

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна  
машинобудівна  
академія



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

ПАТ  
«Новокраматорський  
машинобудівний  
завод»



«Енергомашспецсталь»  
Інститут економіки  
промисловості НАН  
України

Громадська спілка «ІТ кластер Донеччини»

Micas Simulations Limited



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

V Всеукраїнської науково-п

конференції

(23-24 квітня 2021 року)

Краматорськ  
ДДМА 2021

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

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

**МАТЕРІАЛИ  
V Всеукраїнської науково-практичної конференції**

**23-24            2021**

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

**Краматорськ  
ДДМА 2021**

УДК 004+681.5+61+62-83-52

С 91

Рекомендовано до друку вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії (протокол № 12 від 27.05.2021).

## 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
- Амоша О.І. академік НАН України, д.е.н., проф., директор Інституту економіки промисловості (ІЕП) НАН України (м. Київ)
- Білошенко В.О. д. т. н., проф., директор Донецького фізико-технічного інституту (ДонФТІ) ім. О.О. Галкіна НАН України
- Бейгельзімер Я.Ю. д. т. н., проф., головний науковий співробітник ДонФТІ ім. О.О. Галкіна НАН України
- 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
- Єлецьких С.Я. д. е. н., проф., завідувача кафедрою фінансів, банківської справи та підприємництва
- Єнікеєв О. Ф. д-р техн. наук, доц., зав. каф. ІСПР ДДМА
- Клименко Г. П. д-р техн. наук, проф., зав. каф. АВП ДДМА
- Левикін В. М. д-р техн. наук, проф., зав. каф. інформаційних управляючих систем ХНУРЕ
- Пасічник В.А. д. т. н., проф., завідуючий кафедрою інтегрованих технологій машинобудування, ММІ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", академік Академії наук вищої освіти України
- 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
- Сагайда П.І. д. т. н., доц., проф. кафедри комп'ютерних інформаційних технологій ДДМА
- Шеремет О.І. д. т. н., проф., завідуючий кафедрою електромеханічних систем автоматизації 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
- Турлакова С. С. д.е.н., доц. ІЕП НАН України
- 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 електропривод : матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23-24 квітня 2021 року / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. - Краматорськ : ДДМА, 2021. - 315 с. ISBN 978-966-379-988-9

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 978-966-379-988-9

УДК 004+681.5+61+62-83-52

© ДДМА, 2021

|   |    |
|---|----|
| РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ, ЕКОНОМІЦІ ТА МЕДИЦИНІ .....                          | 10 |
| <i>Перерва П.Г., Кучинский В.А.</i> Диджиталізація систем управління персоналом на підприємствах .....  | 10 |
| <i>Самулінас С. Ю., Васильєва Л. В.</i> Використання інструменту Canvas для обробки зображень .....   | 13 |
| <i>Льовкін В.М., Лукашенко Ю.О.</i> Розробка підсистеми прогнозування забруднення повітря системи медичної діагностики .....  | 15 |
| <i>Зубрицький О.О., Тарасов О. Ф.</i> Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій пошуку фрагментів шкідливого програмного забезпечення у виконуваних файлах OS Windows..... | 18 |
| <i>Маценко К.В., Гетьман І.А.</i> Аналіз програмного забезпечення для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу.....   | 21 |
| <i>Віштак І. В., Мілевська Т. О.</i> Використання інформаційних технологій в медицині .....   | 23 |
| <i>Душко С.В., Шевченко Н.Ю.</i> Проектування програмного забезпечення для оцінки стійкості персоналу підприємства .....  | 26 |
| <i>Котробай А.С. Васильєва Л.В.</i> Розробка ПК для автоматизації багатоканального поливу на базі ARDUINO .....   | 28 |
| <i>Леохін В.Е., Васильєва Л.В.</i> Розробка ПК для автоматичної метеостанції на базі ARDUINO .....  | 29 |
| <i>Бабаши А.В.</i> Розробка кросплатформного мобільного додатку для моніторингу комунального транспорту з використанням сервера Dozor .....   | 31 |
| <i>Марчук О.О., Давидов Я.С.</i> Дослідження впливу зовнішніх факторів на потенційну працездатність людини за комп'ютером та її мозкову діяльність ...                                    | 34 |
| <i>Вадурін К.О., Кухаренко Д.В., Бондарєв Р.С., Ковальова А.О.</i> Візуалізація пухлин головного мозку людини шляхом створення тривимірної полігональної моделі .....                     | 37 |
| <i>Кобелева Т.О.</i> Вплив цифрових технологій на рівень економічної безпеки електротехнічних підприємств.....  | 40 |
| <i>Гайдук А. А., Богданова Л. М.</i> Автоматизація обробки зображень для діагностики хвороб сільськогосподарських культур.....  | 43 |
| <i>Гамаюнова А.О., Малигіна С.В.</i> Перспективи розробки автоматизованого робочого місця вузько направленою лікаря та інформаційних технологій у медицині.....                           | 45 |

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Голуб О.В., Міхєєнко Д.Ю.</i> Розробка мобільної гри в середовищі Unity.....   | 48        |
| <i>Добряк О.С., Міхєєнко Д.Ю.</i> Огляд програмного забезпечення для виконання лабораторних робіт з віддаленим доступом до мікропроцесорних пристроїв...  | 50        |
| <i>Кльованик О.А., Шевченко Є.С.</i> Математичні методи досліджень в медицині..   | 52        |
| <i>Віштак І.В., Грушко О.В., Тимчик С.В.</i> Моделювання та 3D друк штучної шкіри.....  | 54        |
| <i>Ольховська О.Л., Гудкова К. Ю.</i> Проектирование объектно-ориентированной модели интернет-магазина для торгового предприятия.....   | 57        |
| <i>Єрмакова К. Ю.</i> Програмний комплекс web-додатку для контролю якості виробів за допомогою контрольних карт Шухарта на прикладі дентальних імплантів.....   | 60        |
| <i>Бєш А.М., Ковальчук О.С.</i> Конструктивна варіація макета біонічного протезу руки.....  | 63        |
| <i>Тертишна А.К.</i> Дослідження методів , моделей і інформаційних технологій для визначення схем інформаційних систем та вдосконалення роботи сайтів.....  | 66        |
| <i>Ткаченко К. О., Малигіна С.В.</i> Перспективи розробки web-додатку для організації агрегатора замовлень для служб доставки їжі.....  | 68        |
| <i>Григор'єва А.М., Малигіна С.В.</i> Перспективи розробки програмного комплексу для автоматизації обробки даних станції технічного обслуговування.....   | 70        |
| <i>Шолуха Н.О., Гурковська С.С., Міхєєнко Д.Ю.</i> Використання RFID-ідентифікації в медицині.....  | 72        |
| <b>РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ, МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРНИХ, ІНФОРМАЦІЙНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ .....</b>                                     | <b>74</b> |
| <i>Білоус Д. О., Гончаров О. А., Юнда А. М., Васильєва Л. В., Гончарова С.А., Кравченко Т.Р., Пинчук С.М.</i> Моделювання поширення теплового навантаження на ріжучу поверхню інструменту із нанесеним багат шаровим покриттям графені..... | 74        |
| <i>Гончаров О.А., Юнда А.М., Колінько І.С., Гончарова С.А., Фесенко О.В.</i> Моделювання методом Монте-Карло формування плівок нітридів перехідних металів.....   | 75        |
| <i>Нечволода Л.В., Бриньов Д.В.</i> Автоматизація обліку та планування товарообігу на торгівельному підприємстві.....   | 78        |
| <i>Нечволода Л.В., Коноваленко Д.О.</i> Використання експертних методів у інформаційній технології управління ІТ-проектом.....  | 81        |
| <i>Подлесний С.В., Єрфорт Ю.О., Стадник О.М.</i> Дослідження коливання електромеханічної системи з двох двигунів .....  | 84        |

|  |            |
|--|------------|
| <i>Рогоза М.Є., Перебийніс В.І., Кузьменко О.К., Карнаухова Г.В.</i> Методологічні підходи визначення загроз в інформаційно-аналітичному забезпеченні економічної безпеки .....          | 88         |
| <i>Левицька Т.О., Дубовкіна М.Ю.</i> Система моделювання теплообмінних процесів в агрегах періодичної дії.....   | 92         |
| <i>Єлецьких С.Я.</i> Управління фінансово стійким розвитком підприємства на основі сценарного аналізу.....   | 94         |
| <i>Єлецьких С.Я., Петрищева К.Г.</i> Модель прийняття управлінських рішень щодо забезпечення фінансової безпеки підприємства.....  | 97         |
| <i>Балашова О.В.</i> Прогнозування неплатоспроможності підприємств будівельної галузі за допомогою дискримінантного аналізу.....   | 100        |
| <i>Крук О.М.</i> Застосування системного аналізу при вирішенні соціально-економічних і управлінських завдань.....  | 103        |
| <i>Єлецьких С.Я., Рад Н.С.</i> Методи оцінки фінансової забезпеченості Пенсійної системи України.....  | 105        |
| <i>Єлецьких С.Я., Шарапанюк А.Ю.</i> Діагностика фінансового стану підприємства методами комплексного аналізу.....   | 108        |
| <i>Борисова С.Є.</i> Прогнозування обсягів залучених коштів в банківському бізнесі.....  | 110        |
| <b>РОЗДІЛ 3. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ .....</b> | <b>114</b> |
| <i>Заруба В.Я., Парфентенко І. А.</i> Інтегровані маркетингові комунікації в онлайн просуванні бізнесу .....   | 114        |
| <i>Черних О.В.</i> Інтелектуалізація підприємства: сутність та значення .....  | 115        |
| <i>Нечволода Л.В., Нагірний С.В., Бондарєв Я.Г.</i> Аналіз мобільних додатків для оцінювання безпечності харчових продуктів для споживання .....   | 118        |
| <i>Максимюк В.А.</i> Про фізичні та економічні моделі Миколи Руденка .....   | 120        |
| <i>Мазур Ю.О.</i> Стимулювання інновацій в умовах глобальної цифровізації .....  | 123        |
| <i>Турлакова С.С.</i> Формалізація процесів забезпечення розвитку смарт-виробництв в умовах Четвертої промислової революції: стандарт IDEF0 (SADT).....                                  | 126        |
| <i>Заруба В.Я., Парфентенко І. А.</i> Інтегровані маркетингові комунікації в онлайн просуванні бізнесу.....  | 129        |
| <b>РОЗДІЛ 4. НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ .....</b>  | <b>131</b> |
| <i>Sheremet O., Sadovoi O., Sokhina Y., Sheremet K.</i> Extract annotations from CVAT XML file into mask files in Python .....   | 131        |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Подлесний С.В., Холодняк Ю.С., Капорович С.В.</i> Цифровізація і четверта промислова революція .....   | 134        |
| <i>Каргін А. О., Сілін Є.Л.</i> Керування переміщеннями роботу на перехресті .....  | 139        |
| <b>РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО)...</b>  | <b>142</b> |
| <i>Сторожук Є.А., Чернишенко І.С.</i> Розрахунок локально навантажених циліндричних оболонок з використанням узагальнених функцій .....   | 142        |
| <i>Парамонова К.О., Шевченко Н.Ю.</i> Використання фракталів в якості стегокодеків при передачі даних .....   | 145        |
| <i>Шевченко Н.Ю.</i> Нейромережні технології при аналізі голосових повідомлень користувачів .....   | 148        |
| <i>Крігер К. О.</i> Розробка програмного-методичного комплексу підбору релевантних різномовних матеріалів в електронній бібліотеці .....  | 151        |
| <i>Резніков Р.Б.</i> Координація портфелю проєктів оптимізації витрат підприємств енергетичної галузі із використанням автоматизованих систем управління ...  | 154        |
| <b>РОЗДІЛ 6. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ .....</b>   | <b>158</b> |
| <i>Дрига І. А., Богданова Л. М.</i> Прогнозування продажу смарт-годинників за допомогою нейронної мережі .....  | 158        |
| <i>Єлецьких С.Я., Брижниченко В.Є.</i> Інноваційні методи управління персоналом, як стратегічним ресурсом підприємства .....  | 161        |
| <i>Бондаренко М.В.</i> Прогнозування ринкової волатильності з використанням часових рядів локальної волатильності на американському ринку акцій.....  | 164        |
| <b>РОЗДІЛ 7. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ CAD/CAE/CAM/PDM/CALS – СИСТЕМ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b> | <b>169</b> |
| <i>Абросов Ю.Ю., Максимюк В.А., Чернишенко І.С.</i> Про моделювання деформування ортотропної циліндричної оболонки еліптичного перерізу з нелінійно-пружних композитних матеріалів .....  | 169        |
| <i>Мироненко Н.В., Гладкова О.М., Пархоменко А.В.</i> Параметричне моделювання при автоматизованому проєктуванні індивідуального спінального імпланту...172   | 172        |
| <i>Грибков Е.П., Трошин В.Д.</i> Автоматизована система налаштування листопрямуючої машини на основі регресійного моделювання процесу правки товстих листів.....  | 175        |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Грибков Е.П., Панарін М.В.</i> Програмний комплекс для автоматизованого розрахунку фізико-механічних властивостей порошкових матеріалів.....   | 177        |
| <i>Грибков Е.П., Діденко А.О.</i> Програмний комплекс для автоматизованого проектування обладнання для виробництва U-образного профілю.....   | 180        |
| <i>Гурковська С.С.</i> Удосконалення методики автоматизованого розрахунку технології гнуття листів та конструкції роликосгинальної машини.....  | 182        |
| <b>РОЗДІЛ 8. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ.....</b>                           | <b>190</b> |
| <i>Резніченко Ю.С., Жданова В.В., Лісіцина К.В.</i> Нечітка міра помилковості послідовності дій оператора .....   | 190        |
| <i>Сагайда П.І., Зорі А.А., Васильєв М.Е.</i> Інформаційна підтримка діяльності фахівців з матеріально-технічного постачання промислових підприємств та медичних закладів на основі програмного комплексу з використанням методу Correspondence Analysis..... | 193        |
| <i>Мельников О. Ю., Закабула О. Ю.</i> Модуль визначення розташування цистерн в системі підтримки прийняття рішень для оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках.....  | 199        |
| <i>Мельников О. Ю.</i> Створення програмного забезпечення для автоматизованого складання розкладу занять з урахуванням умов закладу вищої освіти.....   | 202        |
| <i>Мельников О. Ю., Кадацький М. А.</i> Використання модулю нейромережевого моделювання в системі підтримки прийняття рішень для розрахунку показників спортсмена-метальника ядра.....  | 206        |
| <i>Слонь С. І., Богданова Л. М.</i> Види асоціативної пам'яті.....  | 209        |
| <i>Трусова А. О., Богданова Л. М.</i> Проблеми завдання кластеризації.....  | 215        |
| <i>Дамян І.</i> Інформаційні технології для стегааналізу відео файлів на основі використання нейронних мереж.....   | 219        |
| <i>Жуков М.С., Гетьман І.А.</i> Прогнозування цукрового діабету за допомогою нейронної мережі та логістичної регресії.....  | 221        |
| <b>РОЗДІЛ 9. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ .....</b>   | <b>226</b> |
| <i>Приходько І.Ю., Бобирь С.В., Воробей С.О., Захарчук С.С.</i> Інформаційна система оцінки очікуваної довговічності експлуатації прокатних валків .....  | 226        |
| <i>Лебедєв В.А., Лактіонов І.С., Лактіонова Г.А.</i> Алгоритм підвищення надійності комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів .....  | 227        |



