наслідкові зв'язки відмов системи. Метод ДП дозволяє відслідковувати небезпечні ситуації в системі.

У ДП певна відмова системи F є наслідком відмов, що її провокують (відмови A, B , тощо). Відмови A і B спричиняються відмовами з множини $\{C, D, E, \dots\}$ та множинами подій $\{X_i\}$. Будується ДП з вихідною вершиною F , множиною вершин $\{A, B, C, \dots\}$ і множиною подій $\{X_i\}$, тобто граф, де вершини є відмовами системи, а на входах цих вершин — вхідні події, що їх провокують. Також є вершини типу OR (АБО) та AND (І). Тип вершини визначають яким чином вхідна інформація впливає на наступну (“або”, чи “і”). Отже ДП можна задати як булева функція, що описує залежність вихідної функції F від відмов $\{A, B, C, \dots\}$ та від множини подій $\{X_i\}$. Маючи булеву функцію, можемо використати апарат булевої алгебри для спрощення та мінімізації функції, синтез цифрової схеми на основі цієї функції, тощо.

Використаємо схемну інтерпретацію булевої функції на базі ДП системи. Завдяки цьому можливо застосувати метод — активізації шляхів схеми (автор J. P. Roth) [3].

2. ЛІМ-моделювання. Метод ЛІМ надає можливість управління живучістю складної системи. Річ йде про можливість прогнозування поведінки системи у часі. Задля цього потрібно визначити величину ймовірності даної відмови блоку. ЛІМ дозволяє наочно побачити ймовірність виникнення заданої відмови у залежності від подій, що мають місце на входах системи. Ми можемо проаналізувати і приблизно оцінити виникнення реальної відмови у залежності від конкретної події на входах. Скористаємося булевою функцією з ДП.

Відомий приклад використання ДП для розрахунку ймовірності вихідних подій у системі - система де людина працює з електричним обладнанням [4]. Покажемо використання ЛІМ для оцінки імовірності даної події в системі. Будемо вважати, що відмова F є небажаною. Її спричиняють події A1, A2, A3 та передумови X5, X6 і X7. Аналіз ДП полягає у виявленні умов, мінімально необхідних і достатніх для виникнення (або ні) події F. Модель може давати кілька мінімальних поєднань вихідних подій, що призводять до даної події.

Функція F має вигляд $F(x) = A1 + A2 + A3 = X1X2 + X3X4 + X5X6X7$. Схемну реалізацію функції F (див. рис. 1).

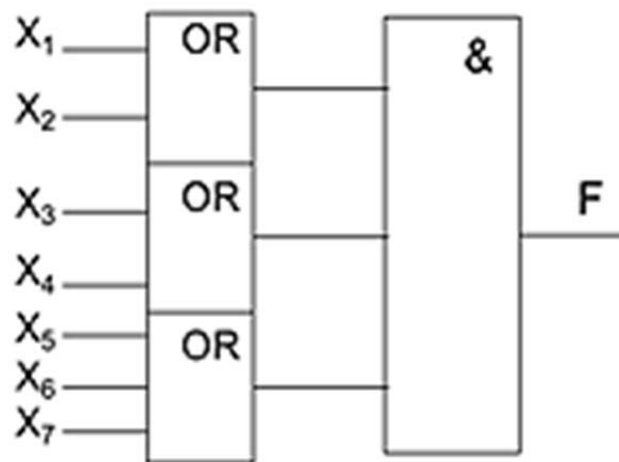


Рисунок 1 – Схемна реалізація дерева подій

Тут “0” та “1” - наявність чи відсутність події. “D” є послідовність у часі 0/1. “U” свідчить про незалежність наступної події від даної. Набір вхідних D-векторів для F наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Набір D-векторів

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	F
D	0	1	U	1	U	U	D
0	D	1	U	1	U	U	D
...
1	U	1	U	0	0	D	D

Розглянута вище формула надає можливість визначити ймовірність F. Функція імовірності події $\epsilon P_F = P_1 \& P_2 \vee P_3 \& P_4 \vee P_5 \& P_6 \& P_7$, де P_i – ймовірність вхідної події X_i . Нехай всі вхідні події X_i мають однакову ймовірність, що дорівнює 0,1. Тоді ми отримуємо $P_F \approx 0,0201$. Таким же чином ми можемо підрахувати значення для ймовірностей A1, A2 і A3. Отже $A1 = A2 = 0,01$; $A3 = 0,001$.

Висновки. Перевага методу – відносна простота і наочність моделювання на основі ЛІМ, що надає можливість попереднього розрахунку ймовірностей подій які можуть мати місце у роботі системи. Також можна прогнозувати надійність складних систем з попереднім розрахунком параметру надійності системи при різних вхідних подіях. Перспективним, на погляд автора є підхід до активізації шляхів у ДП методом булевих похідних логічної функції.

Список літератури

1. Хаханов В. И., Литвинова Е. И., Чумаченко С. В. Надежность и тестопригодность микросистем [Текст]. Харьков: ХНУРЭ, 2015. 162 с.
2. Кривий С. Дискретна математика. Вибрані питання. 2010. 572 с.
3. Roth J. P. Testing and verification. Computer Press. 1983. 176 p.
4. Ветошкин А. Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности. Учебно-практическое пособие: В 2-х ч. Ч. 1. Москва: Инфра-Инженерия, 2017. 470 с.

РОЗДІЛ 8.

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ, ТОЩО

Критичний аналіз традиційних та сучасних підходів щодо енергоефективної вібростабілізаційної обробки металевих деталей

Шеремет О. І., Кірієнко Т. В., Морокко В. М.
Донбаська державна машинобудівна академія

Традиційно вібраційна обробка для зняття залишкових механічних напружень проводиться на резонансних частотах деталі або на частотах близьких до резонансних, якщо обробка на резонансних частотах неможлива з яких-небудь технічних причин [1]. Основна перевага вібростабілізаційної обробки на резонансних частотах деталі перед обробкою на частотах, відмінних від резонансної, полягає в низькому енергоспоживанні на одиницю маси. Такий підхід дає можливість знімати внутрішні напруження в великогабаритних і масивних деталях [2].

З позицій системного підходу установку для вібростабілізаційної обробки можна представити у вигляді деякої електромеханічної системи, яка реалізує алгоритм, що дозволяє здійснювати необхідний спосіб обробки. При цьому електромеханічна система для віброобробки може бути представлена у вигляді трьох підсистем: керуючої, виконавчої та сполучення. Виконавча підсистема має таку конструкцію, яка дозволяє їй відпрацьовувати завдання, що формується підсистемою керування, і здійснювати обробку деталі механічними імпульсами заданої форми і тривалості на резонансній частоті деталі [3].

Мета роботи – аналіз недоліків традиційних підходів щодо вібростабілізаційної обробки металевих деталей та огляд перспективних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності механічного впливу.

Задачі дослідження:

– визначення недоліків дебалансних електромеханічних систем, які традиційно використовуються для здійснення вібростабілізаційної обробки металевих деталей;

– аналіз прогресивних способів вібростабілізаційної обробки металевих деталей з позиції скорочення енерговитрат на її здійснення.

Великого поширення набули дебалансні електромеханічні системи, робоча частина яких складається з платформи для установки деталі і віброзбудника, що прикріплюється до деталі струбцинами або болтами.

В якості виконавчого органу в дебалансних електромеханічних системах виступають віброблоки, що складаються з електроприводу постійного струму і декількох дебалансів, які встановлюються на валу [4].

Істотними недоліками способу вібростабілізаційної обробки, який реалізується дебалансними електромеханічними системами, є:

1. Трудомісткий і тривалий процес пошуку резонансних частот, оскільки для їх знаходження необхідно з малим кроком змінювати частоту обертання електроприводу постійного струму.

2. Необхідність застосування дорогих високошвидкісних двигунів постійного струму.

3. Зміщення робочої точки на нежорсткій механічній характеристиці двигуна при вході в резонансний режим і виході з нього, що вимагає введення зворотних зв'язків в системі керування.

4. Струм двигуна, за зміною якого судять про перебіг технологічного процесу, залежить від великої кількості постійних і змінних втрат в системі. На його величину і характер також впливає спосіб установки деталі, стан кріплення віброблока і інші чинники, які складно врахувати.

5. Спосіб може обмежуватись електромеханічною системою, що його реалізує: обробка ведеться одночасно тільки на одній резонансній частоті, яка не може перевищувати 200 Гц.

6. Обробка проводиться послідовно тільки на двох-трьох частотах, тоді як деталі складної форми мають набагато більше значущих резонансних частот.

7. Збільшений час і енерговитрати з причини обробки послідовно на кожній резонансній частоті.

8. Форма механічних імпульсів, що впливають на деталь, визначається конструкцією дебаланса і не має можливості змінюватися динамічно в процесі обробки. Для отримання імпульсів необхідної форми необхідно виготовляти спеціальний дебаланс, що тягне за собою додаткові матеріальні витрати.

Металоконструкції малої жорсткості можуть піддаватися вібростабілізаційній обробці на нерезонансних частотах. Проте, такий спосіб вібростабілізації є технологічно неефективним і застосовується тільки в обмежених випадках [5].

Найбільш прогресивними з позиції скорочення енерговитрат на збудження механічних імпульсів є способи обробки відразу на декількох резонансних частотах. Традиційно, як в способі, реалізованому в роботі [3], обробка ведеться одночасно тільки на одній резонансній частоті, а в роботі [6] – на двох. В цілому, в роботах [1, 2] і роботах [3, 4] не виконувалися дослідження, пов'язані з оцінкою непродуктивних енерговитрат, які неминуче виникають при незмінній формі і шпаруватості імпульсів під час обробки.

Висновки. Таким чином, доцільним є проведення подальших досліджень, присвячених підвищенню енергоефективності механічного впливу при вібростабілізаційній обробці металевих деталей. Це, в кінцевому підсумку, дозволить вирішити завдання вдосконалення методів вібростабілізаційної обробки металевих деталей.

Список літератури

- 1. Wang, Y., Kramer, M. S. (2018). Stress relief of mechanically roughened cylinder bores for reduced cracking tendency. United States Patent No. US9863030B2.*
- 2. Xian-yang Zhao, Nian-song Zhang, Ai-min Wang (2018). Modeling and Simulation Technology of High Frequency Vibratory Stress Relief Treatment for Complex Thin-Walled Workpiece. The 3rd International Conference on Civil Engineering and Materials Science (ICCEMS 2018), 206:04001, 1–6.*
- 3. Vukojevic, N., Hadžikadunić, F. (2012). Experiences of application of vibratory residual stress relieving methodology on large welded constructions / Iskustva primjene vibrorelaksacione metodologije umanjenja zaostalih napona velikogabaritnih zavarenih konstrukcija. COMETA 2012 – 1st International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, At BiH, 229–234.*

4. Simakov G. M., Topovskiy, V. V. (2016). *Dynamic modes of electromechanical unbalance vibration exciter with induction motor under vector control. 13th International Scientific-Technical Conference APEIE*, 36–40.

5. Лауценко Г. И. *Технологические возможности вибрационной обработки сварных конструкций (Обзор) // Автоматическая сварка. 2016. № 7. С. 28–34.*

6. Chih-Chun Hsieh, Peng-Shuen Wang, Jia-Siang Wang, Weite Wu. (2014). *Evolution of Microstructure and Residual Stress under Various Vibration Modes in 304 Stainless Steel Welds. The Scientific World Journal*, 2014, 1–9.

Метод ВСО великогабаритних литих деталей в машинобудуванні при наявності неявних резонансних піків

Бєш А. Н., Задорожній М. О., Бакаєва А. О.
Донбаська державна машинобудівна академія

В умовах жорсткої економії енергоресурсів актуальним завданням в машинобудуванні є пошук нових засобів і методів обробки.

При виготовленні зварних та ливарних деталей має місце виникнення залишкових механічних напруг (ЗМН), які можуть привести до зміни геометричних форм та розмірів, і, в гіршому випадку, до вибраковки. Існує різноманіття способів [1] зняття ЗМН, серед яких вібростабілізуюча обробка (ВСО) займає домінуюче місце, як досить ефективна і ресурсозберігаюча технологія в машинобудуванні.

Існуючі в даний час методи ВСО роблять стандартний пошук резонансних піків, фіксацію частот і обробку явно виражених резонансних піків з використанням девіації частоти. Для зменшення технологічного часу обробку проводять на кратних частотах резонансних піків. Для деталей, що мають велику жорсткість конструкції, наприклад виливниць, крива залежності рівня вібрацій від частоти не має явно виражених резонансних піків, і визначити частоти обробки вкрай важко. Для підвищення ефективності зняття ЗМН в таких деталях був запропонований метод ВСО у всьому спектрі власних частот деталі [2].

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що двигун вібратора розганяється до максимальної частоти. На верхній межі включається девіація і плавне, лінійне зменшення частоти обертання двигуна вібратора. Починаючи

з мікрорезонансних піків у верхньому частотному спектрі, збуджуюча сила робить зсув піків у напрямку більш низьких частот. Зважаючи на те, що за рахунок девіації частоти на одну дільницю припадає багато циклів обробки, та збіги вектора догляду мікрорезонансних піків з частотою обробки, відбувається ефективне розгладження кривий ЗМН. Ідея запропонованого методу VCO пояснюється рисунком1, на якому наведено графік частоти VCO в часі.

Система керування електроприводом вібратора повинна мати вхідні параметри для побудови опорних точок, які є складовими технологічного завдання віброобробки. На малюнку вказані:

f_{max} – початкова частота віброобробки до якої розганяють двигун віброзбуджувача;

f_{min} – кінцева частота віброобробки;

f_{ei} – верхня девіаційна частота на поточному кроку віброобробки;

f_{ni} – нижня девіаційна частота на поточному кроку віброобробки;

$Df, \%$ – девіація робочої частоти у відсотках до максимальної робочої частоти;

df – крок зменшення робочої частоти;

N – кількість циклів девіації робочої частоти на поточному кроку віброобробки;

t_n – час зменшення девіаційної частоти на поточному кроку до f_{ni} ;

t_v – час збільшення девіаційної частоти на поточному кроку до f_{ei} .

Для виконання технологічного процесу віброзбуджувач розганяється до початкової частоти f_{max} . На початковому етапі ця частота дорівнює верхній девіаційній частоті f_{ei} . Поточні точки девіаційної частоти кожного кроку розраховуються з урахуванням співвідношення:

$$\begin{aligned} f_{Hi} &= f_{Bi} - f_{Bi} \cdot \Delta f\%, \\ f_{Bi+1} &= f_{Bi} - df \end{aligned} \quad (1)$$

Починаючи з точки f_{ei} вібробудувач зменшує частоту ВСО до точки f_{ni} на протязі часу t_n , яке визначається технологічними особливостями оброблюваної деталі. Потім з цієї точки вібробудувач збільшує частоту до верхньої частоти наступного кроку на протязі часу t в (рисунок 1). У зазначеному випадку кількість циклів девіації $N = i$.