|   |     |
|---|-----|
| РОЗДІЛ 10. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЩО.....   | 229 |
| <i>Азархов О.Ю., Сілі І.І.</i> Робоча модель системи підтримки сталого мікроклімату в закладах охорони здоров'я .....   | 229 |
| <i>Гаркуша С.А., Івченко М. В.</i> Математичний опис серводвигуна на базі СДПМ .....  | 231 |
| <i>Квашнін В.О., Бабаши А.В., Щербинін О.О.</i> Аналіз енергоспоживання академії за структурними підрозділами та видами енергоносіїв .....  | 235 |
| РОЗДІЛ 11. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ .....   | 238 |
| <i>Мороз В., Вакарчук А.</i> Раціональність використання числових інтеграторів високого порядку в цифрових ПД-регуляторах .....   | 238 |
| <i>Садовой О.В., Волянський Р.С., Байдуж А.О.</i> Визначення функції Ляпунова для двомасової електромеханічної системи .....  | 241 |
| <i>Садовой О.В., Волянський Р.С., Плетенець В.Р.</i> Динамічна функція Ляпунова .....   | 244 |
| <i>Задорожня І.М.</i> Особливості взаємозв'язку та співвідношення параметрів електромеханічної системи при реалізації граничного ступеня демпфірування пружних коливань .....         | 247 |
| <i>Задорожня І.М., Задорожній М.О.</i> Аспекти оцінки якості перехідних процесів в електроприводах технологічних машин з реалізацією електромеханічної взаємодії процесів .....       | 250 |
| <i>Квашнін В.О., Бабаши А.В., Щербинін О.О.</i> Аналіз імітаційної моделі скалярної системи електроприводу рециркуляційного насосу .....  | 253 |
| <i>Острроверхов М.Я., Коноплінський М.А.</i> Електропривод на основі синхронного двигуна із гібридним збудженням зі слабкою чутливістю до параметричних та координатних збурень ..... | 256 |
| <i>Шеремет О.І., Кірієнко Т.В., Баштовий Є.В.</i> Аналітичний огляд особливостей функціонування і обґрунтування переваг промислового застосування електроприводів типу ТРН-АД.....    | 259 |
| <i>Шеремет О.І., Бровко О.С., Лохматов М.В.</i> Аналіз можливостей застосування штучних нейронних мереж в якості спостерігачів кутової швидкості електроприводів змінного струму..... | 262 |
| <i>Шеремет О.І., Беш А.М., Бойко Д.Ю.</i> Метод оцінки швидкості обертання асинхронного двигуна, заснований на вимірюванні електрорушійної сили статора.....                          | 265 |
| <i>J. Plotkin</i> PWM Pulse Pattern Influx upon Induction Machines.....   | 268 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Суботін О.В., Чернявський А.А.</i> Дослідження вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу.....  | 273 |
| <i>Суботін О.В.</i> Аналітичний розрахунок первинних вимірювальних перетворювачів оптичного типу.....  | 276 |
| <i>Шрам Д.О., Разживін О.В., Усцов Р.А.</i> Принципи керування насосною станцією розподілу води.....   | 278 |
| РОЗДІЛ 12. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ .....   | 281 |
| <i>Кабацький О.В., Хорошайло В.В., Красовський С.С., Загребельний С.Л.</i> Підвищення якості підготовки студентів при вивченні дисципліни "Нарисна геометрія".....                                   | 281 |
| <i>Драчук Ю.З., Антонюк В.П., Снітко Є.О.</i> Освітньо – наукові процеси в стратегічному розвитку економіки держави.....   | 284 |
| <i>Жирова Т.О., Котенко Н.О.</i> Цифрові технології у професійній діяльності майбутніх фахівців галузі «Інформаційні технології».....  | 286 |
| <i>Подлесний С.В.</i> Діджиталізація вищої освіти.....   | 288 |
| <i>Кравченко В.І.</i> Методична організація науково – дослідної практики магістрату.....   | 294 |
| <i>Мельников О. Ю., Деркач Р. Р.</i> Проектування інформаційно-навчальної системи для перевірки розрахункових даних під час проведення практичних занять з дисципліни «Формоутворення у метали»..... | 298 |
| <i>Мельников О. Ю.</i> Прогнозування оцінок студентів з окремої дисципліни залежно від якості засвоєння попереднього матеріалу.....  | 301 |
| <i>Драчук Ю.З., Антонюк В.П., Снітко Є.О.</i> Освітньо – наукові процеси в стратегічному розвитку економіки держави.....   | 304 |
| <i>Левицький С.І., Шляга О.В., Костерний Д.О.</i> Проектний підхід та моделювання інформаційних потоків у галузі економіки програмного забезпечення.....   | 307 |
| <i>Гаврікова А.В., Присягіна Д.Р.</i> Інформаційні технології у банківській системі України.....   | 310 |
| <i>Гетьман І.А., Держевецька М.А.</i> Особливості виховної роботи в період дистанційного навчання.....   | 313 |
| <i>Карпов О. С., Тарасов О. Ф.</i> Автоматизація оцінки релевантності наукових публікацій в процесі інформаційного пошуку.....   | 316 |
| <i>Гладченко Д. О., Тарасов О. Ф.</i> Автоматизація визначення ефективності способів подачі та розміщення контенту на інтернет ресурсах учбового призначення.....                                    | 317 |

## РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РІЗНИХ ПРЕДМЕТНИХ ОБЛАСТЯХ, ЗОКРЕМА У МАШИНОБУДУВАННІ, ЕКОНОМІЦІ ТА МЕДИЦИНІ

### Диджиталізація систем управління персоналом на підприємствах

**Перерва П.Г., Кучинский В.А.**

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

С использованием цифровых технологий повседневная жизнь экономики меняется, а вместе с тем изменяется ее структура и социально-экономические отношения, а также возникают новые требования к коммуникациям, информационных систем и сервисов. Цифровизация или диджитализация - это внедрение цифровых технологий во все сферы жизни: от взаимодействия между персоналом в промышленном производстве, от предметов быта до детских игрушек, одежды и т.п. [1-17]. Цифровые системы и технологии можно использовать почти везде, система управления персоналом промышленного предприятия не является исключением, а скорее всего важным объектом диджитализации.

Развитие современного экономического пространства и системы управления персоналом в нем имеет неравномерный и неустойчивый характер. Рассматривая глобальные проблемы мировой экономики, особенно с точки зрения всестороннего исследования национальной экономики, необходимо обратить внимание на закономерности вхождения их в глобальной экономической системы, что позволит стране экономически расти. Следует отметить, что в настоящее время обеспечение экономического роста является одним из приоритетов развития для любой страны. Ведь нужно найти необходимый баланс между управлением бизнес-процессами. Системой управления персоналом и их диджитализацией.

Обычно, под диджитализацией следует понимать трансформацию, проникновение цифровых технологий по оптимизации и управления бизнес-процессами, повышение производительности и улучшение коммуникационного взаимодействия персонала предприятия с потребителями. Системы управления

бизнес-процессами сталкиваются с определенными проблемами, а именно связью между множеством проблем в управлении персоналом и их вкладом в корпоративную ценность. Таким образом, цифровые технологии позволяют удерживать предприятиям конкурентные позиции на рынке, но быстрое их обновления требует перманентного мониторинга и развития технических, информационно-коммуникационных и экономических сфер. По нашему мнению, сбалансированное использование мощного цифрового оборудования, программ, платформ и ИТ-инструментов формирует конкурентные преимущества предприятия за счет оптимизации бизнес-процессов и информационных систем управления персоналом [1]. Исследование меняющейся экономической среды позволяет выделить три этапа в процессе внедрения диджитализации:

1. *Анализ предприятия, постановка целей и разработка стратегии.* Этап заключается в проведении анализа всех бизнес-процессов и стратегических активов предприятия, что позволит выявить основные причины недополучения ценности, определения эффективности работы всех его отделов, производства, внутренних и внешних коммуникаций, понять стратегический результат от применения диджитал-технологий, в основе которых - система упрощения бизнес-процессов с учетом рисков.

2. *Внедрение диджитал-технологий.* Выбор диджитал-инструментов, внедрение которых предусматривает цифровые эксперименты для быстрого, клиент-центричного инновационного развития для распространения инновационной способности, внедрение платформ программ с low-code, которые позволяют быстро разворачивать и масштабировать экспериментальные бизнес-приложения. Трансформационные платформы обеспечивают видимость бизнеса, улучшают обслуживание клиентов и высокую эксплуатационную эффективность нововведений.

3. *Анализ полученных результатов.* В основе данного этапа - проведение анализа эффективности диджитал-решений, изменения динамики получения дополнительных доходов, есть возможность корректировки архитектуры решений.

Из выше изложенного можно сделать вывод, что в основе совершенствования системы оптимизации и управления персоналом лежит установление эффективных, быстрых внутренне оптимальных коммуникаций

между сотрудниками предприятия с помощью диджитализации, направленных на достижение главной цели предприятия - ускорение операционных возможностей и прозрачности бизнес-процессов, создание комфортных условий для потребителя услуг, обеспечение конкурентоспособности предприятия. Цифровые системы и технологии можно использовать практически везде, стоит только назвать какую-либо операцию, которую необходимо провести, что способствует более ярком воспроизведению информации, более доступном и таком, что запоминается.

#### Литература

1. Ильченко М.О. Діджиталізація систем управління та оптимізації бізнес-процесів в умовах мінливості економічного простору.– Дніпро: Юрсервіс, 2021. с.92-96.
2. Pererva P.G., Kocziszky György, Szakaly D., Somosi Veres M. *Technology transfer. Kharkiv-Miskolc: NTU «KhPI», 2012. 668 p.*
3. Nagy S. *Monitoring of innovation and investment potential of industrial enterprises / S. Nagy, P. Pererva // Сучасні тенденції розвитку світової економіки : зб. матеріалів 10-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 18 травня 2018 р. – Харків : ХНАДУ, 2018. – С. 88-89.*
4. Pererva Petro *Organization of Marketing activities on the Intrapreneurship // Petro Pererva, Szabolcs Nagy, Maria Maslak.- MIND JOURNAL // Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna.- № 5.- 2018.- [Published online].- Access mode: [https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization\\_of\\_marketing\\_activities\\_on\\_the\\_intrapreneurship.pdf](https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization_of_marketing_activities_on_the_intrapreneurship.pdf)*
5. Перерва П.Г. Оцінка впливу інноваційної, інвестиційної та маркетингової політики підприємства на рівень конкурентоспроможності / П.Г.Перерва, С.Нагі, Т.О.Кобелева // Вісник НТУ "ХПІ" (економічні науки) : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 15 (1291). – С. 89-94.
6. Nagy S. *Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire / S.Nagy, M.Sikorska, P.G.Pererva // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р.– Київ : НАУ, 2018. – С. 21-22.*
7. Перерва П.Г. Оцінка впливу інноваційної, інвестиційної та маркетингової політики підприємства на рівень конкурентоспроможності / П.Г.Перерва, С.Нагі, Т.О.Кобелева // Вісник НТУ «ХПІ» (економічні науки) : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – № 15 (1291). – С. 89-94.
8. Перерва П.Г. *Трудоустройство без проблем (искусство самомаркетинга). – Харьков : Фактор, 2009. 480 с.*
9. Kocziszky György, Somosi Veres M., Kobieliava T.O *Reputational compliance // Дослідження та оптимізація економічних процесів «Оптимум–2017» : тр. 13-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 6-8 грудня 2017 р. Харків, 2017.– С. 140-143.*
10. Перерва П.Г. *Потребность в электротехнических средствах автоматизации. Теория и методы определения. - Харьков : Основа. 1991. 114 с.*
11. Товажнянський В.Л., Перерва П.Г., Кобелева Т.О. *Банкротство, санація та реструктуризація підприємства як економічні категорії антикризового управління. Вісник НТУ «ХПІ». 2015. № 59 (1168). С. 148-152.*
12. Перерва П.Г. *Самомаркетинг менеджера и бизнесмена.- Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 592 с.*
13. Старостіна А.О. *Маркетинг: теорія, світовий досвід, українська практика: підруч. – К.: Знання, 2009. – 1070 с.*

14. Перерва П.Г. *Комплаенс-програма промислового підприємства: сутність і задачі*. Вісник нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Сер. : Економічні науки. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 24 (1246). – С. 153-158.

15. Перерва П.Г., Гочарова Н.П., Яковлев А.И. *Маркетинг інноваційного процесу*. Учебное пособие - Киев: ВИРА-Р. 1998.- 267с.

16. Перерва П.Г., Коциски Д., Верес Шомоши М., Кобелева Т.А. *Комплаенс програма промислового підприємства*. – Харків-Мишкольц : ООО «Планета-принт», 2019. – 689 с.

17. Перерва П.Г. *Управління маркетингом на машинобудівному підприємстві*. Навч. посібник. - Харків : «Основа», 1993.- 288с.

## **Використання інструменту Canvas для обробки зображень**

**Самулінас С. Ю., Васильєва Л. В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Сучасним сайтам і веб-додаткам потрібне відображення графіки. Статичні зображення легко зобразити, використовуючи елемент `<img>`, чи налаштувати фон елементів використовуючи CSS-властивість `background-image`. Графічні зображення можна конструювати на льоту, або модифікувати їх після виведення. За допомогою інструменту Canvas це легко можна зробити.

Елемент `<canvas>`, доданий в HTML5, призначений для створення графіки за допомогою JavaScript. Наприклад, його використовують для малювання графіків, створення фотокомпозицій, анімацій і навіть обробки і рендеринга відео в реальному часі. Canvas в перекладі з англійської означає «полотно» [1].

Додатки від Mozilla підтримують `<canvas>`, починаючи з Gecko 1.8 (тобто з Firefox 1.5). Цей елемент спочатку був представлений Apple для OS X Dashboard і Safari. Internet Explorer підтримує `<canvas>`, починаючи з 9 версії. Для більш ранніх версій IE підтримку для `<canvas>` можна додати за допомогою скрипта з проекту Google's Explorer Canvas. Google Chrome і Opera 9 також підтримують `<canvas>`. Елемент `<canvas>` також використовується технологією WebGL для відтворення апаратно-прискореної 3D-графіки на веб-сторінках.

Елемент `<canvas>` у документі створюється з фіксованим розміром елемента для малювання, який може мати один або кілька контекстів для рендеринга, створюючи і маніпулюючи вмістом для показу. Полотно спочатку порожнє і прозоре. Насамперед скрипт отримує доступ до контексту і

вимальовує його. Елемент `<canvas>` має метод `getContext()`, який використовується для отримання контексту візуалізації та її функції малювання. `getContext()` приймає один параметр, тип контексту. Для 2D графіки треба використовувати мітку "2d".

Одна з найбільш вражаючих функцій `<canvas>` – це можливість використання зображень. Вони можуть бути використані для динамічного композітінга фото або як фони графіків, для спрайтів в іграх, і т. д. Зовнішні зображення можуть бути використані в будь-яких підтримуваних браузером форматах, таких як PNG, GIF, або JPEG. Можна навіть використовувати зображення, вироблене іншими Canvas-елементами на тій же сторінці, як джерело.

Імпортування зображень в `canvas` в основному складається з 2 етапів:

- дати посилання на `HTMLImageElement` об'єкт або для іншого `canvas` елемента як джерело. Також можна використовувати зображення давши посилання на URL;

- для малювання зображення на `Canvas` використовується функція `drawImage()` [2].

Для того, щоб обробити зображення у `Canvas`, необхідно буде виконати розбивання зображення на масив пікселів, нижче наведений один з можливих прикладів реалізації (рис. 1).

```
function processing() {
    ctx.drawImage(img, 0, 0, canvas.width, canvas.height);
    const imageData = ctx.getImageData(0, 0, canvas.width, canvas.
height);
    const data = imageData.data;
    for (var i = 0; i < data.length; i += 4) {
        data[i]; // red
        data[i + 1]; // green
        data[i + 2]; // blue
    }
    ctx.putImageData(imageData, 0, 0);
}
```

Рисунок 1 – Лістинг реалізації обробки зображення у `Canvas`

У цьому лістингу ми перебираємо всі пікселі для зміни їх значень, а потім поміщаємо модифікований масив пікселів назад в canvas за допомогою putImageData(). Для перебору усіх пікселів використовується цикл for, всередині якого робляться маніпуляції з пікселями зображення у режимі RGB.

Функція інвертування просто віднімає кожен колір з максимального значення 255.

Функція відтінків сірого просто використовує середнє значення червоного, зеленого і синього. Також можна використовувати середньозважене значення, задане формулою  $x = 0.299 r + 0.587 g + 0.114 b$  [3].

Отже, завдяки використанню інструменту Canvas для обробки зображення можливо створити свій власний фоторедактор, який зможе інвертувати зображення, переводити у чорно-біле, додавати ефект сепії, змінювати контрастність, яскравість та насиченість.

#### *Література*

1. *Graphics on the Web - Developer guides | MDN [Електронний ресурс]*  
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Guide/Graphics>.
2. *Canvas Application programming interface - Web APIs [Електронний ресурс]*  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API).
3. *Pixel manipulation with canvas | MDN [Електронний ресурс]*  
[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas\\_API/Tutorial/Pixel\\_manipulation\\_with\\_canvas](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API/Tutorial/Pixel_manipulation_with_canvas).

## **Розробка підсистеми прогнозування забруднення повітря системи медичної діагностики**

**Льовкін В.М., Лукашенко Ю.О.**

*Національний університет «Запорізька політехніка»*

У сучасному світі значним темпом зростає урбанізація. Більше 50% населення живуть у великих містах. Велике місто функціонує як велика піч, викидаючи в атмосферу велику кількість тепла, речовин і відходів, що забруднюють повітря [1]. У результаті токсичні гази спричиняють шкідливий вплив на здоров'я людей. Розв'язання проблем забруднення має бути комплексним. Якщо постає завдання покращити якість атмосферного повітря у



певному місті, то необхідно виконати такі дії:

- розподілити місто на рівномірні райони, в яких встановити станції, які будуть встановлювати якість повітря в реальному часі;
- має бути проведений аналіз хімічного складу повітря у різних за типами районах міста;
- на об'єктах, які є критичними, мають бути встановлені відповідні очисні споруди.

Але одночасно окрім загального створення системи моніторингу якості повітря важливо розуміти, що вплив на стан здоров'я окремо взятої людини забруднення повітря є критичним. І цей вплив є одним з важливих моментів щодо рекомендацій для пацієнтів лікувальних закладів.

Варто враховувати, що за даними Департаменту охорони здоров'я штату Міннесота існує певна нерівномірність захворювань серця та легенів за віком, етнічною приналежністю, рівнем доходу та географічною ознакою, при цьому населення, яке найбільш схильне до проблем зі здоров'ям, пов'язаних із забрудненням повітря, включає:

- людей із захворюваннями легенів, такими як астма, хронічний бронхіт, емфізема та хронічна обструктивна хвороба легень;
- немовлят та маленьких дітей;
- людей, які працюють або займаються на відкритому повітрі;
- дорослих старше 65 років;
- людей із серцево-судинними захворюваннями;
- людей, яким бракує доступу до медичної допомоги;
- людей, які палять або піддаються пасивному курінні;
- людей, які працюють у професіях, де є сильний вплив забрудненого повітря;
- людей, які проводять багато часу біля жвавих проїжджих частин [2].

З цього важливим висновком є те, що під час виявлення, наприклад, легеневих захворювань важливою рекомендацією для такого хворого є планування власного дня, виходячи з прогнозованого рівня забруднення повітря,

інакше навіть короткостроковий вплив може призвести до ускладнень течії захворювання і критичного стану, а також до накопичення довгострокового ефекту. Тому важливою складовою системи медичної діагностики є підсистема прогнозування забруднення повітря.

Для реалізації прогнозування забруднення повітря було проаналізовано набір методів і моделей штучного інтелекту [3-4].

Мережі довгострокової короткострокової пам'яті або Long Short-Term Memory (LSTM) – це такий тип рекурентних нейронних мереж, який був спеціально розроблений для виявлення довгострокових залежностей даних, завдяки чому навчання зазвичай було успішним для різних проблем часових рядів [5]. Знаходження цих залежностей зазвичай означає, що вони здатні знаходити різні тенденції в даних і передбачати, якими будуть наступні результати. Для цього вихід LSTM буде залежати не тільки від його вхідного сигналу, але і від його поточного стану. Щоб переконатися, що цей стан знаходить довгострокові залежності (між навчальними вибірками), нам потрібно імплементувати цю LSTM.

Безпосередньо прогнозування забруднення повітря речовинами виконувалось на основі використання моделі, створеної на основі LSTM, при цьому в якості вхідних даних використовувались дані рівня забруднення повітря за попередні дні, а прогнозування відбувалось на наступний день. В якості забруднювачів розглядались  $O_3$  (озон) та  $NO_2$  (діоксид азоту).

У результаті було розроблено підсистему прогнозування забруднення повітря системи медичної діагностики, алгоритм функціонування якої полягає у таких кроках:

- обробка даних;
- імплементация, тренування, тестування моделі;
- прогнозування та візуалізація майбутніх значень;
- збереження прогнозу в базу даних;
- перетворення даних з бази даних у зручний для візуалізації формат;
- обробка та аналіз прогнозів, обчислення індексу якості повітря,

виявлення найбільших забруднювачів та їхньої величини;

- надання прогнозів для обраної станції на задану кількість днів;
- надання карти міста з позначками станцій та прогнозованої якості повітря на них;
- надання детальної інформації про прогноз обраної станції;
- надання можливості вибору інтервалу прогнозування.

Програмну підсистему було розроблено, використовуючи мови програмування Python, C#, TypeScript, фреймворки ASP.NET Core, Angular з використанням HTML та CSS.

#### *Література*

1. Vallero, D. A. *Fundamentals of Air Pollution [Text]* / D. A. Vallero. – Waltham, MA : Academic Press, 2014. – 996 p.
2. *Who is at risk from air pollution? [Electronic resource]*. – Access mode : <https://www.pca.state.mn.us/air/who-risk-air-pollution>
3. Iskandaryan, D. *Air Quality Prediction in Smart Cities Using Machine Learning Technologies Based on Sensor Data: A Review [Text]* / Ditsuhi Iskandaryan, Francisco Ramos, Sergio Trilles. – Spain : Institute of New Imaging Technologies, 2020. – 32 p.
4. *Predicting air quality using ARIMA, ARFIMA and HW smoothing [Text]* / R. Nimesh, S. Arora, K. Mahajan, A. Gill // *Model Assisted Statistics and Applications*. – 2014. – № 9. – Pp. 137-149. – doi : 10.3233/MAS-130285.
5. *Predicting Sequential Data using LSTM [Electronic resource] : An Introduction*. – Access mode : <https://towardsdatascience.com/time-series-forecasting-with-recurrent-neural-networks-74674e289816>

### **Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій пошуку фрагментів шкідливого програмного забезпечення у виконуваних файлах OS Windows**

**Зубрицький О. О., Тарасов О. Ф.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

В даний час кількість програмного забезпечення постійно збільшується. Використання заражених виконуваних файлів вірусами може призвести до: втрати корпоративної інформації, втрати фінансової інформації (наприклад, банківських реквізитів або даних платіжної картки), збоїв у роботі персональних комп'ютерів, шифрування або видалення файлів. Ефективність більшості

антивірусного ПЗ при перевірці нових файлів які раніше не досліджувалися аналітиками, без аналізу їх поведінки, близиться к нульовим показникам.

Зі збільшенням обчислювальних можливостей сучасних комп'ютерів, нейронні мережі отримали друге життя. Використання нейронних мереж для аналізу поведінки виконуваних файлів дозволить виявляти віруси ще до того, як вони будуть проаналізовані аналітиками.

При аналізі поведінки виконуваних файлів можуть використовуватися різноманітні нейронні мережі: згорткові нейронні мережі (CNN), повно зв'язні нейронні мережі, нейронні мережі адаптивної резонансної теорії. Класичним представниками є: LeNet-5 [1], нейронна мережа Хопфілда [2], ART-1 [3]. Кожна з цих нейронних мереж має власний унікальний алгоритм роботи, та може видавати різний результат при аналізі виконуваних файлів.

Прикладною областю дослідження є пошук шкідливого програмного забезпечення у виконуваних файлах, з використанням нейронних мереж: LeNet-5, нейронної мережі Хопфілда, ART-1. Останнім часом активно ведуться дослідження в роботах вчених Японії, України, Китаю, Кореї, Великобританії, Індії та інших країн Shun Tobiyama, Yukiko Yamaguchi, Hajime Shimada, Tomonori Ikuse, Takeshi Yagi, С.Г. Семенов, С.Ю. Гавриленко, С.М. Глоба, О.С. Бабенко, Huan Zhou, Kwangjo Kim, Muhamad Erza Aminanto, Harry Chandra Tanuwidjaja, Lenos Ioannou, Suhaib A. Fahmy, Shivani Shah, Himali Jani, Sathvik Shetty, Kiran Bhowmick, Shanjiaoyang Huang, Weiqi Peng, Zhiwei Jia, Zhuowen Tu та інших, дозволяють аналізувати шкідливе програмне забезпечення використовуючи нейронні мережі CNN [4-6], ANN[7], ART-1 [8] та FPGA SoCs [9].

Кожен з дослідників отримав результат, характерний тільки для певної нейронної мережі. Використовуючи нейронні мережі, які будуть навчені, а також протестовані на однаковій вибірці даних, дозволить визначити найбільш ефективну нейронну мережу за такими критеріями як:

- точність визначення результатів;
- кількість допущених помилок в залежності від поданого образу;

– кількість вірних класифікацій в залежності від масштабованості поданого образу;

– час необхідний для класифікації одного образу та його залежність при зміні різних поданих образів.

Обрання найкращої нейронної мережи дозволить створити ПЗ, який буде найбільш точно визначати наявність вірусу у виконуваному файлі, мати меншу кількість хибних спрацьовувань та потребувати менше часу для класифікації, тому дослідження по визначенню оптимальної нейронної для пошуку шкідливого ПЗ у виконуваних файлах є актуальним.

Підвищення продуктивності при перевірці виконуваних файлів на комп'ютері користувача досягається шляхом використання нейронної мережі з засобами віртуалізації для класифікації вірусів а також відсутністю у потребі підключення ПК користувача до глобальної мережі. Зменшення часу перевірки файлу досягається за рахунок використання програмного продукту, який дозволить отримати інформацію про наявність шкідливого програмного забезпечення в файлі, ще до аналізу його аналітиками.

#### Література

1. Хайкин С. *Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1104. — ISBN 0-13-273350-1.
2. *Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities* J. J. Hopfield doi:10.1073/pnas.79.8.2554 PNAS 1982;79;2554-2558
3. Carpenter, G.A. & Grossberg, S. (2003), *Adaptive Resonance Theory The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, Second Edition* (pp. 87-90).
4. Shun Tobiyama, Yukiko Yamaguchi, Hajime Shimada†, Tomonori Ikuse and Takeshi Yagi "Malware Detection with Deep Neural Network Using Process Behavior", 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference, [Online]. Available: <https://www.covert.io/research-papers/deep-learning-security/Malware%20Detection%20with%20Deep%20Neural%20Network%20using%20Process%20Behavior.pdf>
5. Zhou H. (2019) *Malware Detection with Neural Network Using Combined Features*. In: Yun X. et al. (eds) *Cyber Security. CNCERT 2018. Communications in Computer and Information Science*, vol 970. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6621-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6621-5_8)
6. Huang S., Peng W., Jia Z., Tu Z. (2020) *One-Pixel Signature: Characterizing CNN Models for Backdoor Detection*. In: Vedaldi A., Bischof H., Brox T., Frahm JM. (eds) *Computer Vision – ECCV 2020. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12372. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58583-9\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58583-9_20)
7. Shivani Shah, Himali Jani, Sathvik Shetty, Kiran Bhowmick, "Virus Detection using Artificial Neural Networks" *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 84 – No 5, December 2013, [Online].

Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.402.3879&rep=rep1&type=pdf>

8. С.Г. Семенов, С.Ю. Гаєриленко, С.М. Глоба, О.С. Бабенко, "РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ВІРУСІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ART-1"[Електронне джерело]. Режим доступу: [http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/13414/soi\\_2015\\_10\\_29.pdf](http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/13414/soi_2015_10_29.pdf)

9. L. Ioannou and S. A. Fahmy, "Network Intrusion Detection Using Neural Networks on FPGA SoCs," 2019 29th International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL), Barcelona, Spain, 2019, pp. 232-238, doi: 10.1109/FPL.2019.00043.

## **Аналіз програмного забезпечення для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу**

**Маценко К.В., Гетьман І.А.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

В даний час швидкість і якість отримання та обробки інформації стали найважливішою умовою існування і прогресу всіх галузей наукового творчості та практичної діяльності[1]. Ця тенденція не обійшла стороною і медицину. Кожен медичний працівник щохвилини має справу з великим об'ємом інформації представленої в чисельному, текстовому, графічному, звуковому і інших видах. Від ефективності її збору, зберігання, передачі та інтерпретації залежить якість і своєчасність діагностичних, лікувальних, профілактичних заходів та результативність роботи системи охорони здоров'я в цілому. Аналізом медичних даних займається медична статистика, яка уявляє собою одну з найважливіших інструментів доказової медицини.

Медична статистика як точка докладання методів математичної статистики посідає особливе місце. Це особливе місце обумовлено великою роллю медицини у виникненні статистики як самостійної науки і істотним впливом науково-дослідних розробок медико-біологічних проблем на появу багатьох методів статистичного аналізу. В даний час, з метою підкреслити особливий статус медико-біологічної математичної статистики, для її позначення все частіше використовують термін біометрія.

Більшість методів статистичного аналізу є універсальними і можуть застосовуватися не тільки в різних галузях медичної статистики, але і в найрізноманітніших галузях людської діяльності. Наприклад, з точки зору формальної логіки статистичний прогноз інфекційної захворюваності і прогноз курсу долара - одна і та ж завдання [2].

Використовуючи результати тестування кращих зарубіжних статистичних програмних продуктів загального призначення [3] можна представити

інформацію порівняльну характеристику програмних продуктів (табл. 1) зі шкалою оцінок від 0 до 10.

Головним недоліком, є їх комерційність і дуже висока їх вартість, а також необхідність наявності ліцензії. Інтерфейс, як правило, англійською мовою. У більшості не наводяться математичні залежності, реалізовані в програмах, а просто вказуються прізвища авторів тих чи інших методів розрахунку.

Поряд з комерційними статистичними пакетами існує досить велика кількість повністю безкоштовних статистичних програм і додатків. При цьому ряд безкоштовних програм не тільки не поступається, але і перевершує по функціональності комерційні додатки. Існує близько 30 безкоштовних програм для статистичної обробки даних, які мають різну функціональність і "заточені" під різні цілі. Їх розширений перелік (правда без докладного опису) можна знайти у Вікіпедії і на сайті Andrea Corsini. Там же є і порівняння реалізованих функцій в деяких програмних продуктах, що може визначити вибір програми при необхідності використання "просунутих" статистичних методів [4].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика програмних продуктів

| назва пакета | різноманітність | швидкість роботи | якість вихідних форм | легкість використання | легкість навчання | загальні оцінки потужності | загальні оцінки зручності | ціна | інтегральна оцінка |
|--------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|------|--------------------|
| SYSTAT       | 7               | 7                | 7                    | 7                     | 7                 | 7                          | 7                         | 1    | 50                 |
| SAS          | 7               | 7                | 7                    | 8                     | 7                 | 7                          | 7                         | 2    | 52                 |
| STATGRAPHICS | 6               | 6                | 6                    | 6                     | 6                 | 6                          | 6                         | 1    | 43                 |
| SPSS/PC+     | 6               | 6                | 6                    | 6                     | 6                 | 6                          | 6                         | 1    | 43                 |
| PC-90 (BMDP) | 7               | 7                | 7                    | 7                     | 7                 | 7                          | 7                         | 1    | 50                 |
| MINITAB      | 4               | 4                | 4                    | 4                     | 4                 | 4                          | 4                         | 2    | 30                 |

З проаналізованого матеріалу можна зробити висновок що через вартість, англомовність і наявності короткострокових доступних демо-версій найкращим варіантом буде створити програмний продукт власної розробки, який не вимагає ні фінансових витрат, ні прив'язки до Інтернету, ні наявності ліцензії. Також його інтерфейс в будь-який момент можна адаптувати під язик використання і прив'язати до нього різну довідкову літературу. Цей комплекс може бути використаний як в медичних дослідженнях, так і в навчальному процесі при вивченні математичних дисциплін, в яких використовується дисперсійний аналіз. Його можна так само використовувати при проведенні лабораторних робіт з дисципліни «Методи математичної обробки медико-біологічних даних».[5]

### Література:

1 Васильєва Л.В. Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проектування»/ Л.В.Васильєва, І.А.Гетьман. – Краматорськ: ДДМА, 2016. –114 с. – ISBN 978-966-379-755-7.

2 [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://thelib.info/medicina/618087-kak-nauka-dokazatel'naya-medicina-baziruetsya-na-dvuh-osnovopolagajushhih-napravleniyah-klinicheskoy-epidemiologii-i-medicinskoj-statistike/>

3 Программные средства статистического анализа данных [Електронне джерело – Режим доступу: <http://www.vsavm.by/knigi/kniga3/1290.html>

4 Бесплатные программы для статистического анализа данных [Електронне джерело] – Режим доступу: <https://boris.bikbov.ru/2013/12/01/besplatnyie-programmyi-dlya-statisticheskogo-analiza-dannyih/>

5 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 Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019), Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019 / Edited by : Arnold E. Kiv, Mariya P. Shyshkina // CEUR Workshop Proceedings. – Vol. 2643. – P. 134–160. – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper08.pdf>

## Використання інформаційних технологій в медицині

**Віштак І.В., Мілевська Т.О.**

*Вінницький національний технічний університет*

Інформаційні технології застосовують нині майже у всіх сферах життя суспільства. За останні десятиліття вони активно інтегруються і в медицину. З кожним роком інформаційні технології все активніше впроваджуються у всі сфери діяльності людини, зокрема й у галузь охорони здоров'я.

Медичні інформаційні технології — це сукупність методів та засобів, що дають змогу обробляти медичні дані у цілісних технологічних системах для створення, використання, зберігання, передавання і захисту інформаційного продукту. Застосування медичних інформаційних технологій відбувається при розв'язанні поставлених завдань у полі медичних інформаційних систем [1].

Медична інформаційна система — це інструмент, який дає змогу визначати і планувати всі ресурси закладу охорони здоров'я шляхом застосування спеціалізованого програмного забезпечення, засобів обчислювальної техніки, необхідного медичного обладнання, засобів зв'язку, і підтримує лікувально-діагностичну, фінансову, адміністративно-господарську, облікову та сервісну діяльність установи для надання якісних медичних послуг



пацієнтам. Медична інформаційна система може бути універсальною або спеціалізованою [2].

Спеціалізовані медичні інформаційні системи враховують усі особливості діяльності в конкретному закладі охорони здоров'я, і тому є ефективнішими. Універсальні ж використовують загальні компоненти показників, характерні для більшості закладів охорони здоров'я та їхніх підрозділів. Використання нових інформаційних технологій у сучасних медичних центрах дозволить легко вести повний облік всіх наданих послуг, зданих аналізів, виписаних рецептів. Також при автоматизації медичного закладу заповнюються електронні амбулаторні карти і історії хвороби, складаються звіти і ведеться медична статистика. Лікарі зможуть надавати медичні послуги, використовуючи свої планшети і смартфони, переглядати кардіо- і енцефалограми пацієнта, результати лабораторних досліджень, приймати документи пацієнта і замовляти необхідні ліки за електронною рецептом.