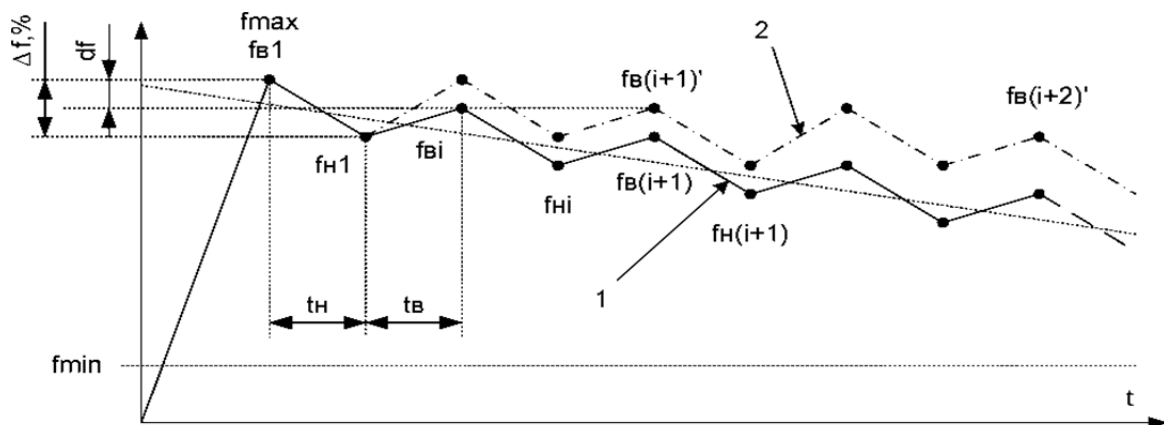


Рисунок 1 – Графік частоти ВСО в часі

Якщо параметри технологічного процесу ВСО вимагають більшої кількості циклів девіації (збільшення часу віброобробки переважно для більш важких деталей), то кількість циклів девіації може бути збільшено. Також для збільшення часу ВСО можливо зменшити крок зміни робочої частоти df . На графіку 1 рисунку 1 показана крива зміни частоти ВСО з кількістю циклів девіації $N = 2$. Якщо значення частоти f_{ni} буде менше кінцевої частоти ВСО f_{min} , то процес обробки деталі припиняється.

Висновки. Запропонований метод ВСО дозволяє виконати обробку більшості деталей з неявно вираженими резонансними піками. Даний метод дуже легко реалізується як на аналогових системах керування віброкомплексами, наприклад серії ВК, так і цифрових системах.

Список літератури

1. Рагульскис К. М., Стульпинас Б. Л., Толутис К. Б.; под ред. Рагульскиса К. М. Вибрационное старение [Текст]. Ленинград : Машиностроение, 1987. 72 с.
2. Задорожній М. О., Беш А. М., Пономарьов Д. С., Наливайко О. М. Спосіб зняття напруг в ливарних деталях: пат. № 9404 Україна. Опубл. 25.9.17.

РОЗДІЛ 9.

РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ

Розробка математичної моделі скалярної системи керування електроприводом дуттєвого вентилятора з ШІМ модуляцією

Квашнін В. О., Бабаш А. В., Деркаченко Б. Л.
Донбаська державна машинобудівна академія

Регулювання продуктивності тягодуттєвих вентиляторів зазвичай здійснювалося механічно. Це призводило до неточності регулювання, підвищеного енергоспоживання електроенергії з мережі. При вентиляторному навантаженні споживана електрична потужність з мережі залежить від швидкості обертання. При зниженні швидкості, споживана потужність зменшується у квадратичній залежності. Для регулювання швидкості асинхронного електропривода вентилятора доцільніше використовувати частотний перетворювач [1].

Мета роботи – розробка математичної моделі системи керування електроприводом вентилятора, яка адекватна фізичним процесам, які відбуваються при частотному регулюванні у сучасних комплектних асинхронних електроприводах.

Задачі дослідження:

- літературний огляд;
- розробка функціональної та структурної схем системи керування частотного електроприводу;
- розрахунок параметрів та коефіцієнтів математичної моделі системи керування асинхронним електроприводом;
- розробка генератора ШІМ модульованої трифазної напруги;
- моделювання системи керування у Matlab Simulink.

Для приведення до руху дуттєвого вентилятора ВДН-15 та забезпечення потрібної якості технологічного процесу використовується перетворювач частоти Delta Electronics зі скалярним керуванням [2–3].

Структурна схема скалярної системи керування асинхронним електроприводом представлена на рисунку 1.

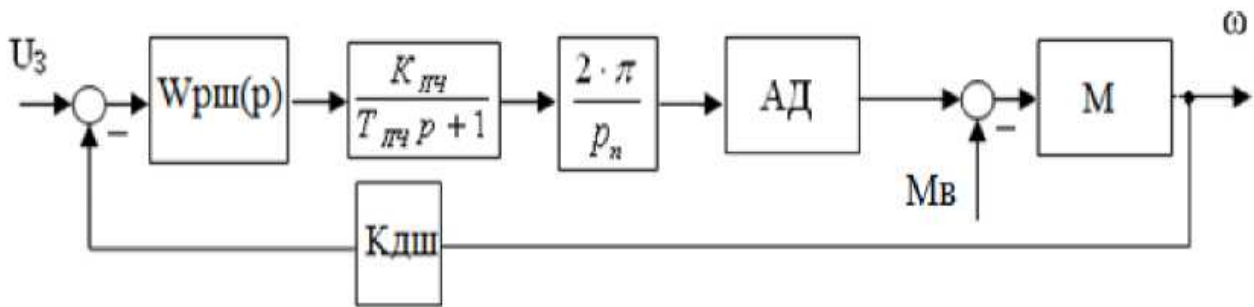


Рисунок 1 – Структурна схема скалярної системи керування електроприводом вентилятора

На рисунку 1 прийняті наступні позначення: $W_{рш}(p)$ - передатна функція регулятора швидкості; АД – асинхронний двигун; М – механічна частина механізму вентилятора; $M_{в}$ – вентиляторний момент навантаження; $K_{дш}$ – коефіцієнт датчику швидкості; $K_{пч}$ – коефіцієнт передачі перетворювача частоти.

Математична модель скалярної системи керування в основу якої покладена трифазна модель асинхронного електродвигуна представлена на рисунку 2.

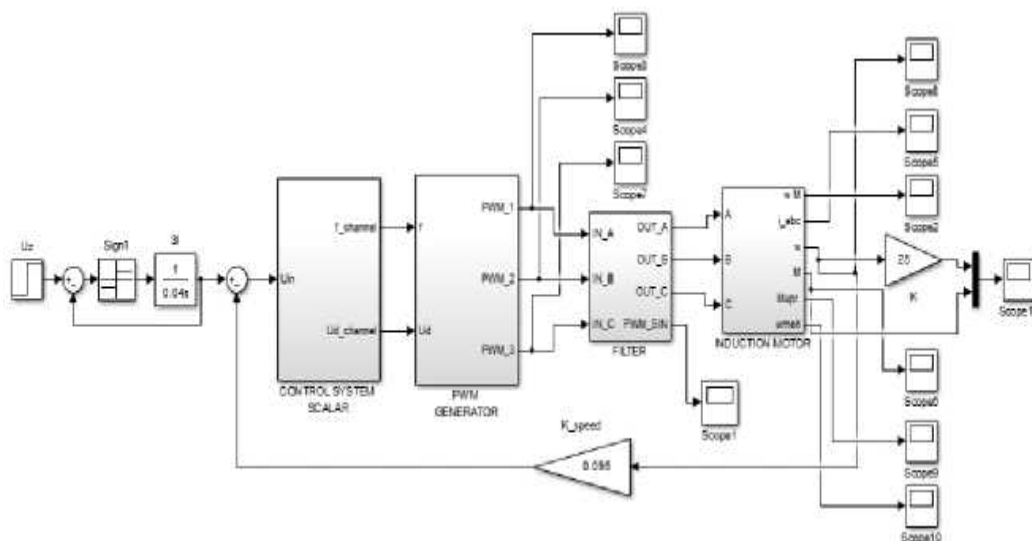


Рисунок 2 – Математична модель скалярної системи керування на основі трифазної моделі асинхронного двигуна

Блок формування трифазної напруги та частоти за допомогою ШІМ, робота блоку фільтру (Filter), який перетворює ШІМ сигнал на синусоїдальний трифазний сигнал напруги, яка подається на входи асинхронного двигуна показані на рисунку 3.

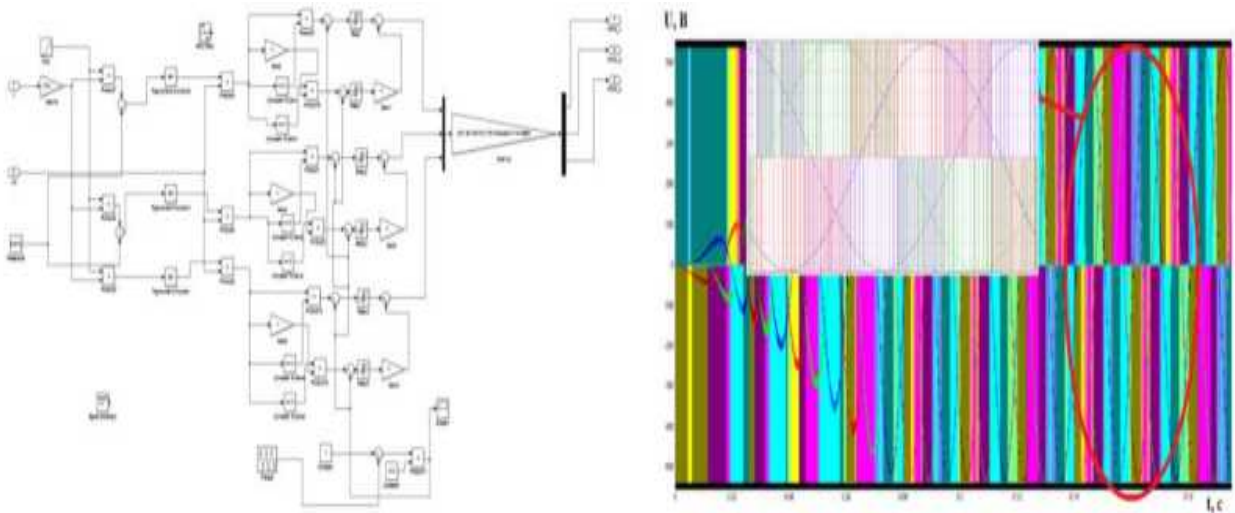


Рисунок 3 – Математична реалізація блоку PWM Generator та ілюстрація роботи блоку Filter для формування синусоїдального сигналу напруги у Matlab Simulink

Перехідні процеси кутової швидкості та моменту асинхронного двигуна з імітацією вентиляторного навантаження наведені на рисунку 4.

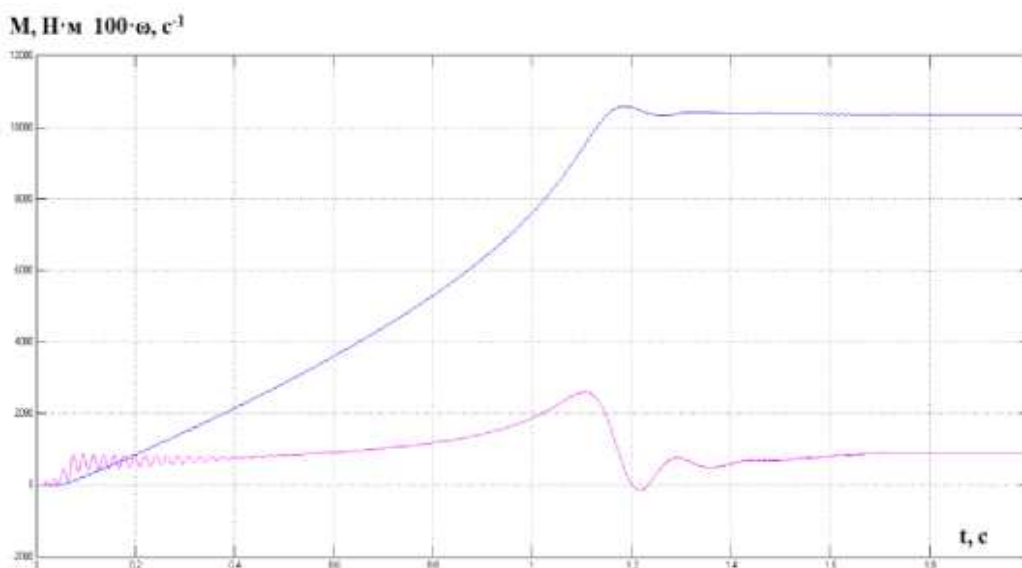


Рисунок 4 – Кутова швидкість та момент асинхронного двигуна

Висновки. Таким чином, отримана математична модель скалярної системи керування частотного електроприводу дуттєвого вентилятора з ШІМ модуляцією, яка є адекватною реальним фізичним процесам, які відбуваються у сучасному частотному перетворювачі.

Список літератури

1. Слежановский О. В., Дацковский Л. Х., Кузнецов И. С., Лебедев Е. Д., Тарасенко Л. М. Системы подчиненного регулирования электроприводами переменного тока с вентильными преобразователями / под ред. Слежановского О. В. Москва: Энергия, 1983.
2. Усольцев А. А. Современный асинхронный электропривод оптико-механических комплексов: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГУИТМО, 2011. 164 с.
3. Козярук А. Е., Рудаков В. В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская электротехническая компания, 2002 г. С. 75.

Огляд сучасних способів керування змінними в автоматизованому електроприводі

Шеремет О. І., Огнєв О. Г., Пащенко В. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні автоматизовані електроприводи (АЕП) в залежності від способів формування їх електромагнітних змінних можна розділити на чотири основні групи:

- розімкнені системи керування електроприводами (СКЕП) з фіксованим зв'язком між амплітудою і частотою напруги статора;
- замкнені СКЕП з контролем векторних змінних стану АД по модулю – це так звані «невекторні», скалярні системи;
- замкнені СКЕП з регулюванням векторних змінних по миттєвим значенням (по модулю і по фазі) – це АЕП з векторними принципами управління;
- замкнені СКЕП з прямим керуванням моментом.

Перевага розімкнутих СКЕП – це їх простота, висока надійність і низька вартість. Однак відсутність зворотних зв'язків обумовлює неможливість компенсації статичного зниження швидкості, що обмежує діапазон її регулювання до (5–20):1, а також виключає можливість формування

необхідного характеру перехідних процесів. Більш того, прийнятні характеристики в статиці можуть забезпечуватися лише при окремих поєднаннях швидкостей обертання і моментів навантаження, що визначається використовуваною залежністю $U(f)$.

Мета роботи – проведення аналітичного огляду сучасних способів керування змінними в автоматизованому електроприводі.

Задачі дослідження:

- огляд можливостей СКЕП з регулюванням модуля вектора струму статора і абсолютного ковзання, побудована на принципах підпорядкованого регулювання;
- аналіз переваг та недоліків систем з безпосереднім регулюванням моменту, заснованих на розгляді процесів в АД в ортогональних координатах, орієнтованих по вектору струму статора.

У більшості випадків необхідний діапазон при заданій якості регулювання швидкості не може досягатися при використанні розімкнених СКЕП, що обумовлює введення відповідних зворотних зв'язків. Найбільш простими і недорогими є СКЕП з регулюванням модуля вектора струму статора і абсолютного ковзання, побудовані на принципах підпорядкованого регулювання (частотно-струмові системи) [1–3]. Подібні неекторні системи забезпечують досить хороші статичні параметри і прийнятні динамічні показники, здатні задовольнити вимогам широкого класу загальнопромислових механізмів, де не потрібна підвищена якість перехідних процесів при відпрацюванні як сигналів завдання, так і збурень, а важлива лише підтримка координат на заданому рівні в статиці.