Автоматизація медичних установ — це створення єдиного інформаційного простору, що, в свою чергу, дозволяє створювати автоматизовані робочі місця лікарів, організувати роботу відділу медичної статистики, створювати бази даних, вести електронні історії хвороб і об'єднувати в єдине ціле всі лікувальні, діагностичні, адміністративні, господарські та фінансові процеси. Залежно від ступеня автоматизації процесів збору й обробки інформації, медичні інформаційні системи поділяються на автоматизовані й автоматичні [3]. В автоматизованих системах частина операцій по збору й обробці інформації виконується людиною. Автоматичні системи припускають повне виключення людини з процесів збору й обробки інформації. Залежно від типу інформаційної бази. Медичні інформаційні системи поділяються на системи, що оперують даними, та системи, що оперують знаннями. Системи другого типу – це експертні системи. Їхнє функціонування істотно спирається на знання, отримані від експертів, а результати функціонування близькі результатам аналітичної діяльності експертів. Залежно від виду розв'язуваних задач, медичні інформаційні системи можна розділити на такі групи:

- інформаційно-довідкові системи автоматизованого пошуку, вимірювальні системи;
- інформаційно-логічні – діагностичні системи; системи прогнозу; системи моніторингу;
- керуючі або автоматизовані системи управління.

У системах управління реалізується принципово нова функція – прийняття керуючих рішень. Найбільш широке поширення в медичних установах одержали інформаційно-пошукові системи (ІПС), які у залежності від характеру інформації поділяються на фактографічні і документальні системи. Фактографічні ІПС містять інформаційні масиви фактичних даних. Аналогами таких систем виступають «паперові» довідники, каталоги, технічні паспорти. У комп'ютерних ІПС фактичні дані звичайно зберігаються в базах даних і являють собою таблиці у колонках яких вказано назви різних характеристик об'єктів, а в рядках дані опису (значення характеристик) цих об'єктів. Документальні ІПС оперують з інформацією у вигляді документів.

Прикладами таких систем можуть бути бібліографічна картотека, картотека з історіями хвороб, інші картотеки. Виконуючи пошук, документальна ІПС надає або номери необхідних документів, або список заголовків, або адреси зберігання шуканих документів. При цьому оцінку інформації, що знаходиться в знайдених документах, робить людина. Керуючі системи реалізують збір інформації про об'єкт управління, обробку інформації, передачу даних в орган управління, формування керуючого рішення.

#### *Література*

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki> – інформаційні технології в медицині.
2. <https://www.slideshare.net/innagrabobska/ss-12937918> – інформаційні технології в медицині.
3. <https://sites.google.com/site/tehnologiemedicini/>.

## Проектування програмного забезпечення для оцінки стійкості персоналу підприємства

Душко С.В., Шевченко Н.Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія

Стійкість персоналу підприємства розглядається як певний динамічний стан системи управління персоналом, що характеризує її здатність зберігати працездатність під впливом внутрішніх і зовнішніх трансформацій на основі забезпечення балансу кількісних і якісних параметрів стійкості персоналу. Іншими словами – плинність кадрів – показник швидкості, з якою підприємство втрачає своїх співробітників. Основою математичної моделі є розрахунок плинності персоналу компанії, обчислений на основі кількості звільнених співробітників і середньооблікової чисельності персоналу [1]:

$$K_T = \frac{K_y}{C_{cp}} \times 100\% , \quad (1)$$

де  $K_T$  – коефіцієнт плинності;  $K_y$  – кількість звільнених співробітників за рік;  $C_{cp}$  – середньооблікова чисельність. Середньооблікова чисельність персоналу  $C_{cp}$  розраховується через зведену чисельність в кожен контрольний період:

$$C_{cp} = \frac{1}{2} \times \left( \frac{C_1 + C_2}{2} + \frac{C_2 + C_3}{2} + \dots + \frac{C_{12} + C_{1n}}{2} \right) , \quad (2)$$

де  $C_{cp}$  – середньооблікова чисельність;  $C_1, C_2, \dots, C_{12}$  – чисельність персоналу на перше число кожного місяця;  $C_{1n}$  – чисельність співробітників на 1 січня року, наступного за звітним.

Плинність персоналу компанії підвищує витрати компанії, пов'язані з пошуком і працевлаштуванням нового співробітника. Нехай  $CpU$  – середньорічні втрати, яких зазнає компанія за підсумками звільнення одного співробітника. Тоді загальний збиток  $OCpU$  можна розрахувати наступним чином:

$$OCpY = CpY \times Ky. \quad (3)$$

Якщо представити плинність персоналу в якості динамічної системи, поведінка якої описується різницевим рівнянням першого порядку, то матимемо залежність:

$$K_T(t) = aK_T(t - 1) + b, \quad (4)$$

де  $a, b$  – коефіцієнти, що характеризують динаміку поведінки показника  $K_T$ ;  $0 < b < 1$  (визначає постійний рівень звільнення за природними причинами, наприклад, вихід на пенсію),  $a > 0$ . За допомогою різницевого рівняння можна прогнозувати плинність кадрів та в залежності від цього формувати стратегію управління стійкістю персоналу.

З метою автоматизації процесу прогнозування плинності кадрів та управління стійкістю персоналу був спроектований модуль інформаційної системи (рис. 1).



Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання

#### *Література*

1. *Математическая модель текучести персонала [Электронный ресурс] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36690384>*

## **Розробка ПК для автоматизації багатоканального поливу на базі ARDUINO**

**Котробай А.С., Васильєва Л.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Автоматизовані системи поливу були спеціально створені для того, щоб спростити процес догляду за великими територіями зелених насаджень. Вони дозволяють своєчасно подавати необхідну кількість рідини, рівномірно розподіляти її по ділянці. Мета розробки даного ПК полягає в тому, щоб дозволити користувачам на основі введених даних контролювати систему поливу з найменшим використанням ресурсів та мінімізувати помилки «людського фактору».

В ході виконання цієї роботи виконані проектування і розробка прототипу апаратної, програмної і інтерфейсної частин системи поливу з використанням мікроконтролера Arduino Nano, середовища розробки Arduino.

Автоматичний полив є одним з найбільш ефективних рішень для зрошення ділянок будь-якої площі і складності. У роботі представлений проект програмного комплексу призначеного для автоматичної системи поливу. Для процесу поливу потрібні дії однієї особи (оператор) і системи автоматичного поливу. Після налаштування дисплея у системі автоматичного поливу ми можемо бачити, що поливає система, за який проміжок часу та з яким інтервалом. На підставі усіх даних отриманих з дисплею, оператор може скласти графік поливу.

#### *Література*

1. *Токмаков Н. М., Грудинин В. С. Математическая модель системы управления микроклиматом ангарных теплиц //Гавриш. – 2008. – №. 3. – С. 28-32.*

2. *Android і Arduino. Програмне забезпечення [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://cxem.net/arduino/arduino51.php>*

3. *Tarasov, O., Vasylieva, L., Altukhov, O., & Anosov, V. (2020). Automation of the Synthesis of New Design Solutions Based on the Requirements for the Functionality of the Created Object.*

4. Васильєва Л.В. Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проектування»/ Л.В.Васильєва, І.А.Гетьман. – Краматорськ : ДДМА, 2016. –114 с.

## **Розробка ПК для автоматичної метеостанції на базі ARDUINO**

**Леохін В.Е., Васильєва Л.В.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Мікроклімат виробничих приміщень – це комплекс фізичних факторів, що впливають на теплообмін людини і визначають самопочуття, працездатність, здоров'я і праці. Люди, що знаходяться в житлових, в громадських і промислових будівлях, а також технологічні процеси, здійснювані в промислових цехах, вимагають підтримки в приміщеннях певного мікроклімату. Необхідні умови створюються за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. У закритих приміщеннях в залежності від їх призначення і характеру проведеної в них роботи створюються різні температури та вологості умови. Забезпечити оптимальний стан мікроклімату і зберігати його в нормі допоможуть спеціальні технічні пристрої. Функціональні системи створюють комфортну «погоду в будинку», при якій гарантується гарне самопочуття і профілактика ряду порушень з боку здоров'я.

Мета розробки даного ПК полягала в тому, щоб дозволити користувачам на основі отриманих даних відстежувати мікроклімат та точно відображати стан навколишнього середовища: температуру і вологість повітря, атмосферний тиск, CO<sup>2</sup>.

У роботі представлений проект програмного комплексу, призначеного для автоматичної метеостанції. В ході виконання цієї роботи виконане проектування і розробка прототипу апаратної, програмної і інтерфейсної частин системи автоматичної метеостанції з використанням мікроконтролера Arduino Nano, середовища розробки Arduino.

Для процесу відстеження даних мікроклімату потрібні дії однієї особи (оператор) і системи автоматичної метеостанції. Коли у оператора з'являється

потреба дізнатися дані показників в окремо взятому просторі, він звертається до пристрою «Метеостанція». За допомогою метеостанції оператор в будь який час може дізнатися чіткі дані температури, вологості, атмосферного тиску та CO<sup>2</sup> в окремо взятому приміщенні.

Для того щоб оператор міг дізнатися про дані показників необхідно подивитися на дисплей. На дисплей виводиться інформація з датчиків кожні 15 хвилин. Також можна подивитися на показники з датчиків у вигляді графіку за проміжок часу – час/день.

Запропонований програмний комплекс для системи «Автоматичної метеостанції» на базі «Arduino», дозволить користувачам на основі отриманих даних відстежувати мікроклімат та точно відображати стан навколишнього середовища: температуру і вологість повітря, атмосферний тиск, CO<sup>2</sup>.

#### *Література*

1. Токмаков Н. М., Грудинин В. С. Математическая модель системы управления микроклиматом ангарных теплиц //Гавриш. – 2008. – №. 3. – С. 28-32.
2. Android і Arduino. Програмне забезпечення [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://cxem.net/arduino/arduino51.php>
3. Tarasov, O., Vasylieva, L., Altukhov, O., & Anosov, V. (2020). Automation of the Synthesis of New Design Solutions Based on the Requirements for the Functionality of the Created Object.
4. Васильєва Л.В. Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проектування»/ Л.В.Васильєва, І.А.Гетьман. – Краматорськ : ДДМА, 2016. –114 с.
5. Arduino Nano [Електронний ресурс] // Arduino [Електронний ресурс] // Сайт користувачів «Arduino». - Режим доступу: <http://arduino.com/Hardware/ArduinoBoardNano>
6. Arduino [Електронний ресурс] // Сайт програмного середовища і фірми «Arduino». - Режим доступу: <https://www.arduino.cc>
7. Переривання на мікроконтролері Arduino [Електронний ресурс] // Сайт по машинному навчанню і програмуванню. - Режим доступу: <http://robotosha.com/arduino/arduino-intercompts.html>
8. Аналогові вимірювання з Arduino [Електронний ресурс] // Сайт користувачів «Arduino». - Режим доступу: <http://robotosha.com/arduino/analogmeasurements-arduino.html>

# Розробка кросплатформного мобільного додатку для моніторингу комунального транспорту з використанням сервера Dozor

Бабаш А.В.

Донбаська державна машинобудівна академія

На сьогоднішній день існує багато різних сервісів та мобільних додатків для моніторингу транспорту, інформування про актуальний курс валют, доступні банкомати та відділення з розкладом їх роботи тощо.

Запит до цих сервісів можна виконувати з мобільного або веб-додатку. У відповідь на запит додатку сервер повертає відповідь у вигляді json-формату [1].

Приклад запиту на сервер Dozor про місцезнаходження комунального транспорту у місті Краматорськ та відповіді у форматі json з використанням веб-браузера наведений на рисунку 1.

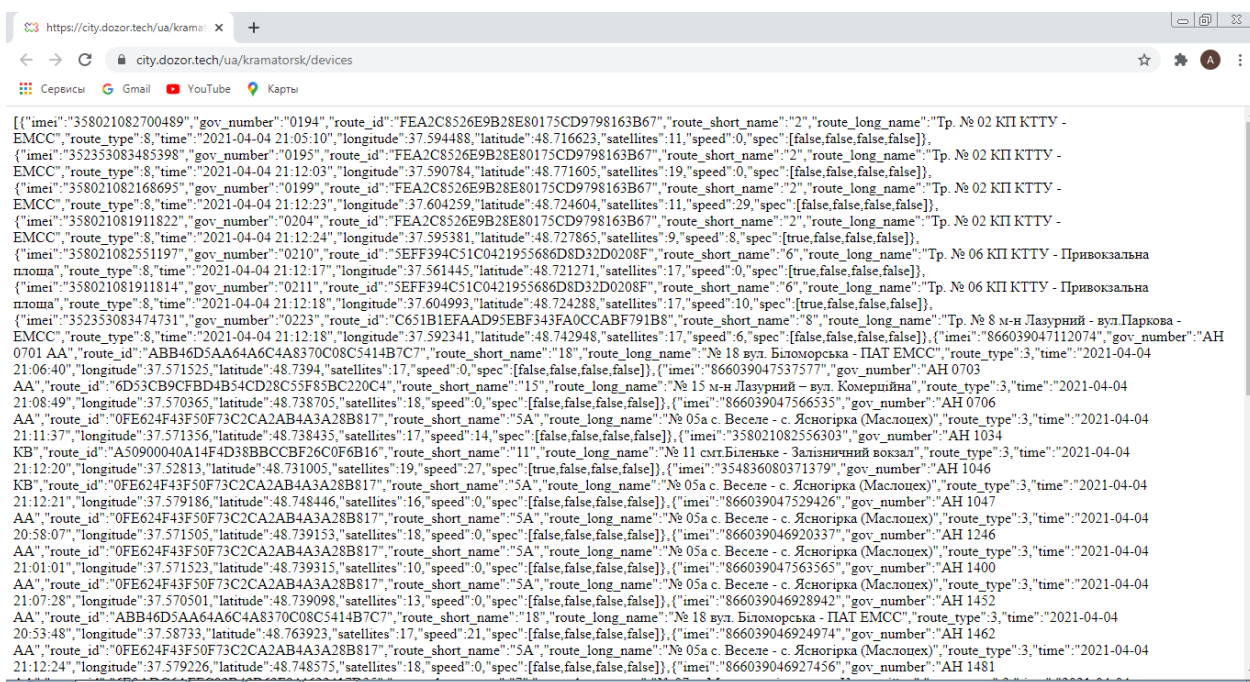


Рисунок 1 – Відповідь у форматі json на запит про місцезнаходження комунального транспорту до сервера Dozor (місто Краматорськ)

Відповідь у форматі json може бути оброблена та представлена користувачу у зручному вигляді (наприклад координати місцезнаходження комунального транспорту можна відмітити на Google карті з використанням маркерів).



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 [2]. 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 розроблений мобільний додаток для операційної системи Android, який дозволяє виконувати моніторинг транспорту та відображати його місцезнаходження з використанням Google карт. Для використання Google карт у мобільному додатку необхідно отримати Google API Key [3].

**Мета роботи** – розробка кросплатформного додатку для здійснення моніторингу комунального транспорту з використанням серверу Dozor.

**Задачі дослідження:**

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

Для моніторингу транспорту існує популярний додаток для ОС Android Dozor City [4]. Додаток має зручний інтерфейс, проте не підтримує зміну вигляду карти (стандартна, супутник, змішана).

Парсинг json відповіді у Embarcadero Delphi Community Edition здійснюється з використанням класу TJSONObject. Фрагмент програмного коду парсингу json відповіді наведений на рисунку 2.

```
// Получаем информацию о транспорте
for i:=0 to MyForm.JSONMyArr.Size-1 do
begin
  MyForm.TransportArr[i].imei:=Int64.Parse(TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('imei')).JsonValue.Value);
  MyForm.TransportArr[i].gov_number:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('gov_number')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].route_id:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('route_id')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].route_short_name:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('route_short_name')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].route_long_name:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('route_long_name')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].route_type:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('route_type')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].time:=TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('time')).JsonValue.Value;
  MyForm.TransportArr[i].longitude:=Double.Parse(TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('longitude')).JsonValue.Value);
  MyForm.TransportArr[i].latitude:=Double.Parse(TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('latitude')).JsonValue.Value);
  MyForm.TransportArr[i].satellites:=Integer.Parse(TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('satellites')).JsonValue.Value);
  MyForm.TransportArr[i].speed:=Integer.Parse(TJSONPair(TJSONObject(MyForm.JSONMyArr.Get(i)).Get('speed')).JsonValue.Value);
  MyForm.incvalue:=i;
  Synchronize (ShowProgress);
  Sleep (10);
end;
```

Рисунок 2 – Відповідь у форматі json на запит про місцезнаходження

Інтерфейс розробленого додатка для здійснення моніторингу транспорту при компіляції для платформи Android наведений на рисунку 3.