Для забезпечення більш високої якості регулювання швидкості необхідно безпосереднє управління моментом АД з введенням відповідного зворотного зв'язку. У роботах [3–5] показано підхід до реалізації безпосереднього регулювання моменту, заснований на розгляді процесів в АД в ортогональних координатах, орієнтованих по вектору струму статора. При цьому вектор напруги статора формується за законом, що полягає в наступному. Проекція вектора напруги на напрямок вектора струму статора визначає його модуль,

а інша ортогональна проекція задається контуром регулювання моменту. При цьому абсолютне ковзання формується з використанням вихідного сигналу регулятора швидкості. Важливою перевагою зазначеної системи є її здатність побічно регулювати потік при відсутності необхідності в його прямому вимірюванні чи непрямому відновленні.

Система з регулюванням модуля вектора струму статора, абсолютного ковзання і електромагнітного моменту має багато спільного з вже згаданими частотно-струмовими системами, але забезпечує значно вищі показники якості регулювання координат АЕП. Усунення з цієї СКЕП функції безпосереднього регулювання моменту трансформує її по суті в звичайну частотно-струмову систему. Недоліком зазначеної системи є відносна громіздкість її структури. Показники якості регулювання координат в такій системі все ж поступаються показникам, забезпечуваним системами векторного керування [4].

Ряд об'єктів, до яких можна віднести механізми подачі і головного руху металорізальних верстатів і обробних центрів, високоточні системи стеження і наведення, пред'являють підвищені вимоги до статичних і динамічних характеристик електропривода (необхідний широкий діапазон регулювання швидкості і висока швидкодія при відпрацюванні керуючих і збурювальних впливів). Ці вимоги не можуть бути виконані при застосуванні всіх перерахованих вище систем керування АЕП. За таких обставин необхідне використання систем керування, побудованих на векторних принципах [6].

Отже, векторні принципи керування мають на увазі орієнтацію однієї з електромагнітних векторних змінних АД (як правило, це вектор струму статора) відносно якоїсь іншої його векторної змінної (наприклад, вектора потокозчеплення ротора) у всіх режимах роботи приводу (і в статиці, і в динаміці). Причому зазначена орієнтація здійснюється таким чином, що одна з компонент вектора струму статора – намагнічуюча складова, колінеарна вектору потокозчеплення ротора, стабілізується на постійному рівні, забезпечуючи сталість модуля вектора $\bar{\Psi}_R$, а інша його компонента – моментна складова, ортогональна вектору $\bar{\Psi}_R$, регулюється в функції необхідної величини моменту.

Список літератури

1. Шубенко В. А., Браславский И. Я. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением. Москва: Энергия, 1972. 200 с.
2. Бродовский В. Н. Приводы с частотно-токовым управлением. Москва: Энергия, 1974. 169 с.
3. Сандлер А. С., Сарбатов Р. С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. Москва: Энергия, 1974. 328 с.
4. Онищенко Г. Б., Локтева И. Л. Асинхронные вентиляные каскады и двигатели двойного питания. Москва: Энергия, 1979. 200 с.
5. Шрейнер Р. Т., Дмитренко Ю. А. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами. Кишинев: Штиинца, 1982. 234 с.
6. Эпштейн И. И. Автоматизированный электропривод переменного тока. Москва: Энергоиздат, 1982. 192 с.

Дослідження методів регулювання швидкості в асинхронних електроприводах

Суботін О. В., Шевченко Б. О.

Донбаська державна машинобудівна академія

Продуктивність технологічного обладнання в значній мірі визначається рівнем його автоматизації, основною ланкою якої є електропривод (ЕП). Для реалізації плавного пуску, синхронізації робочих елементів, обмеження динамічних навантажень при перехідних процесах застосовуються керовані асинхронні частотно-регульовані електроприводи [1].

Активне впровадження і застосування дводвигунових електроприводів в механізмах переміщення різного промислового призначення накладає певні вимоги до процесу синхронізації частот обертання двигунів, так як можлива нерівність швидкостей в реальних системах в більшості випадків веде до виникнення механічних коливань в об'єкті регулювання і, як наслідок, до збільшення навантаження на ЕП і енергоспоживання. Тому дослідження, спрямовані на розробку та вдосконалення систем електроприводу, є актуальним завданням, так як стосуються підвищення енергоефективності та збільшення надійності роботи механізму в цілому [2].

Для вирішення завдань регулювання швидкості і моменту в сучасному електроприводі застосовують два основні методи частотного управління: скалярне й векторне керування.

Асинхронний електропривод з частотним скалярним керуванням є найбільш простим. Він застосовується для приводу насосів, вентиляторів, компресорів, конвеєрів та інших найпростіших виробничих механізмів. Основний принцип скалярного керування полягає в зміні частоти і амплітуди напруги, що живить двигун. Це забезпечує сталість перевантажувальної здатності приводу при зміні частоти тільки в області її великих значень, при малих частотах істотно зменшуються пусковий і максимальний моменти. Максимальний діапазон регулювання швидкості обертання двигуна при постійному значенні моменту опору для приводів зі скалярним керуванням досягає 1:10.

Метод скалярного керування відносно простий в реалізації, але має низку істотних недоліків [1,2]: не можна досягти високої точності регулювання асинхронним двигуном, установка датчика швидкості вирішує цю проблему, а у випадку з синхронним двигуном при зміні навантаження можна зовсім втратити керування; складно управляти моментом; неможлива підтримка одночасно моменту і швидкості.

При частотному векторному керуванні забезпечується незалежне регулювання двох основних параметрів ЕП - моменту на валу і швидкості обертання валу двигуна. У систему управління ЕП закладена математична модель двигуна, яка дозволяє розраховувати момент на валу і швидкість обертання двигуна. При цьому важливими є тільки датчики струму фаз статора двигуна (без вбудованих датчиків потоку двигуна і без датчика швидкості). В даний час визначилося два класи систем векторного керування – бездатчикові системи (без датчика швидкості на валу двигуна) і системи зі зворотним зв'язком за швидкістю [3].

Переваги систем електроприводу з векторним керуванням: висока точність регулювання швидкості навіть без датчика швидкості; плавне обертання двигуна в області малих значень швидкості; можливість забезпечення номінального моменту двигуна при нульовій швидкості в системах з датчиком швидкості; можливість отримання максимальних

моментів електроприводу в пуско-гальмівних режимах, що перевищують значення критичного моменту асинхронного електродвигуна.

Вимога підвищення продуктивності механізму, узгодження швидкостей і рівномірного розподілу навантажень в багатодвигунному електроприводі, зумовлюють необхідність регулювання швидкості ЕП, діапазон якого залежить від вимог конкретного технологічного процесу.

Дослідження показали [2, 4], що ЕП з частотним скалярним керуванням забезпечує стабільну роботу в області частот вище 20–25 Гц, що дозволяє регулювати швидкість двигуна вниз від номінальної, але дає погані результати керування в області малих частот і не дозволяє сформувати плавні процеси пуску і гальмування двигуна, а також стійку роботу на малих швидкостях. Практично неможливо вибрати єдину настройку для режимів пуску з навантаженням і без нього, це є негативною особливістю скалярного управління.

Електропривод з частотним векторним керуванням дозволяє добре справлятися з регулюванням швидкості на низьких частотах, що підвищує точність регулювання. Так само, застосування векторного керування дозволяє поліпшити динамічні характеристики електроприводу, розширити діапазон регулювання швидкості і обмежити момент на заданому рівні.

Висновки. Таким чином, при виборі способу керування слід враховувати зазначені вище їхні переваги й недоліки, а також вимоги, що пред'являються до виробничого механізму і технологічного процесу в цілому.

Список літератури

- 1. Булгаков А. А. Частотное управление асинхронными двигателями. Москва: Энергоиздат, 1982. 216 с.*
- 2. Браславский И. Я., Ишиматов З. Ш., Поляков В. Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Москва: Академия, 2004. 256 с.*
- 3. Виноградов А. Б., Сибирцев А. Н., Колодин И. Ю. Адаптивно-векторная система управления бездатчикового асинхронного электропривода серии ЭПВ. Силовая электроника. 2006. № 3.*
- 4. Тарасов А. С. Векторное управление асинхронным двигателем для механизмов ленточных конвейеров. Микропроцессорные, аналоговые. Цифровые и электромеханические устройства и системы: Материалы Международной научно-практической конференции. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. С. 48–54.*

Адаптивна ідентифікація параметрів асинхронного електропривода при векторном управлінні

Держевецький В. В.

Донецький національний технічний університет

Обробка даних, в тому числі і результатів експерименту, є найважливішим засобом отримання нових знань. Ці дослідження дають критерії оцінки обґрунтованості та прийнятності на практиці теоретичних припущень. В даний час перед виробниками підйомно-транспортного обладнання, а також підприємствами, що експлуатують таке обладнання, стоїть завдання підвищення надійності його роботи та інших експлуатаційних характеристик [1]. Для виробників підйомно-транспортного обладнання це пов'язано з необхідністю випуску конкурентоспроможної продукції, що задовольняє вимогам кінцевих споживачів (виконуючи вимоги замовника). У свою чергу підприємства, що експлуатують кранове обладнання, зацікавлені в проведенні його модернізації, яка дозволяє економити значні кошти, в порівнянні з закупівлею нового підйомно-транспортного обладнання, внаслідок пред'явлення високих вимог до системи управління краном та електроприводом [2].

Об'єктом дослідження – вантажопідіймальний кран. В роботі досліджуються системи вимірювання ваги вантажів мостовим вантажопідіймальним краном, методи та засоби вимірювання фізичних параметрів зважування вантажів.

В ході досліджень реалізована структура векторного керування асинхронним двигуном. Моделювання системи управління дозволило зробити висновок про адекватність настройки регуляторів за встановленими параметрами (схема заміщення двигуна), а також про правильну роботу алгоритмів в блоках оцінки потокозчеплення ротора й обмеження моменту [3]. Моделювання векторної системи управління АД дозволить надалі виключити помилки і неточності при проектуванні системи управління двигуном, а також провести налагодження алгоритмів управління в багатьох режимах роботи

системи управління. При побудові моделі системи векторного управління виконаний синтез контурів регулювання швидкості і струму. Сформовано передавальна функція ПІ-регулятора швидкості:

$$W_{PC} = \frac{1}{2T_{\mu C}(T_{\mu CP}+1) \cdot \frac{2}{3Z_p \Psi_R} \cdot \frac{1}{T_{\mu p}+1} \cdot \frac{1}{2H_p+FTP}} \quad (1)$$

Висновки. Проведено налаштування контуру струму на технічний оптимум та інші параметри. Оцінка та ідентифікація параметрів асинхронної машини є актуальними. Тому надалі значення цих параметрів буде використовуватися для створення програмної частини системи керування електроприводом. Реалізація ідентифікації параметрів в режимі реального часу в системі векторного керування дозволить реалізувати систему бездатчикового управління.

Список літератури

1. Зиновьев А. Ю. *Современные системы автоматизации и приводов фирмы «Siemens» для кранового оборудования. Подъемно-транспортное оборудование. 2001. № 2–3.*
2. Преобразователь частоты AFE – надежное решение Для подъемно-транспортного оборудования. URL: <https://www.se.com/ua/ru/product-range-presentation/7555-altivar-afe-%28active-front-end%29/>
3. Держевецкий В. В. *Впровадження інноваційних технологій і принципів «індустрії 4.0» з урахуванням показників соціально-економічного становища промисловості України та донецької області. Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку : матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Черкаси, 2020. С. 137–139.*

Концепція проектування системи електроприводу технологічних машин за принципом резонансної електромеханічної взаємодії з мінімізацією впливу пружних механічних коливань

Задорожня І. М., Задорожній М. О., Стародубцев О. С., Пауков В. В.
Донбаська державна машинобудівна академія

Основним структурним елементом автоматизації технологічних машин є регульований електропривод, до ключових завдань якого незалежно від

режимів функціонування в технологічному циклі відносять забезпечення заданої точності руху виконавчих органів та обмеження динамічних навантажень електричного і механічного обладнання [1, 2], що при проектуванні високопродуктивних, надійних і точних машин без урахування впливу на динаміку електроприводу пружних механічних коливань фізично неправомірно та економічно недоцільно.

Наявність пружних ланок механічних передач в перехідних процесах приводу машин при керуючій та збурюючій діях сприяє збудженню коливань і, відповідно, зростанню динамічних навантажень з відхиленням процесів регулювання координат робочого механізму від таких, що вимагає технологія. Періодичні динамічні навантаження спричиняють втомне руйнування деталей передач, коливання якоря (ротора) при обертанні двигуна з підвищенням струмового (теплого) навантаження обмоток і, відповідно, коливань струму і додаткової складової електрорушійної сили (ЕРС) перетворювача.

Електропривод за рахунок фізичних властивостей здатний демпфірувати коливальні складові складного руху єдиної системи за рахунок прояву електромеханічної взаємодії [3, 4], що забезпечить збереження гарантованого ресурсу та підвищить надійність функціонування обладнання при високій якості виконання технологічних операцій машини.

При проектуванні електромеханічних приводів технологічних машин використовуються традиційні методи синтезу, які ґрунтуються на задачах оптимізації з метою мінімізації реакції електроприводу в перехідних режимах при дії сил пружного зв'язку як зовнішнього збурення (задачі фільтрації, динамічне огрубіння, інерційне демпфірування) [5-7]. Традиційні методи синтезу електромеханічних систем приводів машин не забезпечують необхідної точності регулювання та мінімізації коливальності. ЕП при певних співвідношеннях параметрів проявляє демпфуючу дію на пружні механічні коливання, що дозволяє вирішити при синтезі актуальну задачу обмеження динамічних навантажень в ЕМС технологічних машин і наблизити перехідні

процеси до оптимальних згідно заданому критерію – мінімуму коливальності (максимуму демпфірування). В рамках синергетичного підходу пропонується концепція проектування електроприводу технологічних машин на основі дієвих та продуктивних методів синтезу систем автоматичного керування з реалізацією активного демпфірування власне електроприводом пружних механічних коливань на основі особливих ефектів резонансної електро-механічної взаємодії [8].

При дослідженні класу технологічних машин з пружними зв'язками, параметри механічної частини яких характеризуються коефіцієнтом співвідношення інерційних мас $1,1 < \gamma < 5,0$ та частотою власних коливань $\Omega_{12} = 50\text{--}125 \text{ c}^{-1}$, були встановлені закономірності граничного ступеня активного демпфірування електроприводом пружних коливань. На підставі співвідношень взаємозв'язку показників динамічних властивостей електромагнітної і механічної підсистем електроприводу визначені аналітичні формули для розрахунку оптимальних значень параметрів регуляторів і постійних часу контурів регулювання. Оптимальні параметри системи керування забезпечать мінімальну коливальність координат електроприводу при заданій точності регулювання координат електропривода. Методи синтезу електроприводів на основі ефектів резонансного електромеханічної взаємодії відповідають положенням системного аналізу, так як запропоновані співвідношення оптимізації враховують властивості електромагнітної і механічної підсистем (конструктивні, механічні способи демпфірування), а також вимоги технологічного процесу.

Пропоновані алгоритми синтезу після теоретичної «шліфування» перевірялися моделюванням процесів на ЕОМ при дослідженні перехідних процесів на лабораторному стенді, були перевірені експериментально та практично при модернізації та проектуванні електроприводів важких машин на ПрАТ «НКМЗ» [9–11], а також можуть бути використані при теоретичних дослідженнях динамічних показників керованих перетворювачів комплектних

електроприводів при активному демпфіруванні пружних коливань і в практичній діяльності при виборі параметрів обмежень за струмом та електрорушійною силою.