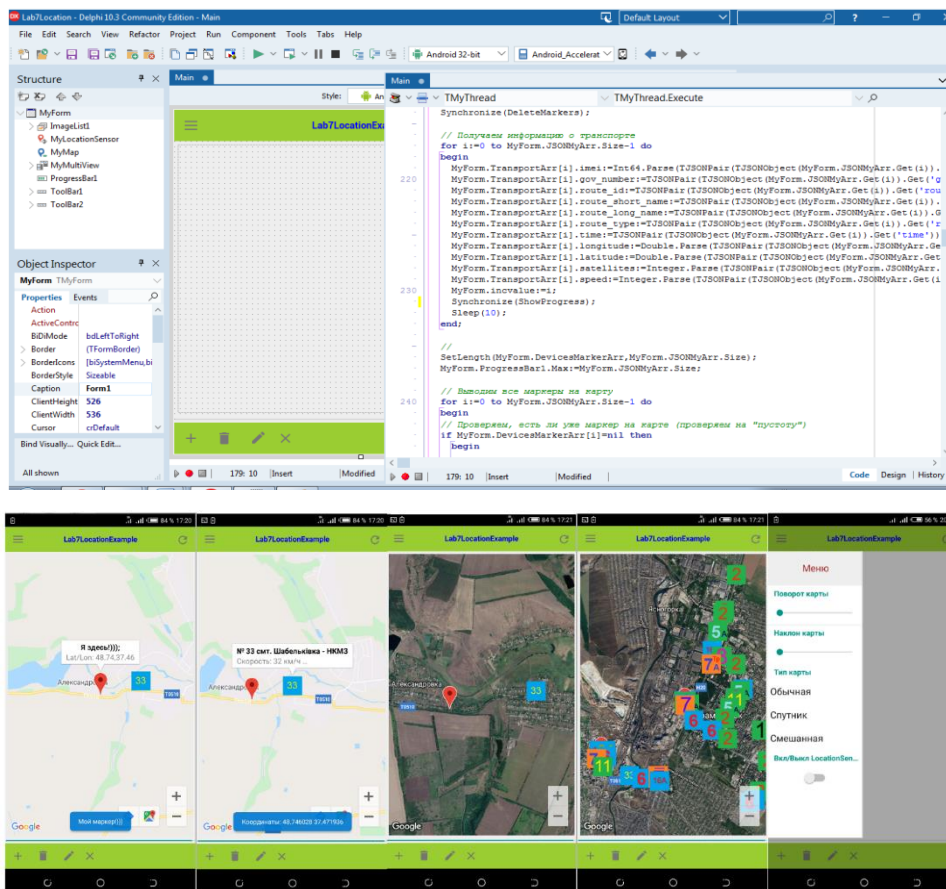


Рисунок 3 – Мобільний додаток при компіляції для платформи Android

Таким чином, був розроблений мобільний додаток, який дозволяє проводити моніторинг комунального транспорту. Цей проект використовується у процесі навчання технологіям мобільної розробки та принципам побудови інтерфейсів мобільних систем.

#### Література

1. JSON [Electronic resource] – Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON>
2. Embarcadero Delphi Community Edition [Electronic resource] – Available at: <https://www.embarcadero.com/products/delphi/starter>
3. Как получить ключ API [Electronic resource] – Available at: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/get-api-key?hl=ru>
4. Dozor City [Electronic resource] – Available at: [https://play.google.com/store/apps/details?id=gts.dozor\\_city&hl=ru&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=gts.dozor_city&hl=ru&gl=US)

## **Дослідження впливу зовнішніх факторів на потенційну працездатність людини за комп'ютером та її мозкову діяльність**

**Марчук О.О., Давидов Я.С.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Дане дослідження націлене на можливість створення інструментів для максимізації потенційної працездатності людини за комп'ютером. Вплив розумової втоми людини на ефективність, а відповідно і на продуктивність її праці важко переоцінити. Актуальність цієї роботи обумовлюється тим, що на поточний час на великій кількості робочих місць у найрізноманітніших сферах люди змушені дуже багато працювати за комп'ютером [1], що робить їх особливо схильними до високого когнітивного навантаження та, як наслідок, втрати мотивації і погіршенню якості роботи. Проведені експерименти зі зміною звичних параметрів оточуючого середовища під час робочого дня показали їх вплив на ефективність взаємодії людини з комп'ютером за допомогою алгоритмів аналізу стилOMETрії [2] та її електричну активність головного мозку. Частково підтверджена гіпотеза щодо наявності взаємозв'язку даних з електроенцефалографії, зібраних за допомогою портативного нейроінтерфейса, та розумовою втомою людини. Створений програмно-апаратний комплекс на основі отриманих результатів, схема якого зображена на рисунку 1, буде корисним інструментом для оптимізації робочих умов працівників у IT-сфері та інших.

Мета дослідження – пошук залежностей даних стилOMETрії людини, тобто швидкості взаємодії з комп'ютером, її електрофізіологічних показників, різних суб'єктивних показників від різних факторів, що можуть впливати на людину та її швидкість стомлення під час виконання завдань з програмування [3], визначення потенційних методів прогнозування настання втоми, створення можливих алгоритмів покращення потенційної працездатності людини.

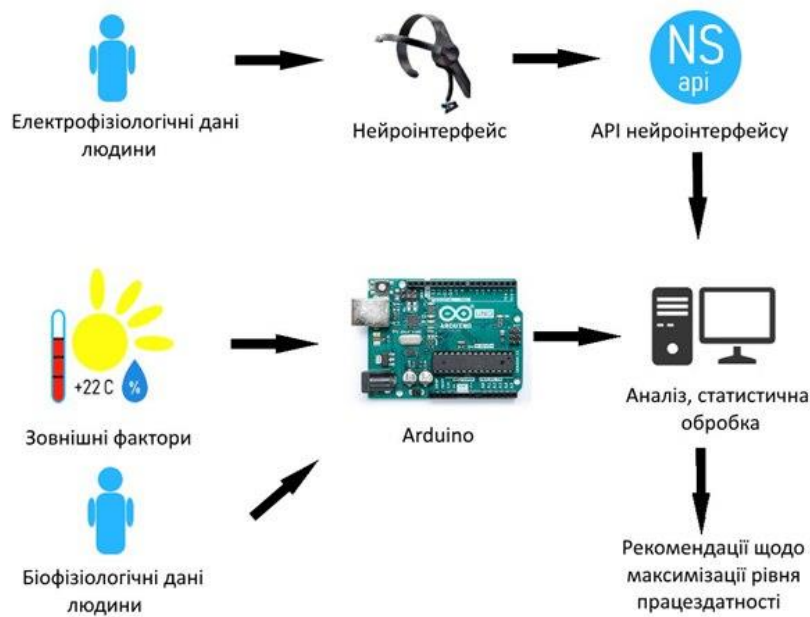


Рисунок 1 – Схема програмно-апаратного комплексу

Також ми націлені на визначення, чи існує кореляція між швидкістю людини при роботі за комп'ютером, як об'єктивним показником для визначення рівня її втомленості та електричною активністю головного мозку з метою відповіді на питання: "Чи можна вважати дані головного мозку людини, зібрані методом електроенцефалографії за допомогою портативного нейроінтерфейсу, також об'єктивним показником визначення рівня розумової втомленості людини?".

Об'єктом даного дослідження є взаємодія людини з комп'ютером або комп'ютеризованим пристроєм в задачах, що вимагають високої концентрації та призводять до високого когнітивного навантаження.

Предметом дослідження є статистичний аналіз впливу різних чинників на потенційну працездатність людини за комп'ютером та зв'язок її з електричною активністю головного мозку.

Ми з'ясували, що такі параметри, як, наприклад, температура повітря та рівень освітленості приміщення можуть дійсно суттєво впливати на ефективність взаємодії людини з комп'ютером. Крім того, було проведено спостереження впливу рівня освітленості на активність головного мозку людини,

з даних якого можна зробити висновок, що робота у затемнених умовах призводить до зниження розумової активності, особливо зранку та під кінець робочого дня. Також ми провели порівняння динаміки зміни даних стилometrій людини із динамікою зміни її активності головного мозку, яке може бути початковою основою для підтвердження припущення, що дані з електроенцефалограми людини, зібрані за допомогою портативного нейроінтерфейсу, як ми допускали раніше, можуть у перспективі розглядатися як об'єктивний показник її розумової втомленості, або, як мінімум, використовуватися як додаткова перевірка психофізіологічного стану людини під час роботи.

У подальшому дослідженні слід більш ретельно роздивитись потенційні наслідки зміни параметрів навколишнього середовища на потенційну працездатність людини як з точки зору ефективності її взаємодії з комп'ютером, так і з точки зору активності головного мозку. Також варто буде розширити масштаб дослідження, а саме збільшити кількість людей, що будуть брати участь у дослідженні, збільшити час проведення дослідження та урізноманітнити види виконуваних робіт. Ми вважаємо, що крім пошуку вищезазначених залежностей, у майбутньому слід буде акцентувати увагу на оптимізації умов для кожної конкретної людини з конкретним видом виконуваної роботи на основі раніше отриманих даних. Це являється гарним відправним пунктом для обговорення та подальших досліджень.

#### *Література*

1. Lance, B.J.; Kerick, S.E.; Ries, A.J.; Oie, K.S.; McDowell, K.; , "Brain-Computer Interface Technologies in the Coming Decades", *Proceedings of the IEEE*, vol.100, no. Special Centennial Issue, pp.1585-1599, May 13 2012. DOI: 10.1109/JPROC.2012.2184830
2. Pimenta, A. et al. "Monitoring mental fatigue through the analysis of keyboard and mouse interaction patterns". *Hybrid Artificial Intelligent Systems*. Springer, 2013, pp. 222-231. DOI: 10.1007/978-3-642-40846-5\_23
3. Shneiderman, B. & Mayer, R. "Syntactic/semantic interactions in programmer behavior: A model and experimental results". *International Journal of Computer & Information Sciences* 8.3 (1979), pp. 219-238. DOI: 10.1007/BF00977789/

## **Візуалізація пухлин головного мозку людини шляхом створення тривимірної полігональної моделі**

**Вадурін К.О., Кухаренко Д.В., Бондарєв Р.С., Ковальова А.О.**  
*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

ВСТУП. В Україні захворюваність на злоякісні новоутворення головного мозку становить 5,4 випадки на 100 тис. населення, згідно із даними 2018-го року. Зокрема, у жінок цей показник становить 4,8 на 100 тис. населення, у чоловіків – 6,1 на 100 тис. населення. Пухлини головного мозку становлять близько 9% від загальної кількості всіх новоутворень, що відомо з джерела [1]. Спираючись на таку статистику, актуальною є розробка заходів спрямованих на комплексне удосконалення існуючих методів лікування та передопераційного планування видалення пухлин головного мозку людини.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Загалом було виконано комплекс наукових робіт спрямованих на удосконалення методів, що використовуються для лікування пухлин головного мозку. Перша робота присвячена проектуванню пристрою для швидкої іонізації повітря, будова та принцип роботи якого надано за наступними посиланнями [2]. Такий пристрій зможе ефективно застосовуватися як додатковий засіб при хіміотерапії рубоміцином, причому ефективність застосування негативних аеронів кисню для таких процедур засвідчується матеріалами наданими у [3].

Друга робота присвячена розробці методології застосуванню прийомів креслення для виведення інформації з медичних систем. В ході роботи побудовано експериментальну установку, яка може виводити бінарну інформацію будь-якої складності на папір. Виконана робота покликана зменшити вартість медичних досліджень, полегшити розробку медичних систем та універсалізувати витратні матеріали, що використовуються при друці [4].

Наступним кроком наукових досліджень є пошук можливості удосконалення методів моделювання пухлин головного мозку для подальшого виведення зрізів пухлин до друку та передопераційного планування. Серед великої кількості програм для реконструкції знімків МРТ чи КТ було

виокремлено програму InVesalius 3 через її гнучкість та вільне поширення для наукових досліджень. Розглянувши ключові особливості InVesalius 3, слід відзначити, що для побудови моделі, у цій програмі, необхідно виділяти зону моделювання за допомогою інтерактивних контурів чи рівнів яскравості, що не завжди зручно. Також виділення пухлин за рівнями яскравості ускладнюється тим, що на знімках пухлини мають подібну яскравість з іншими структурами головного мозку, а також невелика точність отримуваної моделі.

У зв'язку з очевидними недоліками поточного методу рівневого виділення зони моделювання пухлини програмою InVesalius 3, прийнято рішення удосконалити даний метод моделювання.

Новий метод формування моделей пухлин головного мозку базується на виділенні рівнів яскравостей структур, які відображені на знімках МРТ та КТ, як і базовий метод застосований у InVesalius 3. На відміну від базового, новий метод моделювання передбачає попереднє обрізання знімків до розмірів у яких наявна зони інтересу, у якій знаходиться пухлина, а також роботу з кольором та фільтрацією оброблюваних знімків для досягнення більшої точності створюваної моделі.

Реалізацію нового методу здійснимо на платформі LabVIEW, яка має широкий спектр модулів для реалізації необхідних функцій роботи з медичним зображенням та обладнанням. Основні модулі необхідні для реалізації програми, за пропонованим методом, це: Biomedical Toolkit (набір засобів для роботи з медичними даними та візуалізації медичної інформації), Vision Development Module (модуль, що містить велику кількість засобів для реалізації машинного зору, роботи з медичним обладнанням та обробки зображення).

За базову схему оберемо пристрій наданий на офіційному сайті LabVIEW, у статті присвяченій відтворенню 3D-моделі з МРТ/КТ серії зрізів збережених у форматі \*.dcm Biomedical Toolkit.

Блок схему базового пристрою виконаного на платформі LabVIEW надамо на рисунку 1, а лицьову панель на рисунку 2.

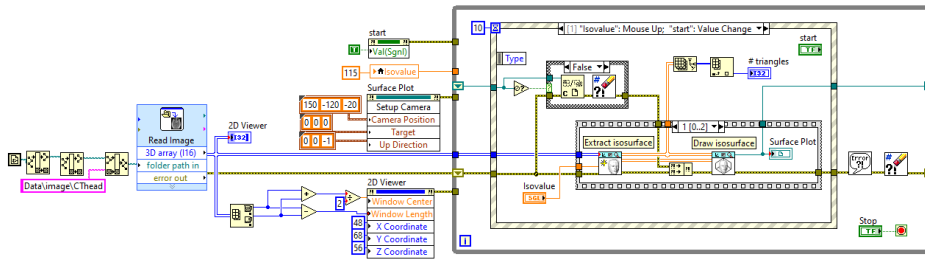


Рисунок 1 – Блок-схема базового пристрою

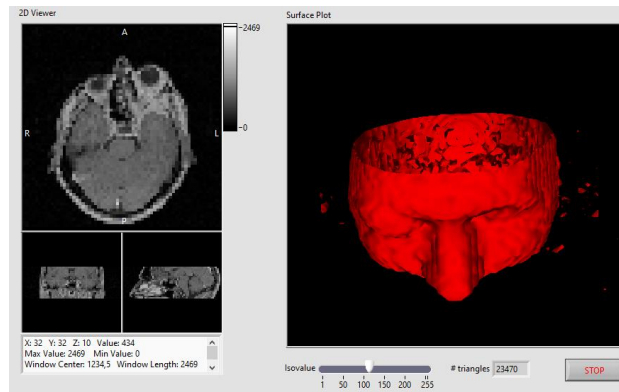


Рисунок 2 – Лицьова панель базового пристрою

ВИСНОВКИ. Як видно з рисунків 1 та 2, користуючись обраними модулями можна легко відтворити 3D-модель з МРТ/КТ серії зрізів на платформі LabVIEW. На подальших етапах роботи планується реалізувати основні функції необхідні для якісного рівневого виділення зони моделювання пухлин головного мозку, що значно підвищить точність створюваних моделей.

#### Література

1. Центр громадського здоров'я МОЗ України. Серед причин розвитку пухлин головного мозку є генетична схильність організму та вплив онкогенних вірусів. URL: <https://phc.org.ua/news/sered-prichin-rozvitku-pukhlin-golovnogo-mozku-e-genetichna-skhilnist-organizmu-ta-vpliv>.
2. Вадурін К. О. Високовольтний перетворювач напруги як основа реалізації методу швидкої іонізації повітря. *Авіація, промисловість, суспільство : матеріали I міжнар. наук.-практ. конф., м. Кременчук, 14 травня 2020 р. Кременчук, 2020. С. 59–61.*
3. Зорькіна А. В., Скопин, П. И. Применение отрицательных аэроионов кислорода для модификации противоопухолевой химиотерапии. *Вестник новых медицинских технологий. Тула, 2009. № 4 С. 102–104.*
4. Саньков С. В., Вадурін К. О., Кучеренко М. С. Розробка методології застосування прийомів креслення у медичних системах. *Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів: матеріали XIX міжнар. наук.-техн. конф., м. Кременчук, 6–8 листоп. 2020 р. Кременчук, 2020. С. 68–69.*



## **Вплив цифрових технологій на рівень економічної безпеки електротехнічних підприємств**

**Кобелєва Т.О.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Економічна безпека підприємства проявляється в забезпеченні злагодженої роботи всіх наявних підрозділів, які формують його організаційну структуру, в рамках узгодженого досягнення важливих цілей фінансової, інтелектуальної, кадрової, техніко-технологічної, політико-правової, інформаційної, екологічної та силовий економічної безпеки і т.п. Останнім часом надзвичайно актуальним для підприємств і організацій стало питання використання цифрових технологій, що зумовлює необхідність вивчення особливостей забезпечення економічної безпеки в даних умовах. ХХІ ст. несе з собою «мережеву цивілізацію», Індустрію 4.0 і цифрову економіку [1-16]. Важко уявити сучасний бізнес без Інтернету і мобільного зв'язку, які стрімко увірвалися не тільки у всесвітній економічний простір, але і в повсякденному житті кожної людини. Україна тільки починає процеси цифрового перетворення. Мотивацією для активізації даної діяльності на підприємствах стали процеси євразійської інтеграції і висока конкуренція на ринку. На жаль, незважаючи на позитивний досвід в даній сфері зарубіжних країн, відповідні зміни в Україні відбуваються досить повільно. Разом з тим проблеми впливу цифрових технологій на економічну безпеку підприємницької діяльності як фактор забезпечення сталого розвитку та конкурентоспроможності заслуговують на особливу увагу, оскільки саме розвиток бізнесу є запорукою розвитку економіки країни.

Економічна безпека підприємства формується за умови найбільш раціонального і ефективного використання ресурсів, що забезпечують функціонування підприємства на стабільному рівні. Слід зазначити, що рівень економічної безпеки повинен бути достатнім і повинен забезпечувати високі результати діяльності підприємства. Для ефективного забезпечення економічної безпеки підприємства потрібно завжди застосовувати системний підхід, який передбачає необхідність комплексного врахування всіх особливостей, обставин,

умов і факторів діяльності. Щоб мінімізувати негативний вплив на діяльність і забезпечити можливість розвитку підприємства, необхідно створити захист від негативного впливу середовища, перш за все окремих складових, що формують в своїй сукупності економічну безпеку підприємства. Проведене дослідження дозволило виділити внутрішні складові економічної безпеки підприємства, які під дією різних факторів регулюють її рівень: фінансову, ринкову, товарну, інтерфейсную, інтелектуально-кадрову, технологічну, політико-правову та інформаційну.

На наш погляд, трансформаційні процеси, пов'язані з використанням цифрових технологій, несуть з собою ймовірність ризиків і реальних загроз для економічної системи підприємства, в тому числі в електротехнічній промисловості. Система економічної безпеки підприємства в таких умовах не може обмежуватися тільки організацією кібербезпеки, а повинна досліджуватися комплексно, з урахуванням негативного впливу процесу цифровізації на всі напрямки розвитку бізнесу, з огляду на небезпеку цифрових технологій для самої системи економічної безпеки. На жаль, вітчизняні підприємства не можуть характеризуватися високим рівнем цифровізації. На наш погляд, основними факторами впровадження цифрових технологій на підприємствах є:

- необхідність забезпечення ефективності господарської діяльності та фінансової стійкості підприємства (виходячи з мети бізнесу і корпоративних інтересів);

- вплив процесу глобалізації проблем національної безпеки, забезпечення якості готової продукції;

- забезпечення конкурентоспроможності підприємства; забезпечення фізичної, майнової, фінансово-економічної, інформаційної захисту.

Таким чином, проведення цифрових перетворень є необхідною умовою досягнення підприємством високого рівня економічного розвитку і є платформою для поліпшення становища бізнесу. Цифрові технології дозволяють підвищити рівень економічної безпеки, ефективність і конкурентоспроможність окремих підприємств, економіки в цілому і рівня життя населення.

## Литература

1. Короткова О.В. Особенности обеспечения экономической безопасности предпринимательской деятельности в эпоху цифровых технологий. *Вестник Университета имени О.Е. Кутафина*. 2020; (7); 53-59. <https://doi.org/10.17803/2311-5998.2020.71.7.053-059>
2. Pererva Petro Organization of Marketing activities on the Intrapreneurship // Petro Pererva, Szabolcs Nagy, Maria Maslak - MIND JOURNAL // Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna. - № 5.- 2018.- [Published online].- Access mode: [https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization\\_of\\_marketing\\_activities\\_on\\_the\\_intrapreneurship.pdf](https://mindjournal.wseh.pl/sites/default/files/article/09-18/organization_of_marketing_activities_on_the_intrapreneurship.pdf)
3. Pererva P.G., Kocziszky György, Szakaly D., Somosi Veres M. Technology transfer. *Kharkiv-Miskolc: NTU «KhPI»*, 2012. 668 p.
4. Nagy S. Monitoring of innovation and investment potential of industrial enterprises / S. Nagy, P. Pererva // *Сучасні тенденції розвитку світової економіки : зб. матеріалів 10-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 18 травня 2018 р. – Харків : ХНАДУ, 2018. – С. 88-89.*
5. Перерва П.Г. Оцінка впливу інноваційної, інвестиційної та маркетингової політики підприємства на рівень конкурентоспроможності / П.Г.Перерва, С.Нагі, Т.О.Кобелева // *Вісник НТУ "ХПІ" (економічні науки) : зб. наук. пр.– Харків : НТУ "ХПІ", 2018.–№ 15 (1291). – С. 89-94.*
6. Nagy S., Sikorska M., Pererva P.G. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // *Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р.– Київ : НАУ, 2018. – С. 21-22.*
7. Перерва П.Г. Трудоустройство без проблем (искусство самомаркетинга). – *Харьков : Фактор, 2009. 480 с.*
8. Перерва П.Г. Комплаенс-программа промышленного предприятия: сущность и задачи. *Вісник нац. техн. ун-ту «ХПІ» : зб. наук. пр. Сер. : Економічні науки. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 24 (1246). – С. 153-158.*
9. Перерва П.Г., Гочарова Н.П., Яковлев А.И. *Маркетинг инновационного процесса. Учебное пособие - Киев: ВИРА-Р. 1998.- 267с.*
10. Перерва П.Г. *Управління маркетингом на машинобудівному підприємстві. Навч. посібник.- Харків : «Основа», 1993.- 288с.*
11. Kocziszky György, Somosi Veres M., Kobieliava T.O *Reputational compliance // Дослідження та оптимізація економічних процесів «Оптимум–2017» : тр. 13-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 6-8 грудня 2017 р. Харків, 2017.– С. 140-143.*
12. Перерва П.Г. *Потребность в электротехнических средствах автоматизации. Теория и методы определения. - Харьков : Основа. 1991. 114 с.*
13. Товажнянський В.Л., Перерва П.Г., Кобелева Т.О. *Банкротство, санація та реструктуризація підприємства як економічні категорії антикризового управління. Вісник НТУ «ХПІ». 2015. № 59 (1168). С. 148-152.*
14. Перерва П.Г., Коциски Д., Верес Шомоши М., Кобелева Т.А. *Комплаенс программа промышленного предприятия.– Харьков-Мишкольц : ООО «Планета-принт», 2019. – 689 с.*
15. Перерва П.Г. *Самомаркетинг менеджера и бизнесмена.- Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 592 с.*
16. Старостіна А.О. *Маркетинг: теорія, світовий досвід, українська практика: підруч. – К.: Знання, 2009. – 1070 с.*

## **Автоматизація обробки зображень для діагностики хвороб сільськогосподарських культур**

**Гайдук А. А., Богданова Л. М.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Сільське господарство активно застосовує інформаційні технології, це дозволяє підвищити працездатність сільськогосподарських підприємств за допомогою:

- автоматизації роботи підприємства;
- моніторинга угідь за допомогою спеціальних приладів та систем (GPS – моніторинг, дрони, азотні сенсори, сенсори вологості і т.д.);
- дистанційного керування технікою;
- методів штучного інтелекту ( для автоматичного керування системами підтримки мікроклімату, поливу і т.д. ).

У всьому світі, через хвороби рослин, втрати врожаю сільськогосподарських культур досягають 30%. Для зменшення збитків є доцільним створення програми для ідентифікації хвороби. Це дозволить своєчасно визначити хворобу та швидко позбутися її [1].

Хвороби сільськогосподарських рослин, в першу чергу, ідентифікуються під час зовнішнього огляду рослини. Тому, є доцільним використати нейронну мережу, яка може розпізнавати хворобу за допомогою фотографії.

Нейронна мережа, що складається з багатьох шарів, називається глибокою нейронною мережею. Нейронні мережі на основі персептрона передають вхідні дані в мережу у вигляді одновимірного масиву, для них всі точки рівнозначні. Зображення ж мають локальні зв'язності і тому для аналізу зображень така мережа не підходить. Чорно-біле зображення є 2Dструктурой, а RGB-зображення є трьохканальними. Згорточні мережі працюють із зображеннями у видіє тензорів. Тензор - це 3D масив чисел або масив матриць чисел. Крім того, моделі мереж для аналізу таких зображень повинні мати велике число параметрів, які треба налаштовувати в процесі навчання [2].

Згорточні нейронні мережі використовують такі типи шарів: вхідний шар,

згорточний шар, шар скоригованих лінійних блоків, поєднуючий шар, повнозв'язний шар. Така структура дозволяє перетворювати вхідне зображення з піксельних значень в оцінки класів на виході мережі.

В процесі навчання мережі використовується метод зворотного поширення помилки. Для згорточних мереж використовується оптимізаційний алгоритм Adam. В якості функції вартості помилки використовують бінарну крос-ентропію. Ця функція опукла, тому досягти глобального мінімуму буде досить легко [2].

За останні 10 років було створено багато додатків для вирішення проблеми ідентифікації хвороб сільськогосподарських рослин за допомогою методів штучного інтелекту. Серед додатків слід відмітити: Plantix, Harvio Scouting.

Plantix діагностує уражені культури і видає користувачам інформацію про профілактичні заходи і методи боротьби з хворобою. У Plantix реалізована система машинного навчання на основі 500000 фотографій. В даний час програма може виявити понад 60 захворювань. Програма також містить бібліотеку патогенів, які можуть бути відфільтровані по видам рослин, грибків, бактерій, вірусів і іншим категоріям. Через те, що спочатку програма була запущена тільки в Німеччині, Бразилії і Індії - саме для цих держав підходить найбільш оптимально. Для інших же країн поки що триває збір фотографій і інформації [3].

У 2018 році компанія Bayer розробила цифрову платформу Harvio. Частиною платформи є додаток Scouting. Він допомагає діагностувати захворювання, пошкодження, порушення розвитку рослин на основі обробки фотознімків. На сьогодні додаток розпізнає 17 хвороб, з точністю від 32-99% ідентифікуються бур'яни, аналізується ступінь забезпеченості рослин азотом [4,5].

У 2017 році дослідники Коледжу сільськогосподарських наук Університету штату Пенсільванія розробили мобільний додаток, який за допомогою штучного інтелекту дозволяє проводити діагностику хвороб

сільськогосподарських культур в польових умовах. Додаток призначений для країн Африки та ідентифікує хвороби характерні для лише цього регіону [6].

Метою дослідження є вирішення завдань розпізнавання захворювань рослин на основі згорточних нейронних мереж.

Зарубіжні додатки не призначені для Українських рослин через відсутність інформації в їх базах даних. Дана робота допоможе агроному швидко та точно визначити чим хворіє рослина, надасть інформацію про хворобу та методи її лікування. Це зменшить ризики втрати урожаю, ризики робітника на помилку в ході лікування та діагностики хвороби.

#### *Література*

1. *Фітопатологія: Підручник / І.Л. Марков, О.В. Баїта, Д.Т. Гентош, В.А. Глим'язний, О.П. Дерменко, Є.П. Черненко; за ред. І.Л. Маркова. – К., Видавництво Ліра-К, 2017 – 548 с. – ISBN 978-617-7320-43-1.*
2. *Садовников П. Методы оптимизации нейронных сетей [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/post/318970/>.*
3. *Plantix [Електронний ресурс] <https://plantix.net/>.*
4. *Искусственный интеллект в сельском хозяйстве [Електронний ресурс] <https://aggeek.net/ru-blog/iskusstvennyj-intellekt-v-selskom-hozyajstve>.*
5. *Мобильное приложение для диагностирования заболеваний растений [Електронний ресурс] <https://universityagro.ru/новости-сельского-хозяйства/мобильное-приложение-для-диагностики/>.*
6. *Xarvio Digital Farming Solutions [Електронний ресурс] <https://www.xarvio.com/ua/uk.html>.*

### **Перспективи розробки автоматизованого робочого місця вузько направленою лікаря та інформаційних технологій у медицині**

**Гамаюнова А.О., Малигіна С.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Автоматизоване робоче місце необхідно для якісного обліку статистичної документації, воно забезпечує робітника всіма засобами, необхідними для виконання певних функцій. Користувачі даної системи зможуть звільнитися від рутинної роботи складання звітності, статистики, а також, ефективно контролювати процес навчання в єдиному інформаційному просторі, при цьому, мінімізувавши необхідний час і

ресурси, що направляються на управління системою і, в той же час, максимізувати доступність і продуктивність системи [4].

Головна мета дослідження. Об'єктом дослідження роботи є лікар травматолог приймального відділення медичного закладу. Мета роботи медичного закладу полягає в організації процесу направлення пацієнтів на аналізи, а також підбір курсу лікування, для їх подальшого одужання.

Завдання дослідження. АРМ лікаря травматолога приймального відділення являє собою програмний комплекс, призначений для виконання заздалегідь обумовленого кола завдань, пов'язаного з професійною діяльністю і розробляється для автоматизації його подальшої роботи. АРМ дозволить здійснити економію часу роботи лікаря на оформлення документації [1].

Програмний комплекс повинен виконувати такі функції:

- АРМ повинна мати дружній інтерфейс і бути адаптованою до користувача;
- АРМ має допомагати користувачеві організувати, систематизувати, знаходити і витягувати потрібну інформацію;
- АРМ повинна зберігати та вести базу даних пацієнтів даної лікарні;
- АРМ повинна зберігати та вести базу даних обстежень пацієнтів;
- АРМ повинна сортувати та фільтрувати бази даних;
- АРМ повинна виконувати пошук необхідних записів;
- АРМ повинна оформляти звіти (талони, виписки з історії хвороби і т.д.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Після огляду існуючого програмного забезпечення можна зробити висновок, що вони є достатньо дорогими [3]. Наведемо деякі з них:

Програма МІС МЕДІНФОСЕРВІС – медична інформаційна система, охоплює автоматизацію лікувальних процесів амбулаторно-поліклінічних закладів (первинного та вторинного рівнів) і стаціонарів та формування медичної

статистичної звітності. МІС «МедІнфоСервіс» акредитована МОЗ і підключена до Національної електронної системи охорони здоров'я «eHealth».

Властивості програми:

огляд та скарги;

- аналізи, діагностика, скринінг, дослідження;
- ліки (електронний рецепт), маніпуляції, лікування;
- консультації спеціалістів (направлення);
- листки непрацездатності;
- адміністративні функції (видача довідок);
- щеплення.

Вартість продукту на 1 робоче місце близько 4000 гривень.

Ще одна зі схожих програм - «МедІС-Т». Система призначена для автоматизації виробничої медицини, поліклінік, стаціонарів, здоровпунктів, санаторіїв [2]. Має можливість віддаленого адміністрування робочих місць системи (через Internet).

Можливості програми:

- Ведення збору відомостей та оцінки результатів надання медичної допомоги, необхідних для ефективного лікування, профілактики та реабілітації.
- Скорочення термінів очікування медичної допомоги за рахунок управління потоками пацієнтів, надання даних про завантаження лікарів, доступності ресурсів у реальному часі.
- Скорочення витрат на лікувально-профілактичний процес.
- Підвищення оперативності доступу до інформації: вся медична інформація про пацієнта, результати профілактичної і лікувально-діагностичної роботи, включаючи результати досліджень, доступна лікарю з робочого місця, в реальному часі.



- Забезпечення лікаря необхідними інформаційними ресурсами: безпосередньо в процесі надання медичної допомоги лікар має доступ до актуальних даних.

Вартість продукту на 1 робоче місце близько 1000 гривень.

Висновки. Виконаний аналіз показав, що обидві програми описують дуже велику предметну область та виконують багато функцій, які потрібні працівнику медичного закладу, а також є достатньо дорогими. Тому треба сконцентруватись на створенні продукту, який би функціонально був схожим на вищезгадані і задовольняв всі необхідні потреби працівника медичного закладу, а також вигідно відрізнявся ціною. Виходячи з цього і було прийнято рішення про розробку АРМ лікаря травматолога приймального відділення медичного закладу.

#### *Література*

1. Електронний ресурс [[https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматизоване\\_робоче\\_місце](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматизоване_робоче_місце)].
2. Електронний ресурс [<https://www.infomed.ck.ua>].
3. Електронний ресурс [[https://studopedia.ru/6\\_15465\\_zahodi-za-dopomogoyu-yakih-bude-zdiysnyuvatisya-vidstezhennya-rezultativnosti-regulyatornogo-akta.html](https://studopedia.ru/6_15465_zahodi-za-dopomogoyu-yakih-bude-zdiysnyuvatisya-vidstezhennya-rezultativnosti-regulyatornogo-akta.html)].
4. Радзішевська Є. Б. Інформаційні технології в медицині. E-health : підручник для студентів медичних закладів вищої освіти / Є. Б. Радзішевська, О. В. Висоцька ; за ред. В. Г. Кнігавка ; Харківський національний медичний університет. – Харків : ХНМУ, 2019. – 72 с.