Список літератури

1. Ключев В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода. Москва: Энергия, 1971. 320 с.
2. Борцов Ю. А., Соколовский Г. Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. Санкт-Петербург, Энергоиздат, 1992. 228 с.
3. Земляков В. Д., Задорожний Н. А. О демпфировании электроприводом постоянного тока упругих электромеханических колебаний. Изв. вузов. Электромеханика. 1984. № 5. С. 92–98.
4. Задорожний Н. А., Беш А. Н., Задорожня И. Н. Анализ демпфирующего действия электропривода с упругими механическими связями при астатическом регулировании. Електротехнічні та комп'ютерні системи. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика» – Київ : Техніка. 2011. Вип. 03(79). С. 101–104.
5. Башарин А. В., Соколовский Г. Г., Новиков В. А. Управление электроприводами. Ленинград: Энергоатомиздат, 1982. 392 с.
6. Бургин Б. Ш. Анализ и синтез двухмассовых электромеханических систем. Новосибирск: Новосиб. электротехн. ин-т, 1992. 199 с.
7. Автоматизированные электромеханические системы с модальными регуляторами и наблюдателями состояния. Сб. научных статей под ред. В. Б. Клепикова, Л. В. Акимова. Харьков: ХГПУ, 1997. 89 с.
8. Задорожний Н. А., Задорожня И. Н. Взаимосвязи и оптимизация параметров двухмассовых электромеханических систем: монографія. Краматорск: ДГМА, 2015. 216 с.
9. Ребедак О. А., Бакан С. А., Задорожний Н. А. Оптимизация режимов работы слябового подъемника машины непрерывного литья заготовок с целью ограничения динамических нагрузок. Електромех. і енергозберігаючі системи. 2012. Вип. 3. С. 439–444.
10. Задорожний Н. А., Ребедак О. А., Задорожня И. Н. Особенности работы механизма подачи глубокорасточного станка КЖ-1910 в режиме низких скоростей. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Харків: НТУ ХПІ, 2013. № 36(1009). С. 209–210.
11. Ребедак О. А., Задорожний Н. А., Верешко В. П., Бакан С. А. Особенности работы многодвигательных электроприводов кранов металлургических электрических литейных. Національного технічного університету "ХПІ". Харків: НТУ "ХПІ", 2015. № 12. С. 190–194.

РОЗДІЛ 10.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ

Оцінка ефективності впровадження електронного навчання

Держевецька М. А.¹, Кухтик Т. В.²

¹Донецький національний медичний університет,
²Донбаський інститут техніки та менеджменту Міжнародного науково-технічного університету імені академіка Юрія Бугая

У сучасному суспільстві будь-яка діяльність людини все більшою мірою пов'язана з поширенням і використанням мережі Інтернет - це електронні черги в різні структурні підрозділи, прийом громадян установами, електронні довідники тощо. Одним з найбільш стрімко розвинутих напрямків такої діяльності є навчання в електронній формі через мережу Інтернет (e-Learning). Під e-learning будемо розуміти навчання, засноване на використанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Тому і питання про оцінку ефективності застосування такого навчання набуває особливої актуальності [1].

Ця увага приділяється тому що електронне навчання розглядається як базова технологія реалізації концепції безперервної освіти і, як наслідок, ключовою технологією з позиції розвитку економіки знань. Нова економіка знаходиться на стадії інтенсивного формування, тому не всі теоретичні положення набули завершеної форми. Зокрема, в силу відносно недавньої появи та високих темпів розвитку послуг електронного навчання їх місце в системі сучасних економічних і організаційних відносин у сфері послуг досліджено недостатньо.

Актуальність і недостатня розробленість питань економічної ефективності послуг електронного навчання визначили вибір теми роботи. Постало питання про необхідність вирішення наступних завдань: вивчення основних теоретичних положень і термінів, пов'язаних з електронним навчанням; виокремлення переваг та недоліків електронного навчання; аналіз чинних інструментів e-Learning (Articulate, Geenio, Moodle, Docebo, iSpring Suite);

виявлення найбільш відповідної системи для впровадження в навчальний процес з використанням методу експертних оцінок; розрахунок показників ефективності для конкретної організації; висновки про ефективність впровадження інструментів e-learning в освітній процес даної організації [2].

Аналіз дослідження показав, що до основних переваг e-learning можна віднести:

- економія часу. У студентів і викладача немає необхідності бути присутнім очно на лекціях і тестах, витрачаючи час на дорогу до місця їх проведення. За даними Cedar Group, час навчання за допомогою e-learning скорочується на 35–45 %;

- зниження витрат. Відбувається оптимізація витрат на переїзд співробітників, проживання, оренду залів і оплату витрат бізнес-тренерів. За даними Cedar Group, вартість послуги електронного навчання дешевше інших форм освіти на 32–45 %. Передусім цей пункт важливий для приватних і корпоративних освітніх підприємств;

- можливість навчання у своєму темпі в будь-який зручний час;
- швидкість навчального матеріалу, який запам'ятовується, збільшився на 15–25 % в порівнянні з очними формами навчання;

- легкість актуалізації навчального матеріалу, прозорість процесу навчання, швидка доступність статистики для аналізу і можливість перегляду відеолекцій повторно [3].

До недоліків e-learning та шляхів їх усунення можна віднести:

- проблему ідентифікації особистості учня. Відсутня 100 % гарантія того, що саме цей студент відповідає на питання тесту. Для усунення цієї проблеми існує кілька варіантів рішень, які необхідно використовувати в комплексі: введення унікального логіна і пароля в систему, статичний ір адрес; використання ідентифікації відбитків пальців або сітківки ока; настройка системи тестування на моніторинг часових інтервалів на відповідь, тобто якщо студент відповідає занадто швидко на найскладніші питання, система подасть сигнал про можливі порушення; тестування учня під відеоконтролем викладача;

- відсутність мотивації ззовні та брак контролю, який характерно для очного навчання. Найбільший ефект від навчання за допомогою e-learning здатні отримати ті студенти, які мають високу внутрішню мотивацію. Крім того, грамотна побудова електронного курсу по системі Джона Келлера має на увазі створення у студента мотивації на подальше проходження курсу. Однак чим довше в часі навчальний курс, тим складніше утримувати увагу учня;

- дефіцит зворотного зв'язку між викладачем і студентами (якщо не використовується варіант інтерактивного вебінару). Відсутність живого спілкування тягне за собою певні обмеження в застосуванні. Наприклад, воно не підходить для розвитку навичок роботи в команді, впевненості і комунікабельності.

Однак, незважаючи на всі плюси та мінуси, дослідивши роботи вітчизняних і зарубіжних аналітиків, можна з упевненістю сказати, що при наявності якісного навчального контенту і грамотної побудови навчального курсу, в багатьох галузях ефективність електронної форми навчання не поступається ефективності очної форми навчання. На сьогоднішній день, це офіційно визнано на рівні ООН та ЮНЕСКО. У світі технології e-learning однаково затребувані як в сегменті індивідуальної освіти, так і в сфері корпоративного навчання. Наприклад, в Німеччині, за даними соціологів, роботодавці цінують дистанційне навчання навіть вище очного, бо якість цієї форми навчання не поступається очним формам, що досягається хорошим інформаційним забезпеченням і якістю іспитів при відсутності корупції. Розвиток ринку електронного навчання в Україні істотно відстає від світового ринку, в тому числі на рівні державної підтримки та централізованої організації процесу розвитку галузі. У той час як ринок e-learning Європи і США можна назвати зрілим, в Україні його становлення тільки наближається до середнього рівня. І на сьогоднішній день ринок електронного навчання є динамічним сегментом світової економіки.

Список літератури

1. Електронне навчання. URL: <https://iik.wikipedia.org/wiki> (дата звернення 03.06.2020).
2. Tarasov A. F., Getman I. A., Turlakova S. S., Stashkevych I. I., & Kozmenko S. M. (2020). *Methodological aspects of preparation of educational content on the basis of distance education platforms*. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper08.pdf> (дата звернення 03.06.2020).
3. *Delivering the exceptional since 1972*. URL: <https://www.cedargroup.uk.com/group/about-us.php> (дата звернення 03.06.2020).

Перевірка знань студентів у вигляді тестів (на прикладі ООП), плюси і мінуси підходу віддаленого навчання і контролю знань

Кузьменко В. Є.

Донбаська державна машинобудівна академія

Мета роботи: визначення, чи є виправданим використання програмних комплексів для створення тестів при віддаленому навчанні та контролі знань.

Результати досліджень.

Дану проблему досліджували Белозьорова С. І., Білозеров О. І. У дослідженні брали участь студенти, які навчаються за напрямом підготовки 09.03.03 «Прикладна інформатика» та вивчають дисципліну «Інтелектуальний аналіз даних». В результаті дослідження було з'ясовано, що використання системи Moodle дозволяє підвищити ефективність процесу навчання за рахунок більш широких можливостей, що надаються всім учасникам навчального процесу [1].

Для створення тестів і проведення нашого дослідження також застосовувалася оболонка дистанційної освіти Moodle.

У статті Парфенової А. С. було проведено дослідження в результаті, якого було з'ясовано, що найбільш перспективним середовищем, яка займає 54 % загального ринку дистанційного навчання є Moodle [3].

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, вимовляється «Мудла») – це модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, яке називають також системою управління навчанням (LMS), системою управління курсами (CMS), віртуальним навчальним середовищем (VLE) або просто платформою для навчання, надає викладачам,

учням та адміністраторам дуже розвинений набір інструментів для комп'ютеризованого навчання, в тому числі дистанційного [4].

З метою перевірки знань студентів система Moodle в основному використовує створені викладачем блоки тестових питань, так як тестування - це одна з найбільш ефективних форм оцінювання знань, умінь, навичок, що дозволяє виявляти не тільки рівень навчальних досягнень, але і структуру знань, ступінь її відхилення від норми за профілем відповідей студентів на тестові завдання [2].

Дисципліною, по якій велося оцінювання, було ООП (об'єктно-орієнтоване програмування).

В системі Moodle можливо створювати питання з множинним вибором, на відповідність, перетягування маркерів, есе (рисунок 1).

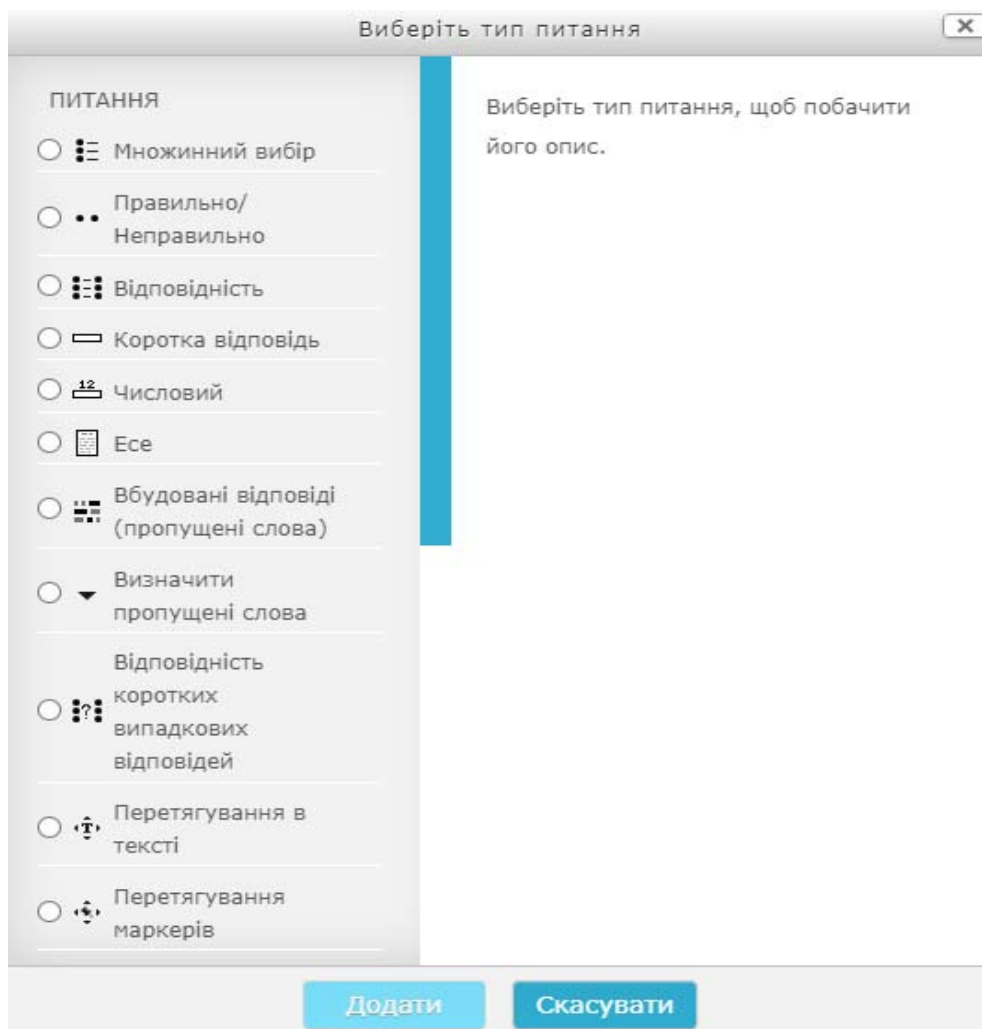


Рисунок 1 – Типи питань в системі Moodle

Попередньо в Moodle були викладені методичні вказівки, в яких знаходяться теоретичні відомості, а також рекомендації до виконання і захисту лабораторних робіт.

Після захистів лабораторних робіт студентам були доступні контрольні роботи з даної дисципліни, які були складені в тестовому вигляді питання з основних тем об'єктно-орієнтованого програмування: покажчики (36 тестів), структури (24 тестів), функції (51 тест), класи практика (72 тесту), класи теорія (76 тестів). Тестування складалося з питань з єдиним варіантів відповіді і питань з множинним вибором. Програмний код в тестових питаннях був представлений картинкою, щоб виключити можливість його швидкої перевірки студентами за допомогою компілятора. В кожній контрольній роботі було по 20 випадкових питань, обраних системою Moodle. Робота розрахована на годину часу. Іспит був представлений у вигляді тестових питань і питань у вигляді есе. Студенти писали код від руки, потім переписували його в поле форми. Викладач перевіряв код і ставив оцінку за іспит. Одним із прикладів тестів є практичне питання про класи (рисунок 2). В даному питанні наведено код, проаналізувавши який студент повинен відповісти на питання «Який результат виконання програми?».

Щоб тест з'явився в банку питань, необхідно вибрати категорію, в якій його потрібно зберегти. Наступним кроком буде написання назви питання. Далі потрібно додати питання в полі «Текст питання», вказавши один або більше правильних відповідей, бал оцінювання (за замовчуванням 1). Потім вказати правильні і неправильні відповіді і, в залежності від кількості обраних студентом правильних відповідей, зменшувати або збільшувати оцінку. Розбір наведеного на рисунку 2 коду показує, що помилка міститься в двох рядках: `base * bp = new derived;` `derived * bp = new base.` Якщо студент відповість на це питання, вибравши хоча б одну з цих рядків, то отримає 0.5 бала, обидві рядки – 1 бал.