## **Розробка мобільної гри в середовищі Unity**

**Голуб О.В., Міхєєнко Д.Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

У сучасному світі розвиток техніки не стоїть на місці, йде постійний прогрес. Створюється багато різних пристроїв, створюється найновіше програмне забезпечення. Створюючи все це, люди переслідували цілі забезпечення швидкої людської праці, спрощення визначених проблем, але зараз ці завдання поступаються місцем індустрії розваг.

В даний час ринок мобільних ігор не стоїть на місці і активно розвивається. Якщо пару років тому цей ринок був наздоганяючим, то зараз він став найприбутковішим ринком у світовій ігровій індустрії, обігнавши ігри для

персональних комп'ютерів, Mac і консолей [1]. Щороку на ринок випускаються десятки тисяч нових ігор, які розходяться мільйонами копій по всьому світу і приносять десятки мільярдів доларів в ігрову індустрію [2].

Щоб не витратити час і не розробляти додаток з самого початку, розробники використовують готові рішення - ігрові платформи [3]. В даний час одним з найпопулярніших та найефективніших рішень є Unity Technologies, яка у червні 2005 року випустила платформу для створення 2D та 3D ігор - Unity. Платформа Unity має широкий спектр функцій, зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Великою перевагою Unity є кроссплатформенна розробка, яка дозволяє легко і швидко переносити ігри на такі платформи, як Windows, iOS, Android, Windows Phone 8, а також розробляти ігри для Xbox, PS, Nintendo, веб-браузера, а також VR [4].

Гра «Rubbi» відноситься до жанру інді ігор, розробляється тільки під мобільні версії (рисунок 1). Побудова дизайну рівнів засноване на виконанні міні-місій і постійно ставить завдання прийняття рішень про спосіб проходження тієї чи іншої ділянки.

Програмна гра реалізована засобами мультиплатформенного движка Unity, мови програмування C #, 3D об'єкти створені за допомогою Blender та MagicaVoxel, а графічні об'єкти намальовані в графічному редакторі Adobe Illustrator CC.

Розробка власного проекту з нуля дозволила отримати великий досвід у багатьох сферах, пов'язаних з розробкою та реалізацією ігор, таких як: створення концепції гри, розробка механіки гри, створення анімації, написання алгоритмів та кодування, складання та налаштування проекту в ігровому движку

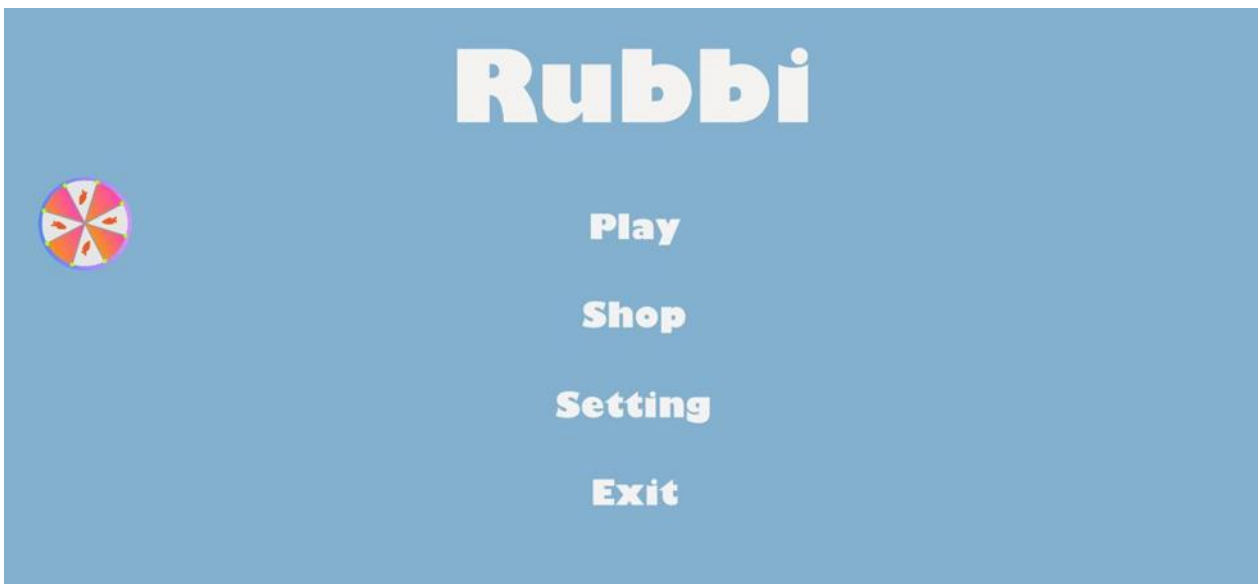


Рисунок 1 – Головне меню гри «Rubbi»

#### *Література*

1. *Market Brief – Year in Review 2016.* [Електронний ресурс] <https://www.superdataresearch.com/market-data/market-brief-year-in-review>
2. *Статья об истории развития компьютерных игр.* [Электронный ресурс] <http://cpu3d.com/histgame/statya-ob-istorii-razvitiyakompyuternyh/>
3. *Нативная или кроссплатформенная разработка – что лучше?* [Електронний ресурс] <http://wnfx.ru/nativnaya-ilikrossplatformennaya-razrabotka-cto-luchshe>
4. *Язев Ю. Обзор самых популярных движков для разработки игр.* [Електронний ресурс] URL: <https://xakep.ru/2014/09/05/game-developmentengines-review/>

### **Огляд програмного забезпечення для виконання лабораторних робіт з віддаленим доступом до мікропроцесорних пристроїв**

**Добряк О.С., Міхєєнко Д.Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Існує відносно невелика кількість програм, які передбачають вирішення цього завдання або аналогічні і схожі за функціональністю додатки. Розглянемо деякі з них і порівняємо їх функції, переваги та недоліки.

Програмний комплекс OpenLabs Electronics Laboratory призначений для проведення практичних, віртуальних та віддалених експериментів з електротехніки та електроніки [1]. Використовувати цей додаток можуть будь-які навчальні заклади чи організації, які бажають надати своїм студентам постійну можливість для вивчення предмета або експериментування.

Ціна програмного продукту «OpenLabs Electronics Laboratory» невідома, бо цей програмний комплекс доступний лише для партнерів.

Основні переваги цього додатку полягає в наступному:

- для використання необхідно мати лише браузер;
- наявність 4 пристроїв для взаємодії;
- можливість зберігати та завантажувати свої макети.

Основні недоліки:

- незручність інтерфейсу при використанні програми;
- обмежена доступність програми.

Розглянемо ще одне рішення, компанії Ilmenau, яка пропонує спеціалізоване програмне забезпечення для проведення віртуальних експериментів з реальними фізичними системами.

«Grid of Online Laboratory Devices Ilmenau (GOLDi)» - програма, що дає можливість спроектувати та протестувати алгоритми для контролю фізичних пристроїв [2]. Такий функціонал без сумніву є дуже корисним для будь-якого вищого навчального закладу.

Вартість рішення «GOLDi» невідома, оскільки команда розробників співпрацює лише з певним переліком навчальних закладів.

Переваги рішення «GOLDi»:

- приємний інтерфейс;
- велика кількість можливих експериментів;
- декілька режимів відображення одночасно (віртуальний, реальний з камери та у вигляді чисельних даних).

Основні недоліки:

- низький рівень функціональності;
  - недоступність програмного забезпечення;
- робота тільки з фізичними системами.

Ще одним з рішень є пагін «Virtual programming lab» для системи керуванням навчанням «Moodle».

« Virtual programming lab (VPL)» додає можливість керувати завданнями

програмування та має солідний функціонал [3]. Серед його переваг: редагування вихідних кодів прямо у браузері, запуск інтерактивних програм, тести для перевірки коректності коду, пошук схожості між файлами.

Переваги рішення «VPL»:

- інтеграція в уже працюючу систему;
- багато функціоналу;
- вивід додаткової інформації.

Основні недоліки:

- застарілий інтерфейс;
- обмежена зона функціональності;
- не завжди приємна швидкість роботи.

Аналіз існуючого програмного забезпечення для автоматизованого комплексу для виконання лабораторних робіт з віддаленим доступом до мікропроцесорних пристроїв показав, що дані рішення будуть оптимальні, проте більшість програмних продуктів спеціалізуються на електротехнічних або фізичних роботах та є прив'язаними до певного переліка можливих робіт.

#### *Література*

1. *OpenLabs Electronics Laboratory: офіційний сайт.* URL: <http://openlabs.bth.se/electronics/index.php/en> // Дата звернення: 16.04.2021.
2. *K. Henke, T. Vietzke, H.-D. Wuttke, St. Ostendorff GOLDi – Grid of Online Lab Devices Ilmenau / International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE) Volume 12, Issue 4, 2016, p.11-13* <http://dx.doi.org/10.3991/ijoe.v12i04.5005>
3. *Moodle: офіційний сайт.* URL: [https://moodle.org/plugins/mod\\_vpl](https://moodle.org/plugins/mod_vpl) // Дата звернення: 16.04.2021.

### **Математичні методи досліджень в медицині**

**Кльованик О.А., Шевченко Є.С.**  
*ДНМУ, Краматорськ*

Математика застосовується в багатьох сферах життя при аналізі різних ситуацій. На перший погляд медицина і математика можуть здатися несумісними областями людської діяльності. Математика, за загальним визнанням, є

"царицею" всіх наук, вирішує проблеми хімії, фізики, астрономії, економіки, соціології та багатьох інших наук. Медицина ж, довгий час, розвиваючись "паралельно" з математикою, залишалася практично неформалізованою наукою.

Розвиток математичних моделей та методів сприяє розширенню області пізнання в медицині, появі нових високоефективних методів діагностики та лікування, створенню медичної техніки. Особливе значення цей процес має для біомедичних наук, де на допомогу вченим - дослідникам приходять нові комп'ютерні технології, що дозволяють замінити реальні фізіологічні експерименти обчислювальними експериментами, виконаними за допомогою методів комп'ютерного моделювання [1]. Активне впровадження в медицину методів математичного моделювання і використання автоматизованих, в тому числі комп'ютерних, систем суттєво розширило можливості діагностики та терапії захворювань.

Створення теоретичних основ досліджуваного явища або процесу означає створення відповідної комп'ютерної моделі. Ця методологія полягає в заміні вихідного об'єкта його «образом» - математичною моделлю й подальшому вивченні моделі за допомогою обчислювально-логічних алгоритмів, що реалізуються на комп'ютерах. Робота не з самим об'єктом (явищем, процесом), а з його моделлю дає можливість безболісно, відносно швидко і без істотних витрат досліджувати його властивості й поведінку в будь-яких ситуаціях (переваги теорії). У той же час обчислювальні (комп'ютерні, симуляційні, імітаційні) експерименти з моделями об'єктів дозволяють, спираючись на потужність сучасних обчислювальних методів і технічних інструментів інформатики, детально й глибоко вивчати об'єкти в достатній повноті, яка є недоступною чисто теоретичним підходам (переваги експерименту). [2]

Математичне моделювання дозволяє без значних матеріальних витрат досліджувати поведінку біологічних систем у таких умовах, що складно відтворити в умовах експерименту або клініки, прогнозувати деякі нові явища, скоротити час дослідження і забезпечити оптимальну методику для лікування захворювань.

Для розроблених і розроблюваних математичних моделей характерною є різна ступінь адекватності прикладних задач. Так, частина моделей може вирішувати більш ефективно завдання діагностики, інша - орієнтована для вирішення задач прогнозування та управління. Найбільш універсальними математичними моделями з точки зору вирішення прикладних завдань є моделі, що враховують фізико-хімічні закономірності і структурні особливості досліджуваної біосистеми.

Сьогодні математичні методи широко використовуються у біофізиці, біохімії, генетиці, імунології, епідеміології, фізіології, фармакології, медичному приладобудуванні, при створенні біотехнічних систем та ін [3].

Велике місце в сучасній медицині так само займає математична статистика. Статистичні підходи лежать в основі сучасного наукового пошуку, без якого не можливо пізнання і в галузі медицини. Медична статистика націлена на вирішення найбільш виражених сучасних проблем у здоров'ї населення таких як необхідність зниження захворюваності, смертності та збільшення тривалості життя населення.

Тому так важливо не тільки накопичення експериментальних фактів, а й їх математичне узагальнення.

#### Література

1. *Математическое моделирование и прогнозирование – как методы научного познания в медицине и биологии / М. А. Затолокина, В С Польской., С В Зуева [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 12-4. – С. 539-543.*

2. *Романюха, А.А. Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний / А.А. Романюха. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 293 с.*

3. *А.Б. Котова, С.И. Кифоренко, В.М. Белов. Математическое моделирование в биологии и медицине: Становление и развитие // Кибернетика и вычисл. техника. 2013. Вып. 174.*

### **Моделювання та 3D друк штучної шкіри**

**Віштак І.В., Грушко О.В., Тимчик С.В.**  
*Вінницький національний технічний університет*

Імплант - лікарська речовина (наприклад, підшкірний гормональний імплантат), протез (наприклад, штучний тазостегновий суглоб, імплантат грудей

або імплантат равлики внутрішнього вуха) або джерело радіоактивної речовини (наприклад, радіоактивна голка), які вводяться в тіло людини [1].

Як правило, імплантат - вводиться підшкірно, в інших випадках вказується шлях введення [2].

Перші спроби застосування клітинних технологій в лікуванні ран різної етіології, а також опіків, були зроблені в середині ХХ століття.

З тих пір було запропоновано безліч різних клітинних технологій, в тому числі: вирощування клітин шкіри, нанесення суспензії на рану, тканно-інженерна конструкція («живий дермальний еквівалент», «живий еквівалент шкіри») , а також біосинтетичні покриття, які імітують шкіру [3].

Вперше принципова можливість вирощування клітин шкіри, зокрема, кератиноцитів була показана в 1948 р в роботі Р. Medawar, що поклало початок новому напрямку в створенні біологічних покриттів.

У 90-ті роки ХХ століття в Інституті хірургії ім. А.В. Вишневського РАМН Д. С. Саркісовим був розроблений оригінальний і ефективний спосіб лікування опікових ран на основі застосування культивованих клітин, принципово відрізнявся тим, що в якості основного компонента культивованих пласта клітин були вперше використано не кератиноцити, а фібробласти.

Технології створення мікротканин можуть бути використані для лікування дефектів покривного епітелію, відновлення після операцій, травм, опіків, в реконструктивної хірургії. В даний час відомо застосування методів трансплантації алогенних культивованих клітин (фібробласти і кератиноцити) в комбустіології при лікуванні довго не загоююваних шкірних ран, трофічних виразок і свищів, для поповнення фібробластами голосових зв'язок, м'яких тканин обличчя [4].

Еквіваленти шкіри в даний час вивчаються і використовуються в клініці при ряді патологій шкіри. Захворювання, при яких можуть бути застосовані еквіваленти шкіри людини, включають псоріаз, вітіліго, келоїдні рубці, невуси, генодерматози, такі як пігментна ксеродерма і вроджений бульозний епідермоліз [3].



Один з еквівалентів шкіри - це імпланти надруковані за допомогою 3D принтеру. Перевагою 3D-друку при розробці та виготовленні імплантатів є можливість їх виробництва з урахуванням індивідуальних показників і вимог пацієнта, а також можливість виготовляти унікальні імпланти для нетипових випадків. При виробництві імплантів, важливе значення має біосумісність матеріалів, з яких їх виготовляють [5]. Біосумісність - здатність матеріалу вбудовуватися в організм пацієнта та не викликати побічних проявів [6]. Тому основними матеріалами для друку є титан, різна кераміка, вуглецеві нанотрубки. Активно ведуться дослідження з удосконалення принтерів, які будуть здатні друкувати тканини і органи з живих клітин людини [5].

У серпні 2017 року дослідники з Університету Мельбурна опублікували у The Medical Journal of Australia (MJA) статтю «Тривимірний друк у медицині», де описали інноваційні зрушення в технології 3D-друку, які вже в найближчому майбутньому змінять медицину. Автори дослідження переконані: невдовзі на медицину чекає масова інтеграція адитивних технологій у таких напрямках, як індивідуальне протезування, друк органів для навчання та репетицій операцій, 3D-друк людських органів та їх фрагментів, фармакологія.

Адитивна технологія, за допомогою якої можна друкувати людські органи чи їх частини, у науковому світі отримала назву «біодрук». Так, людські органи за допомогою неї ще не друкують, але науковці вже використовують 3D-технології для створення «органодів», що імітують органи у зменшеному масштабі і можуть використовуватися для досліджень. Органоїди сконструйовані з використанням стовбурових клітин, які можна стимулювати для перетворення на функціональну одиницю конкретного органа (нирки або печінки). Такий «біодрук» включає використання піпетки з комп'ютерним управлінням, яка обробляє культури клітин у спеціальному розчині, багатому поживними речовинами. Потім друкує їх у шарі гелю (без нього клітини перетворюються на драглисту рідину). За словами одного з авторів статті Джейсона Чуена, проблема в тому, що в гелі клітини можуть загинути за лічені секунди. І якщо для таких структур, як «органодиди», це не страшно, то створити

повноцінний людський орган поки що не вдається: початкові шари клітин можуть померти ще до завершення процесу.