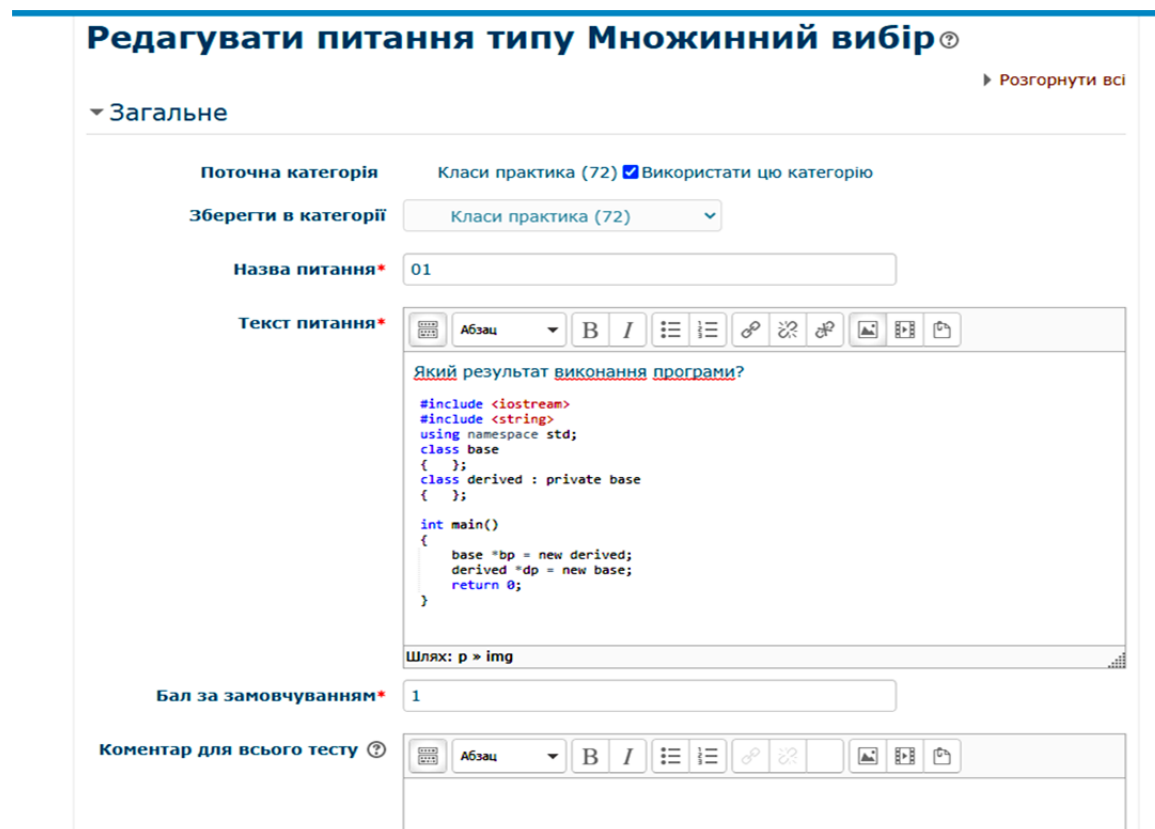


Рисунок 2 – Приклад тесту з дисципліни «ООП» в системі Moodle

В описаних вище контрольних роботах кожне питання оцінювалося максимальною оцінкою 5 балів. В системі Moodle передбачена можливість штрафних балів, які знімалися при виборі студентів неправильної відповіді в тестових завданнях множинного вибору. Припустимо, загальна кількість відповідей на питання було задано як чотири, але тільки два з яких правильні. Тоді за одну правильну відповідь студент отримує 50 % оцінки, при виборі неправильної відповіді – 50 % оцінки. З цього випливає, що при виборі всіх чотири варіанти відповідей питання буде оцінений в нуль балів.

Для того, щоб оцінити успішність студентів по заданих тем контрольної роботи, за виконаними тестами було відібрано 28 студентів з трьох різних груп (КН-19-1, КН-19-2, КН-19т) з дисципліни ООП.

Після написання контрольної роботи було проведено підрахунок і аналіз в кількісному та відсотковому співвідношенні студентів, які правильно відповіли на поставлені питання тесту в певній темі з дисципліни ООП в системі Moodle (рисунок 3).

Модуль. Тип питання	Правильно	Неправильно	Частково	Проц прав, %	Проц неправ, %	Проц част, %	Загальна кількість студентів
Модуль . Функції. Теорія	11	8	7	42%	31%	27%	26
Модуль . Функції. Практика	15	6	5	58%	23%	19%	26
Модуль. Показчики. Теорія	18	3	6	67%	11%	22%	27
Модуль. Показчики. Практика	12	9	5	43%	32%	18%	28
Модуль. Структури. Теорія	8	7	9	33%	29%	38%	24
Модуль. Структури. Практика	7	15	5	26%	56%	19%	27

Рисунок 3 – Статистика успішного написання контрольної роботи у вигляді тестів в системі Moodle

Дана таблиця містить колонки:

- Тема / Тип питання – тематика і тип решуваного тесту у контрольній роботі;
- Правильно / неправильно / частково – кількість студентів, які правильно / неправильно / частково відповіли на питання по заданій тематиці;
- Відсот. прав / відсот. неправ / відсот. част – аналогічні значення в процентному співвідношенні.

Висновки. виходячи з результатів, можна сказати, що студенти погано засвоїли тему «Структури» (практику і теорію). З цього випливає необхідність перегляду навчальної програми та виділення більшої кількості часу демонстрації прикладів коду, а також пояснення теоретичного матеріалу на лекції, впровадження нових методик викладання даного матеріалу. Гарне засвоєння студентами теми «Функції» (практика) і «Показчики» (теорія) свідчить про те, що методика викладання цих предметів себе виправдовує. В ході написання даної статті були виділені позитивні і негативні аспекти використання системи Moodle для віддаленого навчання. Позитивними аспектами можна назвати можливість навчання, незалежно від місця розташування студента, мобільність, мінімальне стресове навантаження для студента (можливість проходити навчальну програму в комфортних умовах), індивідуальний підхід. Мінусами є брак комунікації між студентом і викладачем, відсутність зорового контакту і неможливість контролювати ступінь самостійного проходження тесту студентом (без сторонніх підказок і запитів в Інтернеті), а також проблема ідентифікації користувача.

Список літератури

1. Белозёрова С. И., Белозеров О. И. Организация контроля знаний студентов в LMS Moodle. *Современные проблемы науки и образования*. 2018. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28270>.
2. Воронина Г. М. Организация работы с тестами. Москва: Просвещение, 1999.
3. Парфенова А. В. Оболочка дистанционного обучения Moodle как средство реализации системно-деятельностного подхода. *Вестн. РУДН. Сер. «Информатизация образования»*. 2013. № 1. С. 40–45.
4. Moodle в Україні. Що таке Moodle. URL: <https://moodle.org/mod/page/view.php?id=8174>

Модуль аналізу змін середньої успішності студентів у системі підтримки прийняття рішень при роботі з освітніми програмами та стандартами вищої освіти

Мельников О. Ю., Дідевич К. С.

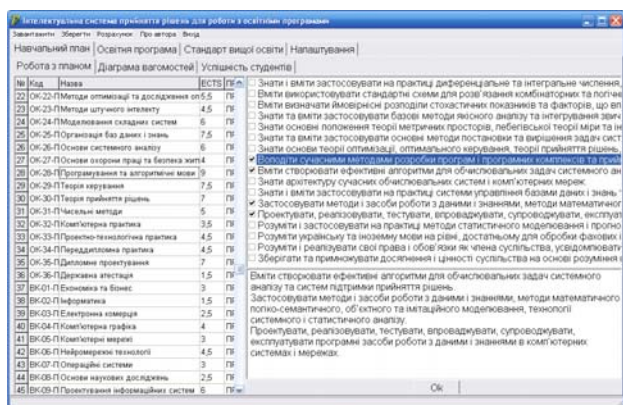
Донбаська державна машинобудівна академія

Стандарт вищої освіти – це сукупність норм, які встановлюють основну мету й задачі освіти, вимоги до змісту освіти, рівню підготовки фахівців, визначають спосіб діагностики якості вищої освіти [1–2]. Кожен заклад вищої освіти на основі затвердженого стандарту для кожної спеціальності розробляє освітню (освітньо-професійну або освітньо-наукову) програму, яка може затверджуватися або змінюватися щорічно. Створення освітніх програм на основі існуючих стандартів, їх порівняння та вдосконалення є творчим процесом, але необхідність постійного оновлення матеріалів та проведення оцінки якості вимагає залучення інформаційних систем та технологій.

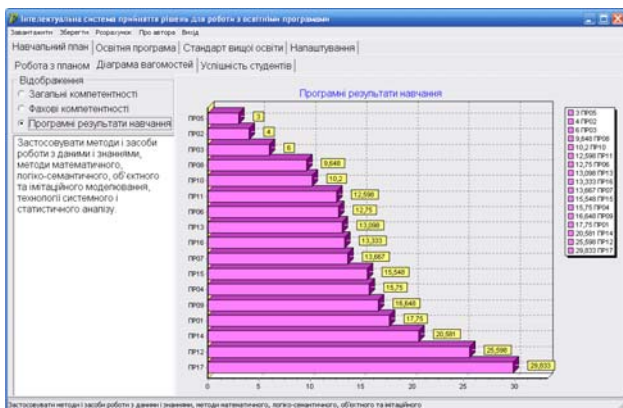
Було поставлено і вирішено задачу створення програмної системи, що дозволяла б працювати зі списком формованих компетенцій і по предметах, і програмних результатах навчання, надавати можливість імпортувати всі наявні дані, вносити зміни до будь-якого розділу, при цьому працювати з даними XLS-формату [3–4]. Робота зі стандартом вищої освіти дозволяє переглянути загальні компетентності, спеціальні компетентності та програмні результати навчання у вигляді матриці відповідності. Робота з освітньою програмою також дозволяє переглянути загальні компетентності, спеціальні компетентності та програмні результати навчання, у тому числі у вигляді матриці відповідності.

Робота з навчальним планом припускає встановлення відповідності кожної дисципліни програмним результатам за підсумками її вивчення (відношення «один до багатьох»). У правій нижній частині вікна виводяться всі програмні результати навчання з обраної дисципліни. Якщо користувачеві потрібно змінити вибір, він повинен його підтвердити натисканням кнопки «Ok». Ще одна особливість системи – можливість аналізу успішності студента або цілої групи в термінах компетенцій або програмних результатів навчання, які вони засвоїли. Вхідний файл «Група1.xls» містить оцінки студентів (у стовпцях) з кожної дисципліни навчального плану (у рядках).

Отримані за кілька років дані можна представити у вигляді часового ряду (часовий ряд – це зібраний в різні моменти часу статистичний матеріал про значення будь-яких параметрів досліджуваного процесу) і прогнозувати значення показників на майбутній рік з використанням регресійного аналізу [3].



а



б

Рисунок 1 – Робота із навчальним планом (а) і з вагомостями (б)

Результати розрахунку змін середньої успішності студентів наведено на рис. 2–4.

Випуск	2017	2018	2019	2020	прогноз на майбутній
ЗК01	77,6454689984102	73,5139393939394	77,8976034858388	76,6044717801581	76,5734032440796
ЗК02	77,5494652406417	73,4551351351352	77,8125	76,5354015512839	76,504563356135
ЗК03	78,3482972136223	75,3085714285714	77,9012605042017	76,739006339378	76,7339830137477
ЗК04	78,1411764705882	73,72125	77,8976034858388	76,3431036673929	76,3208260433755
ЗК05	78,9723183391004	75,78	78,1497326203209	76,8114312676942	76,8136267200046
ЗК06	78,9723183391004	75,78	78,1497326203209	76,8114312676942	76,8136267200046
ЗК07	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ЗК08	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ЗК09	78,2117647058824	72,2654545454545	77,1352941176471	74,794367201426	74,7824534486477
ЗК10	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ЗК11	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ЗК12	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ЗК13	78,8509803921569	74,1033333333333	78,2441176470588	76,4592810457515	76,4440074596964
ЗК14	78,5966386554622	75,0622222222222	76,2294117647059	74,262197323374	74,30783051654
ЗК15	77,3644501278772	75,3244444444444	77,9392156862745	77,4508023112627	77,4388791692768
ЗК16	77,7526737967914	74,0752941176471	78,2647058823529	77,2095900178253	77,1795395154782

Рисунок 2 – «Аналіз змін»: результати за компетенціями

Випуск	2017	2018	2019	2020	прогноз на майбутній
ПР01	73,3411764705882	71,64	78,8	80,0525490196078	80,0795395934572
ПР02	79,0294117647059	72,7	82,9705882352942	82,1745098039219	82,0133457738818
ПР03	81,5588235294118	83,88	74,6176470588236	73,0776470588235	73,1185503501507
ПР04	69,1176470588235	66,14	73,4411764705882	73,8898039215683	73,8496203684495
ПР05	70	63,4	78,3529411764706	78,9372549019608	78,7114894449402
ПР06	81	71,832	78,2352941176471	74,2577254901962	74,2995641906859
ПР07	76,5441176470588	72,39	75,843137254902	74,2247712418301	74,217564264684
ПР08	80,1512605042017	76,736	75,1058823529412	72,2856694677866	72,4366045613896
ПР09	77,5470588235294	74,46	77,421568627451	76,3507189542484	76,3390489604519
ПР10	78,7941176470588	70,37	78,764705882353	75,9468627450981	75,8418398709144
ПР11	81,1045751633987	75,6057142857143	79,0294117647059	76,5047370059133	76,5372705138665
ПР12	79,3272058823529	74,8153846153846	79,1117647058824	77,5360105580694	77,5122414209672
ПР13	80,3235294117647	77,185	78,8137254901961	77,2642810457517	77,2831692245492
ПР14	79,606334841629	72,048	79,9019607843137	77,4810578179989	77,3841719597802
ПР15	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ПР16	74,5617647058824	72,6571428571429	77,0735294117647	77,2759103641456	77,2601681693691

Рисунок 3 – «Аналіз змін»: результати за ПРН

Випуск	2017	2018	2019	2020	прогноз на майбутній
	74,7993079584775	69,9538461538462	75,8778280542987	74,262197323374	74,30783051654
хуже	ФК05	ФК05	ФК05	ЗК14	ЗК14
	79,1764705882353	75,78	79,0710784313726	78,8669117647059	78,8442030868785
лучше	ФК04	ЗК05	ФК11	ФК11	ФК11
ПР01	73,3411764705882	71,64	78,8	80,0525490196078	80,0795395934572
ПР02	79,0294117647059	72,7	82,9705882352942	82,1745098039219	82,0133457738818
ПР03	81,5588235294118	83,88	74,6176470588236	73,0776470588235	73,1185503501507
ПР04	69,1176470588235	66,14	73,4411764705882	73,8898039215683	73,8496203684495
ПР05	70	63,4	78,3529411764706	78,9372549019608	78,7114894449402
ПР06	81	71,832	78,2352941176471	74,2577254901962	74,2995641906859
ПР07	76,5441176470588	72,39	75,843137254902	74,2247712418301	74,217564264684
ПР08	80,1512605042017	76,736	75,1058823529412	72,2856694677866	72,4366045613896
ПР09	77,5470588235294	74,46	77,421568627451	76,3507189542484	76,3390489604519
ПР10	78,7941176470588	70,37	78,764705882353	75,9468627450981	75,8418398709144
ПР11	81,1045751633987	75,6057142857143	79,0294117647059	76,5047370059133	76,5372705138665
ПР12	79,3272058823529	74,8153846153846	79,1117647058824	77,5360105580694	77,5122414209672
ПР13	80,3235294117647	77,185	78,8137254901961	77,2642810457517	77,2831692245492
ПР14	79,606334841629	72,048	79,9019607843137	77,4810578179989	77,3841719597802
ПР15	77,3676470588235	72,97	77,3529411764706	75,8821568627451	75,8538504841017
ПР16	74,5617647058824	72,6571428571429	77,0735294117647	77,2759103641456	77,2601681693691
ПР17	77,296568627451	74,5155555555555	79,4542483660131	79,2464705882358	79,2133419142116
	69,1176470588235	63,4	73,4411764705882	72,2856694677866	72,4366045613896
хуже	ПР04	ПР05	ПР04	ПР08	ПР08
	81,5588235294118	83,88	82,9705882352942	82,1745098039219	82,0133457738818
лучше	ПР03	ПР03	ПР02	ПР02	ПР02

Рисунок 4 – «Аналіз змін»: найкращі та найгірші результати

Висновки. Розроблено додаток (застосунок), який дозволяє проводити аналіз змін середньої успішності студентів у термінах компетенцій та програмних результатів навчання у системі підтримки прийняття рішень при аналізі освітніх програм та стандартів вищої освіти.

Список літератури

1. Наказ Міністерства освіти і науки України від 1.06.2016р. № 600 «Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти». URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MUS23764.html.
2. Затверджені стандарти вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti>.
3. Мельников А. Ю., Дидевич Е. С. Приложение для работы с образовательными программами и стандартами высшего образования. Автоматизация та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2019. С. 178–180.
4. Мельников О. Ю., Дидевич К. С. Інформаційна система для роботи з освітніми програмами та стандартами вищої освіти. Цифрова економіка та інформаційні технології: збірник тез міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 15–16 квітня 2020 р. Київ: ДУІТ, 2020. С. 65–67.
5. Крянев А. В., Лукин Г. В. Математические методы обработки неопределенных данных. Москва: Физматлит, 2003. 216 с.

Огляд засобів моделювання роботи різних типів мереж для підготовки фахівців з комп'ютерних наук

Алтухов О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Вивчення роботи сучасних технологій комп'ютерних мереж потребує від вищого навчального закладу суттєвих вкладень у лабораторну базу, яка складається з коштовного устаткування та окремих аудиторій для розміщення устаткування. Для навчання студентів різним видам устаткування та програмного забезпечення необхідно забезпечити навчальний процес сегментами сучасних кабельних систем, таких як кручена пара та оптоволокно, xDSL, сегментами бездротових мереж, таких як Wi-Fi, Wi-Max, Bluetooth та їх комутаційного устаткування. Значну увагу необхідно приділяти налаштуванню мережевого устаткування: маршрутизатори та комутатори, при роботі у різних конфігураціях мереж. Забезпечити такі вимоги для підготовки фахівців з комп'ютерних наук дуже складно у навчальному процесі і це вимагає пошуку програмних засобів моделювання роботи різних мереж.

Однією з перших програм для моделювання роботи різних типів мереж була програма NetCracker Professional від компанії NetCracker Technology [1], яка дозволяла побудувати мережеву інфраструктуру локального, регіонального й глобального рівня та виконати моделювання її роботи. NetCracker Professional дозволяє виконувати проектування, моделювання та аналіз мереж будь-якого масштабу та складності на основі великою бази мережевого устаткування світових виробників. Але це коштовне комерційне програмне забезпечення не зможуть дозволити собі багато вищих навчальних закладів. Заміною комерційного програмного забезпечення NetCracker Professional може виступати програма Opnet Modeler Academic Edition компанії Riverbed [2]. Програмне забезпечення Opnet Modeler Academic Edition розповсюджувалося безкоштовно після реєстрації на сайті компанії. Opnet Modeler Academic Edition використовується у ряді вищих навчальних закладів України для моделювання роботи мереж й при впровадженні нового курсу з використанням Opnet Modeler

Academic Edition можливо скористатися розробленими методичними вказівками.

Крім засобів моделювання поведінки мереж різного масштабу існує програмне забезпечення для моделювання (емуляції) окремого мережевого устаткування. Одним з найкращих пакетів для емуляції роботи устаткування фірми Cisco є Cisco Packet Tracer [3], але його ліцензія не дозволяє використовувати у вищих навчальних закладах України. Вільно розповсюдженою заміною можуть бути програмне забезпечення GNS3 (Graphical Network Simulator) [4] та Huawei Enterprise Network Simulation Platform eNSP [5]. Дані програми дозволяють виконати налаштування та емуляцію роботи мережевого устаткування, що дозволяє студентам пройти навчання з побудови локальних та регіональних мереж без використання фізичного устаткування.

Слід відзначити, що розглянуте програмне забезпечення потребує досить потужних комп'ютерів для своєї роботи.

Список літератури

1. NetCracker Technology. URL: <https://www.netcracker.com>.
2. Riverbed Technology. URL: <https://support.riverbed.com/content/support/software/opnet-model/modeler.html>.
3. Cisco Packet Tracer. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ua/training-events/netacad/training-courses/cisco-packet-tracer.html.
4. GNS3 – Graphical Network Simulator. URL: <https://www.gns3.com>.
5. Huawei Enterprise Network Simulation Platform eNSP. URL: <https://support.huawei.com/enterprise/en/data-communication/ensp-pid-9017384/software>.

Роль візуалізації при вивченні дисципліни «Алгоритми на дискретних структурах»

Гетьман І. А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується сильним впливом на нього комп'ютерних та інформаційних технологій, які проникають в усі сфери людської діяльності. Аналізуючи навчальні програми ВНЗ, можна з упевненістю говорити, що студенти спеціальності «Комп'ютерні науки»

вивчають теорію графів або як окремий курс, або як частину курсу «Алгоритми на дискретних структурах». Даний курс допомагає засвоїти численну теорію, пов'язану з графами та показує все розмаїття застосування графів при вирішенні конкретних завдань з реального життя.

Теорія графів стає все більш популярною серед студентів, викладачів і вчених. Це пов'язано з тим, що при своїй наочності і простоті ця теорія допомагає вирішувати найбільш серйозні математичні та прикладні завдання. Мовою теорії графів умови завдань набувають наочність, що спрощує їх аналіз. Самі рішення, як правило, є простими, і, на відміну від рішень іншими методами, не містять трудомістких обчислень. Це є очевидною перевагою.

Проблема вивчення студентами пошуку вирішення важких завдань в теорії графів, вважається однією з найбільш складних в теорії і методиці навчання. Проявляється вона, перш за все в тому, що студенти здатні до математики не мають можливості відшукати шляхи вирішення, знаючи та розуміючи весь необхідний для цього теоретичний матеріал. Тому важливим для кожного викладача вважається питання про те, які ресурси застосовувати при навчанні. Засоби викладання навчання стали не тільки джерелом навчальної інформації, а й інструментом управління пізнавальною діяльністю студентів.

Засоби навчання повинні сприяти освоєнню основ дисципліни, формуванню мислення, розвитку світогляду. Вирішуючи проблеми при дослідженні компонентів теорії графів, слід не забувати, що на будь-якому кроці, на будь-якому етапі її рішення слід використовувати творчий процес. На початковому етапі завдання полягає в тому, щоб знайти спосіб проаналізувати та зашифрувати умови задачі. Другий етап - схематичний запис, складається з геометричного представлення графів. На даній стадії компонент творчості вельми значущий внаслідок того, що далеко не просто знайти відповідності серед елементів умови та відповідними компонентами графа. Всі інші етапи теж не обходяться без застосування творчості та винахідливості. Для здійснення пошуку методу і реалізації рішення задачі (з перевіркою

і дослідженням) необхідно мати наступні здібності: вміння абстрагування, вміння прогнозування, здатність гнучкого застосування теорії графів, вміння використання всіх поширених математичних методів рішення. Безсумнівно, побудова відповіді завдання – це також творчий процес, тому що крім того потрібні кодування, і абстрагування. Полегшення сприйняття і освоєння студентами математичних знань можуть бути досягнуті за умов доцільного застосування різних засобів наочності – таблиць, креслень, малюнків тощо.

Моделювання за допомогою графів реалізує одну з найважливіших потреб – потреба наочності. Візуалізація моделі явища в поєднанні з обчислювальними, інформаційними та моделюючими можливостями комп'ютера найкраще пояснює сутність досліджуваного явища. Рисунок графа є знаком, матеріальним предметом, який чуттєво сприймається і виступає як посередник між реальною дійсністю і математичною моделлю. Використання рисунків графів нерозривно пов'язано з процесами абстрагування і деталізації, за допомогою яких відбувається відділення тих ознак об'єкта, що моделюється, і які потім відображаються в моделі. Графічні моделі забезпечують зв'язок мислення з реальними ситуаціями.

Список літератури:

1. Ахо А. Структуры данных и алгоритмы: учебн. пособ. / А. Ахо, Д. Хопкрофт, Д. Ульман; пер. с англ. - М.: ИД "Вильямс", 2000. - 384 с.
2. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест и др. - М.: ИД "Вильямс", 2011. - 1296 с.
3. Платформа дистанційної освіти ДДМА. URL: <http://moodle.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=204>

Розробка кросплатформного програмного забезпечення для здійснення віддаленого керування через Bluetooth

Бабаш А. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Технологія інтернет-речей (IoT) є дуже популярною на сьогоднішній день. За допомогою спеціалізованих мобільних додатків та технології Bluetooth

або Wi-Fi можливо здійснювати віддалене керування різними побутовими приладами, такими як кондиціонери, пилососи, електрочайники та ін. У промисловості використовуються технології віддаленого керування різними робото-технічними комплексами.

Для розробки програмного забезпечення (ПЗ) можуть використовуватися різні технології та мови програмування. Зокрема, для розробки кросплатформного додатка може бути використане середовище Embarcadero Delphi Community Edition [1]. Це середовище дозволяє розробляти додатки для різних платформ (MS Windows, Android, IOS, MacOS) на основі єдиної кодової бази. Це дуже спрощує розробку додатків та дозволяє значно швидше представити готовий додаток замовнику. Даний підхід виключає необхідність спеціальних знань, які специфічні для конкретної операційної системи.

У даній роботі розроблене кросплатформне ПЗ для операційних систем MS Windows та Android для демонстрації віддаленого керування пристроєм AllCodeFormula [2] через Bluetooth.

Мета роботи – розробка кросплатформного додатку для здійснення віддаленого керування пристроєм AllCodeFormula через Bluetooth.

Задачі дослідження:

- літературний огляд існуючих рішень;
- розробка програмного забезпечення для віддаленого керування.

У [2] реалізований додаток для віддаленого керування технічним комплексом на основі Arduino з мобільного пристрою на базі популярної мобільної операційної системи Android.

Для розробки кросплатформного додатку, який буде здійснювати віддалене керування, був використаний спеціальний клас TVTMethod для посилення строкових команд пристрою AllCodeFormula через Bluetooth. Середовище розробки Embarcadero Delphi Community Edition з проектом кросплатформного додатку має вигляд (рисунок 1).

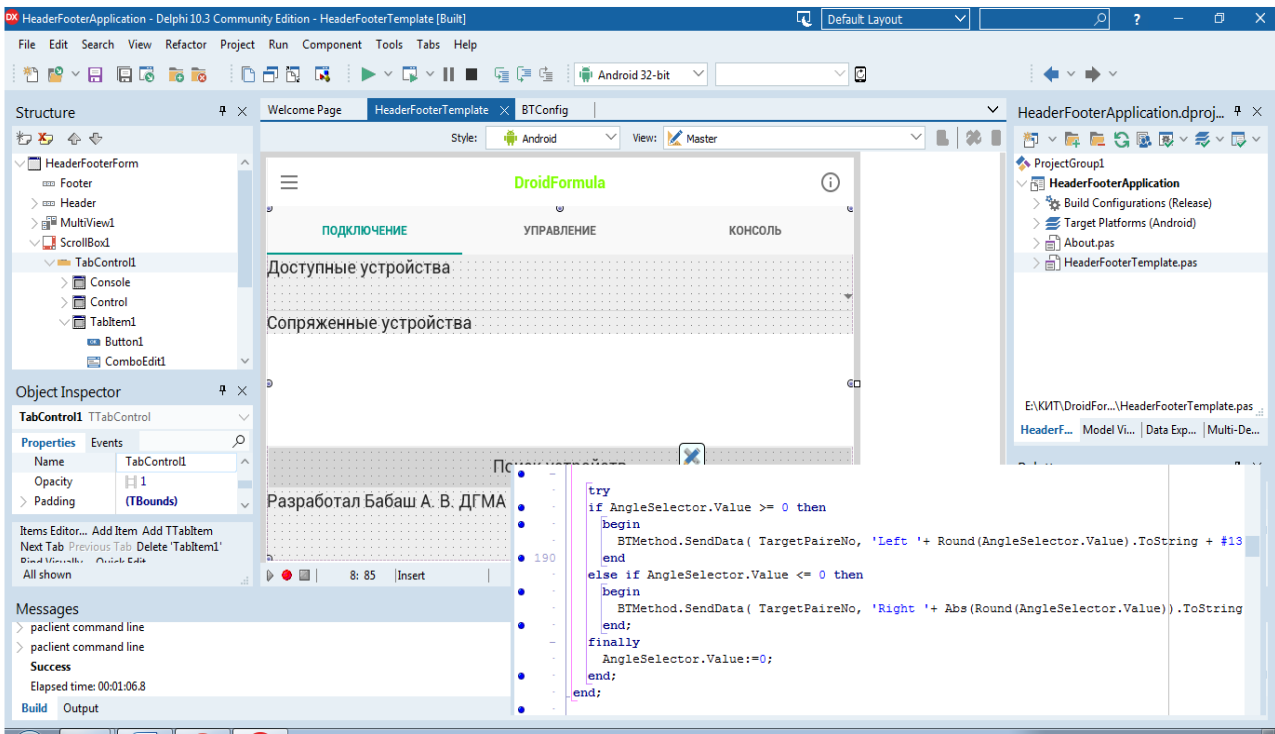


Рисунок 1 – Середовище розробки Embarcadero Delphi Community Edition з завантаженням проектом кросплатформного додатка

Інтерфейс розробленого додатка для здійснення віддаленого керування AllCodeFormula при компіляції для платформи MS Windows наведений на рисунку 2.

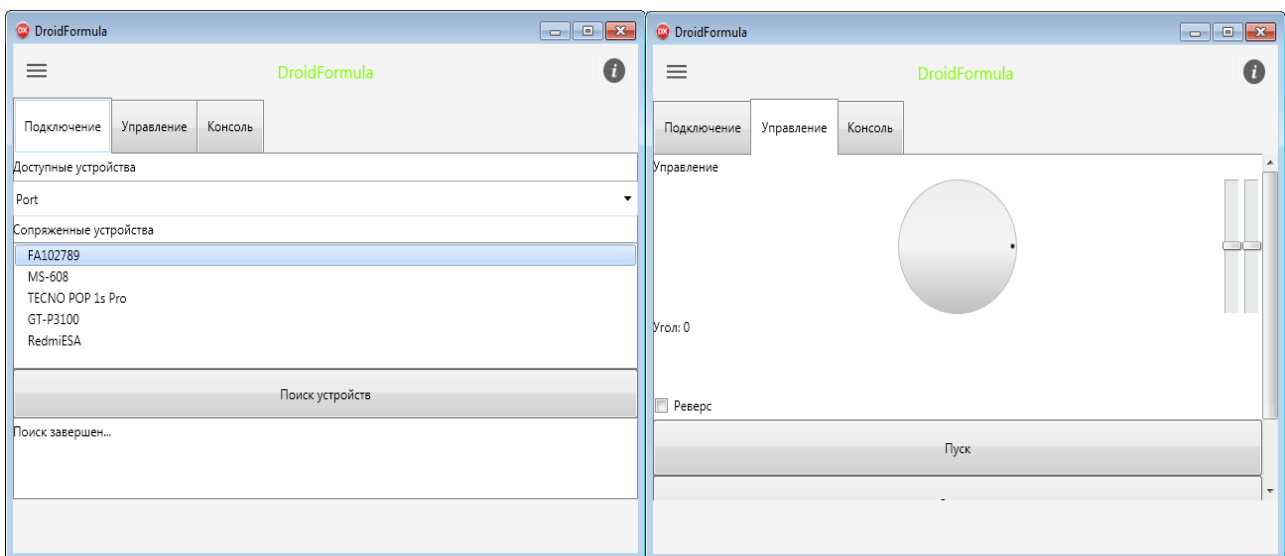


Рисунок 2 – Кросплатформний додаток при компіляції для платформи MS Windows

Інтерфейс розробленого додатка для здійснення віддаленого керування AllCodeFormula при компіляції для платформи Android наведений на рисунку 3.

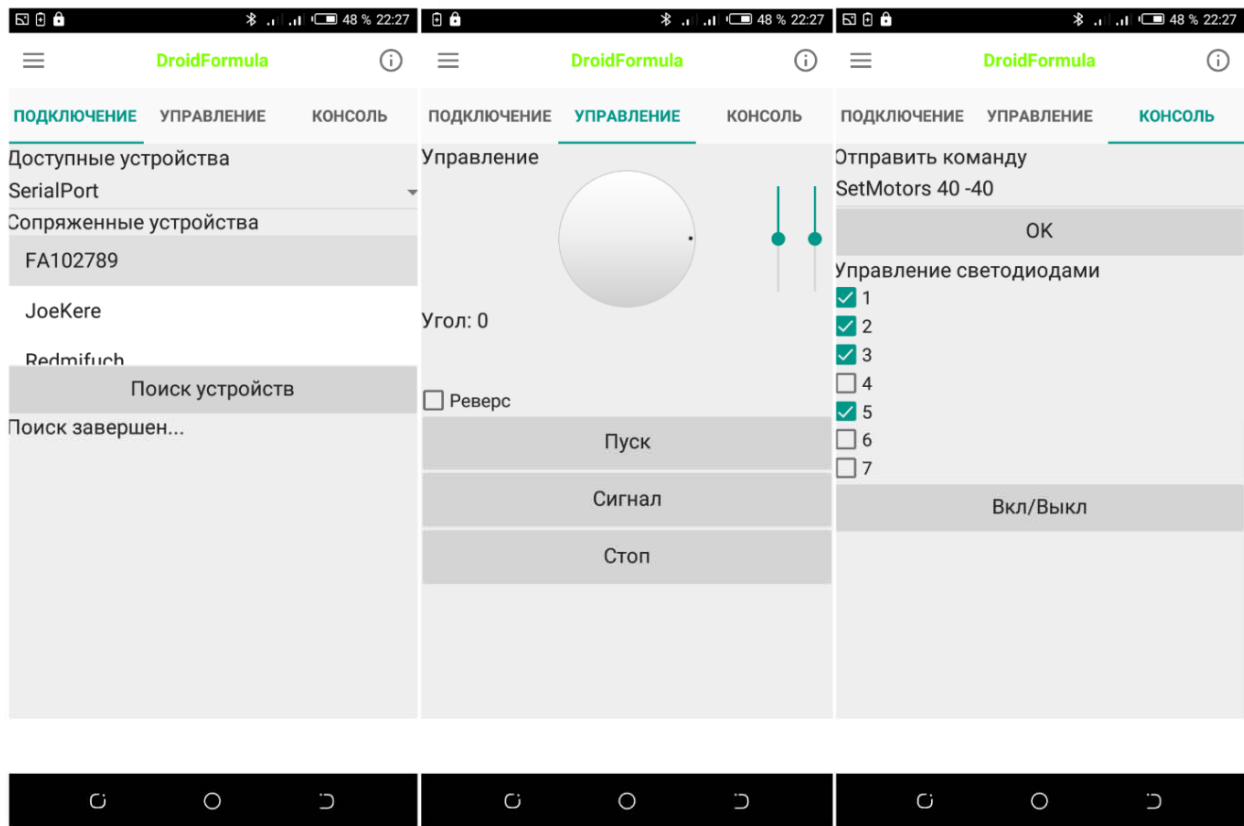


Рисунок 3 – Кросплатформний додаток при компіляції для платформи Android

Висновки. Таким чином, було розроблене кросплатформне програмне забезпечення, яке дозволяє здійснювати віддалене керування пристроєм AllCodeFormula через Bluetooth. Цей проект використовується для демонстрації сучасних технологій віддаленого керування у процесі навчання технологіям мобільної розробки та принципам побудови інтерфейсів мобільних систем.

Список літератури

1. Embarcadero Delphi Community Edition. URL: <https://www.embarcadero.com/products/delphi/starter>
2. Learn robotics with an Allcode robot. URL: <https://www.matrixtsl.com/allcode/formula/>
3. Bluetooth AC Control Android app with Delphi XE8 and Arduino Bluetooth 220v AC control Android app with Delphi XE8 and Arduino . URL: <http://c2design5sh.blogspot.com/2015/08/BTAcc.html>

Виконання лабораторних робіт з програмуванням мікроконтролерів у дистанційній формі

Тіщенко А. В., Іпатов Д. В., Коваленко А. К.
Донбаська державна машинобудівна академія

На сучасному етапі розвитку суспільства електронні технології активно увійшли в наше життя. Практично не залишилося галузі, які не застосовують пристрої та системи з цифровим мікропроцесорним управлінням. Це найскладніші промислові системи, медичні пристрої та комплекси, найширший спектр побутової техніки та дитячі іграшки. Тому особливої уваги потребують виконання лабораторних робіт з програмуванням мікроконтролерів. Але сучасний стан у всьому світі змусив майже всіх людей сидіти вдома, а ціни на мікропроцесорну техніку, мікропроцесорні пристрої і промислові плати поки ще не відповідають можливостям студентського гаманця, що може негативно впливатиме на якість освіти та підготовку спеціалістів. Тому на сьогодні актуальності набувають дистанційні форми навчання, особливо з використанням різноманітних он-лайн сервісів та програм.

Мета роботи – довести важливість, необхідність та перспективність використання різноманітних он-лайн сервісів та програм (симулятор Arduino) при виконанні лабораторного експерименту в умовах дистанційного навчання.

Аналіз наукової літератури показав, що одним з найбільш ефективних і перспективних підходів, що дозволяє в стислі терміни виконати комплекс віртуальних лабораторних робіт з програмуванням мікроконтролерів, є використання сучасних онлайн сервісів та програмних засобів (симуляторів Arduino). Найбільш популярними серед таких програм є Tinkercad від Autodesk, Virtual BreadBoard, Proteus, PSpice, Fritizing та FLProg. Оперативність розробки та зручність виконання лабораторної роботи обумовлена наявністю великої кількості готових засобів для моделювання, інтерфейсів та інформаційного наповнення.

Для виконання лабораторних робіт доцільно використовувати платформу Tinkercad (Тинкеркад – Tinkercad Circuits Arduino), оскільки вона є безкоштовною та являє собою один з найбільших і зручних емуляторів для

початківців, який дозволяє програмувати використовуючи Arduino з мікроконтролерами, зібрати пристрої, які передбачають їх наявність у схемі. Це дуже зручне середовище для власних проектів де все доступно онлайн, з якого можна починати навчання електроніці та робототехніці.

Симулятор Tinkercad візуальне середовище редагування, в якій ми зможемо як конструювати схему, так і написати й налагодити скетч Arduino, який містить мікроконтролер.

Мікроконтролер – мікросхема, призначена для керування різноманітними електронними пристроями. Типовий мікроконтролер поєднує на одному кристалі функції процесора і периферійних пристроїв, містить ОЗУ і ПЗУ.

Мікроконтролер – це монокристалевий комп'ютер, здатний виконувати досить прості завдання [1].

Симулятор Tinkercad містить: он-лайн платформу зі зручним графічним редактором для візуальної побудови електронних схем, набір моделей більшості популярних електронних компонентів за типами; симулятори електронних схем, датчиків та інструментів зовнішнього впливу, візуальний редактор коду Arduino. За допомогою Tinkercad можна зібрати схему і підключити плату відразу на одній сторінці.

Після реєстрації на платформі на головній сторінці бачимо список сервісів та список проектів. Обираємо ліворуч розділ Circuits та праворуч бачимо список відповідних об'єктів: схем та скетчів. Відкривається візуальне середовище редагування, в якій ми зможемо як намалювати схему, так і написати й налагодити скетч Arduino. У режимі редагування робоче вікно сервісу поділено на дві половини: бібліотека компонентів та область візуального редагування схеми з панеллю інструментів і простором, на якому буде розміщена схема. Для створення проекту натискаємо кнопку «створити проект» та переходимо до перегляду схем, які включені до нього [2].

При розробки схеми додержувалися такого порядку дій:

1. Вибрали потрібні компоненти з бібліотеки компонентів праворуч екрану і розмістили їх у полі редактора.

2. З'єднали компоненти за допомогою віртуальних провідників, малюючи їх мишкою.

3. Редагували параметри компонентів (наприклад, величину опору у резисторів або колір проводів

У системі дистанційної освіти за допомогою безкоштовної платформа Tinkercad автором виконаний лабораторний практикум, який складається з циклу 11 робіт. Як приклад представлено на розгляд лабораторна робота «Програмування роботи з найпростішими пристроями вводу-виводу» та «Реалізація ультразвукового радара».

Створюючи схему можна, натискаючи на перемикач «Components» в панелі інструментів обрати необхідні елементи.

Для виконання роботи із вікна зі списком компонентів використана: плата Arduino, макетна плата, резистори, світло діоди, перемикачі.

Вибравши елемент, ми натискаємо на ньому, потім переміщаємо в потрібне місце на схемі і натискаємо повторно.

За допомогою провідників всі обрані компоненти з'єднується з платою Arduino та розробляється програма для взаємодії з найпростішими пристроями вводу-виводу.

Для виконання роботи із вікна зі списком компонентів вибрана: плата Arduino Uno, мала макетна плата, резистори, світло діоди, потенціометри, п'єзоелемент, ультразвуковий далекомір, мікросервопривод, ЖК-екран (16 × 2) (рисунок 1, 2).

За допомогою провідників всі обрані компоненти з'єднується з платою Arduino та розробляється програма для взаємодії з найпростішими пристроями вводу-виводу.

На сервоприводі встановлено ультразвуковий далекомір, кут повернення якого (від 0 до 180) керується за допомогою потенціометра № 1. Прилад починає голосно пікати та починає мигати лампа, та на ЖК- екрані загорається надпис «let!» при зменшенні порогу, який встановлюється на другому потенціометрі. Всі відстані можна побачити на ЖК-екрані в см.

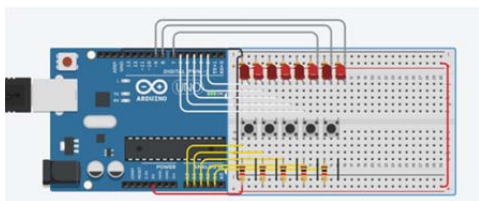


Рисунок 1 – Структурна схема програми для взаємодії з найпростішими пристроями вводу-виводу

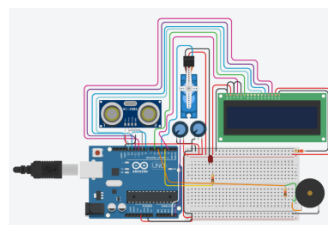


Рисунок 2 – Структурна схема програми для реалізації ультразвукового радара

Недоліками виконання робіт в дистанційній формі є відсутність лекцій дуже впливає на час виконання однієї роботи. Для отримання потрібної інформації самому треба дуже постаратися. Також недоліком є відсутність доступу до фізичного мікроконтролеру під час виконання робіт. Для виконання робіт з їх програмуванням у дистанційній формі треба використовувати емулятори, але навіть з використанням емуляторів неможливо розробити деякі аспекти лабораторних робіт через відсутність деяких компонентів мікроконтролерів у емуляторах. А також відсутність практики при роботі з мікроконтролерами.

Перевагами дистанційної форми у ситуації, що склалася є те, що можна більш зручно зробити виконання лабораторних для студента.

Висновки. У системі дистанційної освіти за допомогою безкоштовної платформа Tinkercad автором виконаний лабораторний практикум, який складається з циклу 11 робіт. Ретельний аналіз деяких виконаних робіт у дистанційному форматі ретельно описаний автором. Вважаємо, що програма Tinkercad перспективна для використання у дистанційному режимі, спрямована на вивчення принципів програмування мікроконтролерів, практично може реалізовувати взаємодії з датчиками та організувати роботу з пристроями вводу/виводу інформації і розробку інтерфейсних пристроїв сполучення. Змінюючи зовнішні датчики, які приєднуються до лабораторних макетів, і програмуючи мікроконтролерні системи, можна виконувати різні лабораторні роботи, розробляти автоматизовані системи керування, системи контролю різних параметрів.

Список літератури

1. Добряк С. К. Платформа Arduino. Методичні вказівки до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів з дисциплін «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів», «Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій» для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки «Комп'ютерні науки». Краматорськ: ДДМА, 2017.

2. ARDUINOMASTER. URL: https://arduinomaster.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits/#_Arduino

3. AUTODESK TINKERCAD URL: <https://www.tinkercad.com/dashboard?type=circuits&collection=designs>

Демонстрація порівняння роботи алгоритмів пошуку рядка за допомогою інформаційно-навчальної системи власної розробки

Мельников О. Ю., Сокольский О. С.

Донбаська державна машинобудівна академія

Роль інформаційно-комунікаційних технологій в освіті постійно зростає. Вивчення алгоритмів сортування та пошуку даних передбачено багатьма освітніми програмами спеціальностей галузі знань «Інформаційні технології», і використання під час викладення цих розділів такого інформаційно-комунікативного засобу навчання, як демонстраційне застосування, дозволяє краще зрозуміти суть кожного алгоритму, порівняти їх на конкретних прикладах. Існує багато різних алгоритмів сортування та пошуку [1], кожен має свої переваги і недоліки, тому виявляється ефективніше інших при деяких конфігураціях даних і апаратури.

Було розроблено застосування – інформаційно-навчальна система для демонстрації порівняння алгоритмів сортування та пошуку даних [2–3], яка дозволяє демонструвати роботу низки алгоритмів сортування та пошуку (прямий та бінарний) даних у масиві. Але є цілий підрозділ алгоритмів пошуку рядка символів у тексті (або рядка в рядку) – наприклад, методи Кнута-Моріса-Прата та Бояра-Мура [1], які у системі [2–3] не розглядалися. Тому було поставлено задачу модифікувати існуючу систему шляхом додавання вказаних алгоритмів.

Також важливим напрямом є проведення порівняння низки алгоритмів при роботі з однаковими даними та виявлення найкращого з них. У роботі [4]

було проведено порівняння алгоритмів сортування даних за допомогою розробленої інформаційно-навчальної системи. Тепер треба виконати це завдання для нових алгоритмів – Кнута-Моріса-Прата та Бояра-Мура.

У якості факторів для порівняння візьмемо час роботи та кількість ітерацій.

На рис. 1–4 представлено порівняння методів для пошуку рядка довжиною два та двадцять символів для масивів з різною кількістю елементів.

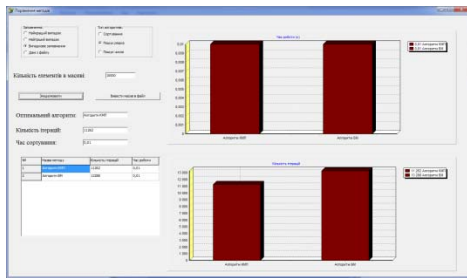


Рисунок 1 – Пошук короткого рядку у невеликому масиві

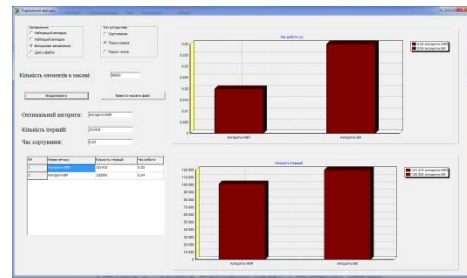


Рисунок 2 – Пошук короткого рядку у великому масиві

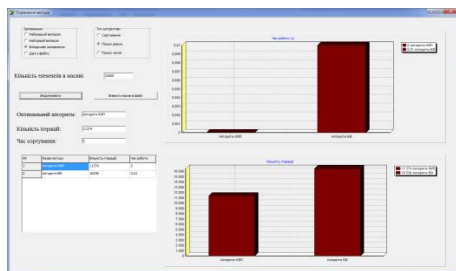


Рисунок 3 – Пошук довгого рядку у невеликому масиві

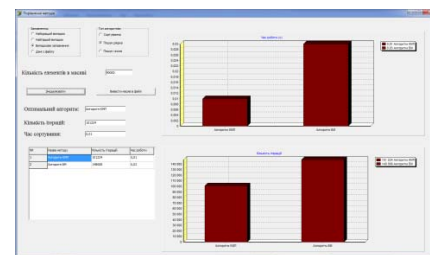


Рисунок 4 – Пошук довгого рядку у великому масиві

Висновки. Створене застосування може стати додатковим елементом інформаційно-комунікативних засобів навчання при викладі відповідних дисциплін – наприклад, «Алгоритми і структури даних» для спеціальності 124 «Системний аналіз».

Список літератури

1. Кнут Д. Искусство программирования: в 7 т. Т. 3. Сортировка и поиск: пер с англ. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2003. 832 с.
2. Мельников О. Ю., Сокольский О. С. Прикладна програма для демонстрації і порівняння алгоритмів сортування та пошуку даних. Цифрова економіка та інформаційні технології: збірник тез міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 15-16 квітня 2020 р. / Державний університет інфраструктури та технологій. Київ: ДУІТ, 2020. С. 68–70.

3. Мельников О. Ю., Сокольський О. С. Інформаційно-навчальна система для демонстрації порівняння алгоритмів сортування та пошуку даних. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. Черкаси, 2020. С. 179–181.

4. Сокольський О. С., Мельников О. Ю. Демонстрація порівняння алгоритмів сортування даних за допомогою інформаційно-навчальної системи власної розробки. Математичні методи, моделі та інформаційні технології у науці, освіті, економіці, виробництві: збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з проблем вищої освіти і науки, м. Маріуполь, 29 квітня 2020 р. / Маріупольський державний університет; уклад. Шабельник Т. В., Дяченко О. Ф., Морозова А. О., Лазаревська Ю. А. Маріуполь: МДУ, 2020. С. 75–78.

Прогнозування впливу науково-дослідної роботи на результати підсумкової атестації випускників закладу вищої освіти

Мельников О. Ю., Шевченко Н. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Кожен заклад вищої освіти (ЗВО) відповідальний перед державою за якість освіти. Тому проблема якості є центральною в освітньому процесі ЗВО. Якість освітньої діяльності характеризується різними складовими, що включають такі поняття як: наявність державного стандарту вищої освіти і якість його реалізації; якість професорсько-викладацького складу ЗВО; якість організації процесу навчання; якість методичного забезпечення навчального процесу, а також якість суб'єктів навчання чи забезпечення підготовки кваліфікованих фахівців за спеціальностями і кваліфікаціями, передбаченими робочими навчальними планами [1].

Внутрішня система оцінки якості освіти щодо суб'єктів навчання організовується в формі проміжної і підсумкової атестацій студентів. При цьому слід враховувати, що підсумкова атестація – це інтегральний показник, який є проекцією набутих за період навчання знань, вмінь та навичок за різними дисциплінами та іншими «активностями» студентів. Однією з таких «активностей» є науково-дослідна робота студентів (НДРС), яка включає вивчення спеціалізованих дисциплін (наприклад, «Основи наукових досліджень» – для бакалаврів, «Методологія і організація наукових досліджень» – для магістрів), написання науково-дослідних робіт, в тому числі курсових проектів, спрямованих

на формування вмій виявлення та опису проблемних ситуацій, використання відповідного категоріального апарату, критичного аналізу методів дослідження та побудови відповідних алгоритмічних та математичних моделей [2–3].

Отже, можна припустити, що якість, масштабність та своєчасність науково-дослідної роботи безпосередньо впливає на результати підсумкової атестації студентів, а саме – на середній бал і середній рейтинг диплому та оцінку, яку студент отримує на захисті кваліфікаційної роботи. Виходячи з цього припущення, визначивши повний набір вхідних факторів, з'являється можливість прогнозувати результати підсумкової атестації студентів за результатами їх проміжної атестації та науковими «активностями».

Оскільки на рівні бакалаврату НДРС є вагомим, але не найважливішим елементом, будемо розглядати тільки студентів-магістрантів. В якості вхідних факторів доцільно визначити:

- спеціальність, за якою студент навчається;
- середній рейтинг диплому бакалавра;
- бал, отриманий на захисті випускної кваліфікаційної роботи бакалавра;
- загальна кількість наукових публікацій студента (включаючи тези доповідей для наукових конференцій), в тому числі у співавторстві з науковим керівником;
- кількість наукових публікацій студента в спеціалізованих («фахових») виданнях, в тому числі у співавторстві з науковим керівником;
- науковий керівник (керівник випускної кваліфікаційної роботи);
- результати проміжної атестації за дисципліною «Основи наукових досліджень» (рейтинговий бал заліку);
- результати проміжної атестації за дисципліною «Методологія і організація наукових досліджень» (рейтинговий бал заліку).

Наведені факторів впливають на:

- середній бал випускної кваліфікаційної роботи магістра;
- середній рейтинг випускної кваліфікаційної роботи магістра;
- бал, отриманий на захисті випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Для прикладу обрані дисципліни, які безпосередньо розвивають у студентів здібності до науково-дослідної роботи.

Дисципліна «Методологія і організація наукових досліджень» призначена для прищеплення студентів знань підходів і прийомів науково-дослідницької діяльності, формування вмінь планувати експеримент, знаходити найбільш раціональні, конструктивні, технологічні, організаційні і економічні рішення, добре орієнтуватися у відборі наукової інформації з проблем розвитку інформаційних технологій та методів системного аналізу.

Мета дисципліни «Основи наукових досліджень» – забезпечити студентів методологічним і методичним інструментарієм для написання дипломної роботи, сприяти втіленню дослідницьких та інноваційних підходів, методів, технологій при створенні програмних продуктів та аналізі комп'ютерних систем.

У результаті вивчення наведених навчальних дисциплін студенти повинні знати головні закономірності і тенденції розвитку науки та її особливості на сучасному етапі, методичні засоби наукового пошуку, зокрема, планування експерименту, впровадження та ефективність наукових досліджень; вміти застосовувати цей інструментарій для аналізу конкретних систем, пов'язаних з актуальними проблемами професійної діяльності, а також здійснювати на практиці набуті знання.

Прогнозування впливу науково-дослідної роботи на результати підсумкової атестації випускників закладу вищої освіти можна здійснити різними математичними методами, наприклад [4]:

- методом побудов дерев рішень;
- методом лінійної багатofакторної регресії;
- методом штучних нейронних мереж.

У якості вхідних параметрів для прогнозуючої моделі використаємо вісім наведених раніше факторів (бали, рейтинги та кількість публікацій), у якості вихідних – середній бал або рейтинг за час навчання в магістратурі та бал, отриманий на захисті випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Список літератури

1. Степаненко И. В., Позднякова И. Р. Критерии оценки качества образовательного процесса в вузе. Международный журнал экспериментального образования. Пенза: Изд-во Издательский дом «Академия естествознания», 2010. № 4. С. 35–36.

2. Мельников А. Ю. Шевченко Н. Ю. Об опыте внедрения научной работы в учебный процесс на кафедре ИСПР ДГМА. *Научный взгляд*. Киев, 2014. № 1 (2), Том 2. С. 76–80.

3. Мельников А. Ю., Шевченко Н. Ю. Об опыте организации самостоятельной научной работы студентов на кафедре ИСПР ДГМА. *Наукові праці Вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет»*. Серія «Педагогіка, психологія і соціологія». Донецьк, 2014. № 1 (15), частина 2. С. 148–152.

4. Чубукова И. А. *Data Mining: учебное пособие*. Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 382 с.

Автоматизована система управління лабораторним прокатним станом 150

**Зінченко М. Д., Потап О. Ю., Рибальченко М. О.,
Войтенко Д. А., Нечепоренко В. В.**

Національна металургійна академія України

Останнім часом вивчення автоматизованих систем управління здійснюється моделюванням роботи систем на комп'ютерах, що не дозволяє в повній мірі зрозуміти роботу реальних систем управління і переваг застосування інформаційних технологій.

Основні системи управління прокатним станом це управління швидкістю обертання прокатних валків і зміненням міжвалкового зазору прокатної кліті.

Оснащення цими системами лабораторного прокатного стана 150 дозволить студентам більш ретельно вивчити роботу прокатного стана і систем управління.

Метою роботи є розробка і виготовлення автоматизованої системи управління лабораторним прокатним станом 150 і вимірювання енергосилових параметрів процесу прокатки з застосуванням інформаційних технологій.

Лабораторний стан 150 призначений для прокатки свинцю, олова, пластиліну і має наступні технічні характеристики:

Розміри заготовки: висота – 20 мм; ширина – 100 мм. Максимальне обтиснення за прохід -2 мм. Максимальний розхил валків – 25 мм. Швидкість прокатки - 0,16 м/с. Сила прокатки – 10000 кг. Крутильний момент – 47 кг/м. Число обертів валків за хвилину – 30 об/хв.. Діаметр валка – 100 мм. Довжина бочки валка – 150 мм.

Привод прокатних валків здійснюється через понижуючий редуктор і шестеренну кліть от двигуна постійного струму, вал двигуна через ремінну

передачу пов'язаний з тахогенератором для вимірювання швидкості обертання прокатних валків.

Для управління швидкістю двигуна постійного струму і прокатних валків застосували комплектний тиристорний електропривод приводом типу ЕПУ-1 з регулятором швидкості.

Було виконано реконструкцію натискного пристрою, тому що його конструкція передбачувала застосування ручного привода натискних гвинтів. Натискний пристрій мав наступні характеристики: передатне число одноступеневого редуктора - 3, крок натискного гвинта – 3 мм на 1 оберт гвинта. При реконструкції був додатково встановлений черв'ячний редуктор типу 2Ч-40 з передатним числом 31,5 і загальне передатне число склало 94,5, що забезпечило необхідну точність встановлення верхнього валка в задане положення.

Для переміщення натискних гвинтів було застосовано двигун змінного струму з числом обертів за хвилину – 760 і потужністю – 200 Вт. Управління двигуном здійснювали від частотного перетворювача типу MS-300 (виробник – Delta Electronics), котрий в своєму складі містить програмований логічний контролер, і панелі оператора типу DOP-103BQ.

Вимірювання переміщення натискних гвинтів здійснюється фотоімпульсним датчиком ПДФ-3 з формуванням 600 імпульсів на 1 оберт, котрий був з'єднаний з натискним гвинтом через підвищувальну шестеренну передачу з передатним числом – 2,2. Точність вимірювання переміщення натискних гвинтів склала 0,00227 мм на імпульс.

Управління переміщенням натискних гвинтів здійснювалось програмами ПЛК і панелі оператора, котрі формували сигнал управління на переміщення натискних гвинтів в мм, потім перераховували його в кількість імпульсів фотоімпульсного датчика переміщення натискних гвинтів, формували сигнал управління частотним перетворювачем і включенням двигуна, потім підраховували кількість імпульсів при переміщенні натискних гвинтів і порівнювали їх з заданою кількістю. При їх рівності формувался сигнал на зупинку двигуна. Налаштування частотного перетворювача дозволили виконати зупинку двигуна практично без вибігу.

Вимірювання і зберігання енергосилових параметрів дозволяє проаналізувати процес прокатки і отримати дані для розрахунку жорсткості кліті, полоси і коефіцієнтів передачі, необхідних для роботи системи стабілізації товщини прокату.

Вимірювання сили прокатки виконується за допомогою розроблених і виготовлених нестандартних месдоз, котрі були встановлені під натискні гвинти. Сигнал струму якірного кола вимірюється за допомогою шунта, вихідний сигнал напруги з шунта подається на датчик струму типу S401. Напруга якірного кола, напруга тахогенератора, і напруга збудження через дільники підключені до датчиків напруги типу ДН2БУ4.

Сигнали з датчиків поступають на плату клемників ADAM-3964 і потім через кабель на входи плати вимірювання аналогових сигналів PCI-1711, котра встановлена в персональний комп'ютер. Плата має можливість вимірювання 16 сигналів напруги з загальною точкою в діапазоні ± 10 В.

Для вимірювання і відображення сигналів було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє налаштовувати плату, тобто обрати тип плати, ті канали, котрі застосовуються для вимірювання сигналів напруги, обрати діапазони вимірювання, колір сигналу на графіку, частоту опитування сигналів, кількість точок для виведення на графік, параметри осей координат графіка. Після налаштування плати програма переходить в режим вимірювання.

В процесі вимірювання одночасно виконується вивід сигналів на екран монітора, зображення графіку змінення параметрів в часі залишається на екрані монітору, що дозволяє оперативно проаналізувати процес.

Результати вимірювання можливо зберегти в текстовому файлі в форматі CSV і потім файл може бути переглянутий в Excel. В файлі зберігаються: час вимірювання параметрів і значення параметрів, котрі вимірювались.

Робота системи дозволяє вивчити поряд з роботою систем і прокатного стана роботу програмованих логічних контролерів і панелей оператора, частотного перетворювача і плат збору даних.

Наукове видання

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

М А Т Е Р І А Л И
IV Всеукраїнської науково-технічної конференції

17–19 червня 2020 року

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

Технічне редагування, комп'ютерне верстання

О. Л. Катюха

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 10,23.
Обл.-вид. арк. 9,7. Тираж 100 пр. Зам. № 25.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003