Незважаючи на недосконалість технології біодруку, уже є кілька успішних прикладів її застосування. Проєкт Зокрема іспанська компанія BioDan Group у співпраці з місцевими НДІ розробила технологію друку шкіри на 3D-біопринтері. У чотирьох картриджах принтера — плазма крові, фібробласти, хлорид кальцію і кератиноцити. У результаті виходить матриця шарів на основі гідрогелю, що підтримує живі клітини. Після певного часу дозрівання в лабораторії ця надрукована тканина може бути пересаджена [7].

#### *Література*

1. [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/12548/%D0%98%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%82](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/12548/%D0%98%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%82)
2. <https://pharmacopoeia.ru/ofs-implanty/>
3. <https://www.mediasphera.ru/issues/klinicheskaya-dermatologiya-i-venerologiya/2017/6/1199728492017061007>
4. [https://nmapo.edu.ua/zagruzka2/DrAr/DR\\_Kovalenko.pdf](https://nmapo.edu.ua/zagruzka2/DrAr/DR_Kovalenko.pdf)
5. [http://eir.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/24357/%D0%9D.%D0%BF.%D0%BA.2019%D1%82.3\\_p108.pdf?sequence=1](http://eir.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/24357/%D0%9D.%D0%BF.%D0%BA.2019%D1%82.3_p108.pdf?sequence=1)
6. <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/inrtzp/txt/ohrimova.pdf>
7. <https://pharma.net.ua/publications/articles/18766-ljudski-organi-na-printeri-robotizovani-protezi-i-3d-modeli-chastin-tila-medicina-majbutnogo-v-ukraini-ta-sviti>

### **Проектирование объектно-ориентированной модели интернет-магазина для торгового предприятия**

**Ольховська О.Л., Гудкова К. Ю.**  
*ДДМА*

Функционирование национальных рынков товаров и услуг, их интеграция в мировую экономическую систему невозможны без развития электронной торговли, понимаемой в широком смысле как использование информационно-коммуникационных технологий на всех этапах проведения торговых операций, включая поиск и заказ товара, проведение платежей и доставку товаров и услуг потребителям. Электронная торговля применяется в розничной, оптовой, биржевой торговле, а также при осуществлении государственных закупок.

Применение инструментов электронной торговли стало возможным благодаря развитию интернет-технологии, электронного документооборота, логистики и электронных платежных систем. Поэтому и само понятие электронной торговли постепенно все более рассматривается как общая форма оказания информационно-коммуникационных услуг в сфере торговли.

Использование в торговле и закупках современных информационно-коммуникационных технологий, и прежде всего интернета, становится в настоящее время главным фактором, обеспечивающих существенное сокращение расходов на проведение торговых операций и рационализацию экспортно-импортной деятельности за счет упрощения торговых и транспортных процедур.

Активная экономическая деятельность с использованием возможностей интернета привела к возникновению нового понятия – электронный бизнес. Его рассматривают как деятельность фирмы, направленную на получение прибыли, которая основывается на цифровых технологиях и тех преимуществах, которые они предоставляют [1-2].

Важную роль в организации электронного бизнеса играет электронная коммерция. Современные экономисты под этим термином понимают коммерческую деятельность в любой сфере электронного бизнеса, осуществляемую с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и систем.

Электронная торговля реальными (физическими) товарами и услугами использует способы традиционной торговли, но на принципиально новом уровне. Она позволяет снизить стоимость, расширить потенциал рынка, более полно удовлетворить запросы потребителей за счет тесного взаимодействия с поставщиком.

Для осуществления деятельности в интернете торговая организация может выбрать представительство в виде сайта или электронный магазин.



- укрепление репутации: наличие веб-сайта способствует большему доверию к компании;
- предоставит больше возможностей для продвижения компании: с выходом в интернет компания сразу же расширит свой рынок и сможет обратиться к по-настоящему безграничной аудитории с меньшими расходами, чем при использовании традиционных средств;
- мгновенный обмен информацией: предоставляется возможность рассказать аудитории о последних предложениях и новостях компании практически мгновенно;
- более эффективную поддержку клиентов: наличие сервиса обратной связи позволит эффективно поддерживать связь с существующими клиентами, возможность получения консультаций у экспертов в нестандартных ситуациях;
- повышение качества обслуживания постоянных клиентов за счет доступа к регулярно обновляемым базам данных по предлагаемому товару.

#### *Література*

1. *Интернет-технологии в торговле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/referat-119714.html>.*
2. *Современные дистанционные и интернет-технологии в торговле / А. М. Шагвалеев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.organization-and-project-management.ingnpublishing.com/files/2012/ESJ%20OPM/esj\\_opt\\_2012\\_2\(2\)\\_Shagvaleev\\_AM.pdf](http://www.organization-and-project-management.ingnpublishing.com/files/2012/ESJ%20OPM/esj_opt_2012_2(2)_Shagvaleev_AM.pdf).*

### **Програмний комплекс web-додатку для контролю якості виробів за допомогою контрольних карт Шухарта на прикладі дентальних імплантів**

**Єрмакова К. Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ*

Якість продукції є одним з важливих інструментів завоювання й утримання позицій на ринку, перемоги у конкурентній боротьбі, тому сучасні підприємства приділяють особливу увагу забезпеченню високого рівня якості продукції.

Оцінювання якості продукції – сукупність операцій, яка складається із вибирання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими, еталонними. Важливим є досягнутий рівень якості продукції – відносна характеристика якості продукції, яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників [1–5].

Мета розробки проекту полягає в застосуванні можливостей обробки даних під час контролю якості виробів за допомогою контрольних карт Шухарта на прикладі дентальних імплантів, щоб забезпечити максимально зрозуміле уявлення про якість виготовленої партії. В проекті реалізуються контрольні карти для кількісних характеристик. Вони керують зміною середнього та зміною розмаху. Метод, що використовувався, це метод «3 сигма» [6].

У процесі розробки програмний комплекс, який полегшить сприйняття результатів статистичної обробки даних за допомогою представлення їх у графічному вигляді. Для написання програмного комплексу обрано HTML, CSS та JavaScript – основні мови для створення веб-сторінки. Таку веб-сторінку можна відкрити в будь-якому браузері, що достатньо зручно порівнюючи з програмами для комп'ютерів, у яких є значні обмеження у вигляді конкретної ОС. Середовище програмування – текстовий редактор Atom.

Для прикладу обрано дентальні імпланти Radix-Balance (рис. 1).



Рисунок 1 – Імплант Radix-Balance

Переваги імплантів бренду Radix наступні [7]:

- Якісні матеріали та сучасні технології виготовлення;
- Висока приживлюваність;
- Різноманіття модельного ряду;
- Універсальність;
- Доступність;
- Легкість установлення;
- Висока оцінка стоматологів;
- Тривала гарантія.

Розміри, які контролюються – довжина імпланту.

Матеріали проекту в подальшому можуть бути використані для контролю якості виробів на будь-якому підприємстві, де є серійне виробництво [8].

#### Література

1. Бондаренко С. М., Леус А. Ю. Оцінка рівня якості продукції на підприємстві //Ефективна економіка. – 2017. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5527>
2. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. (ISO 9000:2015 IDT). К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 45 с.

3. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2015 IDT). К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 21 с.
4. ДСТУ ISO 9004:2012 Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю. (ISO 9004:2009 IDT). К.: Міністерство економічного розвитку та торгівлі України, 2012. – 46 с.
5. Закон України «Про стандартизацію» № 1315-VII від 05.06.2014 р.
6. Макино Т. и др. Контроль качества с помощью персональных компьютеров //М.: Машиностроение. – 1991. – 224 с.
7. Импланты фирмы Radix («Радикс»): плюсы и минусы, особенности систем [https://www.zubi-implanti.ru/implanti/read/zubnie\\_implanty\\_radix.html](https://www.zubi-implanti.ru/implanti/read/zubnie_implanty_radix.html)
8. Автоматизоване проектування і виготовлення виробів із застосуванням САД/САМ/САЕ-систем : монографія / О. Ф. Тарасов, О. В. Алтухов, П. І. Сагайда, Л. В. Васильєва, В. Л. Аносов. – Краматорськ : ЦТPI «Друкарський дім», 2017. – 239 с.

## **Конструктивна варіація макета біонічного протезу руки**

**Бєш А.М., Ковальчук О.С.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

У сучасному світі досить багато людей, які отримали травми кінцівок і вимушених носити протези. З розвитком мехатронних систем з'явилася можливість удосконалити протези і зробити їх не відрізняючимися від природних кінцівок [1-3]. Унікальність полягає в технології, яка дозволяє управляти біонічною рукою за допомогою скорочення м'язів, що ні відрізняє його від справжньої руки. У макеті протеза руки запущена програма, яка виконується на популярній і доступній платі Arduino, яка забезпечує складні рухи руки. Сигнали які посилаються від мозку людини розпізнаються системою інтуїтивних датчиків м'язів, розроблених Youbionic, що дозволяють реагувати на навмисні руху Прототип руки був розроблений за допомогою технології SLS друку з гнучкими матеріалами [4].

Мета роботи – пошук шляхів вдосконалення біонічних протезів.

Завдання дослідження:

- аналіз існуючого макета біонічного протезу;
- вдосконалення схеми побудови макета біонічного протезу.

Більшість макетів біонічних протезів побудовані на основі використання сервоприводів і тягнутих низок або штовхаючих планок.



Робота макета біонічної руки [5], реалізована на згинанні фаланг пальців, за допомогою низок, керованих гойдалками, встановленими на сервоприводи (рисунок 1). Роздруковані 3D-принтером фаланги 1,4 пальців з'єднані шарнірами 3. Через прорізи в фалангах 2 потягнуті низки 7, які на виході пропущені через пластикові трубки 5, закріплених на долоні 6. Низки витягають або згинають пальці зусиллям сервоприводу 8.

Аналіз кінематичної схеми макета, виконаного на сервоприводах і натяжних низках, виявив ряд недоліків, такі як – нерівномірний натяг низок, надмірні динамічні навантаження, які збільшують їх довжину і викликають втрату керованості пальців;

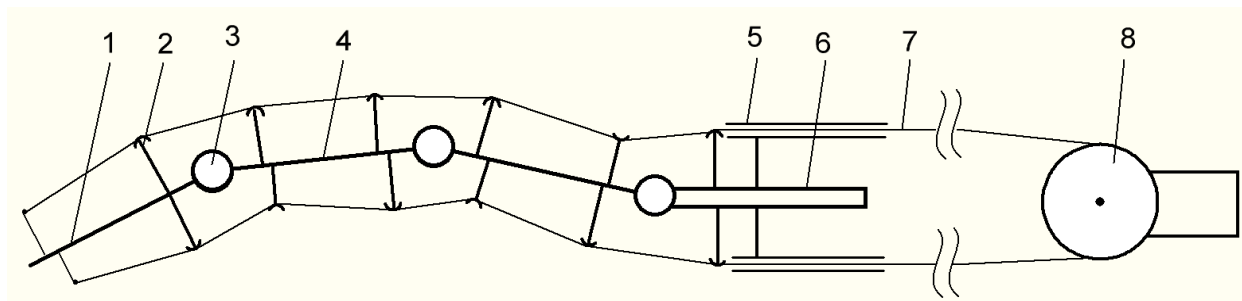


Рисунок 1 – Базова кінематична схема

пропили, що з'являються в надрукованому пластиці за рахунок сил тертя низками обумовлюють надмірне опір, що в кінцевому підсумку, призводить до заклинювання; відсутність чіткого взаємозв'язку між кутом повороту гойдалки сервоприводу і кутом згину фаланг.

Для усунення виявлених недоліків було прийнято рішення використовувати лінійні мікроприводи, які передають більше зусилля безпосередньо фалангам (рисунок 2). По центру фаланг 1, які з'єднуються шарнірами 3, розташовуються штовхаючі лінійні мікроприводи на двигунах постійного струму, які закріплені на шарнірах 2. Висуваючий шток лінійного мікроприводу утворює трикутник. Таке рішення дозволяє збільшити точність управління кутом згинання фаланг, збільшити зусилля стиснення пальців, уникнути впливу сил тертя елементів на роботу кисті.

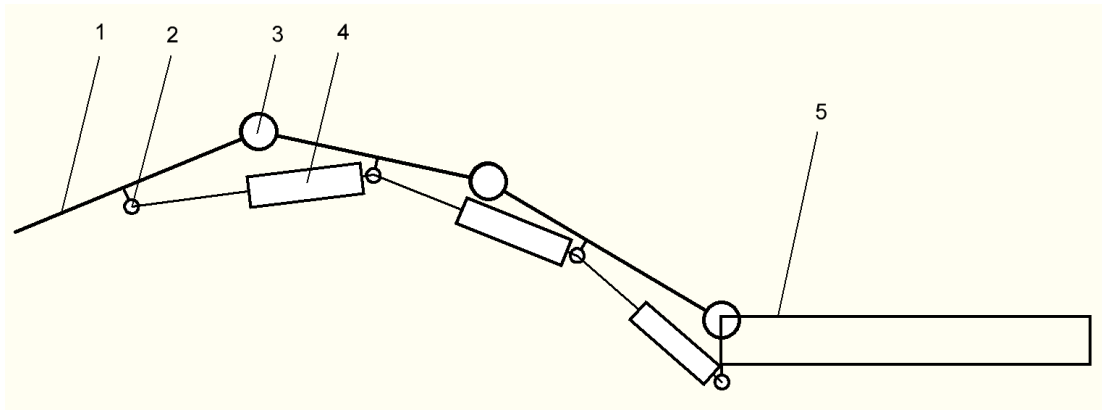


Рисунок 2 – Удосконалена кінематична схема

Недоліками даної пропозиції є:

- необхідність зміни в конструкції кисті і перепроєктування фаланг під мікропривід;

- збільшене в 3 рази кількість мікроприводів на 1 палець;

- на поточний момент, відносна дорожнеча лінійних мікроприводів.

До переваг можна віднести:

- управління кожною парою фаланг окремо;

- можливість управління двигунами із застосуванням широтно-імпульсної модуляції, що дозволить плавно і чітко встановлювати кут згинання фаланг навіть без датчика положення [6];

- контроль зусилля можна побічно визначати за струмом електродвигунів [7];

- управління макетом протеза можна здійснити недорогими 8 бітними мікроконтроллерами, побудованими на платформі Arduino [8,9].

#### Література

1 <https://www.ottobock.ru/prosthetics/upper-limb-prosthetics/solution-overview/bebionic-hand/>

2 <http://roboting.ru/1963-noveyshaya-antropomorficheskaya-kist-ruki-dlya-robo-ta.html>

3 <https://www.youbionic.com>

4 [https://3d.globatek.ru/3d\\_printing\\_technologies/sls-tech/](https://3d.globatek.ru/3d_printing_technologies/sls-tech/)

5 Асипов Ильяс Берикбекулы Система управления бионической руки. Пояснительная записка к дипломной работе, Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева, Алматы, 2019

6 <http://digitrode.ru/articles/19-dvigateli-postoyannogo-toka-i-upravlenie-imi-s-pomoschyu-shirotno-impulsnoy-modulyacii-chast-1.html>

7 Электропривод: Учебное пособие. / сост. С. В. Петухов, М.В. Кришьянис. – Архангельск: С(А)ФУ, 2015. – 303 с.

8 <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/>

9 <https://lesson.iarduino.ru>

## **Дослідження методів , моделей і інформаційних технологій для визначення схем інформаційних систем та вдосконалення роботи сайтів**

**Тертишна А.К.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

За останні десять років одним із найпопулярнішим напрямом для розвитку бізнесу та виходу на ринок інформаційних технологій стали Web – додатки. Інформаційні системи надали змогу клієнтам користуватись їх послугами з будь – якої точки світу, чим власне кажучи і заслужили довіру користувачів та розробників по всьому світу. Дослідження даної теми є актуальним, бо коректно спроектовані внутрішня і зовнішня схема інформаційної системи підвищить рентабельність сайту, як для користувачів, так і для власників. Користувачі зможуть швидше орієнтуватись в інформаційній системі, швидше знаходити потрібну інформацію. Для власників, система стане більш затребуваною та зручнішою при наповненні, а також підвищиться подання ІС до пошукових систем, що призведе до збільшення відвідувачів [1].

Існує два види схем сайту: внутрішня і зовнішня. Формуючи обидві схеми структур варто визначитись з призначенням сайту; розібратися в бажаннях потенційних відвідувачів, що вони будуть шукати, і яка інформація їх цікавить. Зовнішня схема – це макет сторінки, розташування блоків на ній. Внутрішня відображає категорії і приналежність окремих сторінок або матеріалів. Проектування внутрішньої схеми сайту безпосередньо залежить від того об'єму інформації, яка буде розташована на ньому[1].

Види внутрішньої схеми сайту:

- лінійна структура сайту;
- лінійна з відгалуженнями;
- блокова структура;

- деревоподібна структура.

Формування коректної внутрішньої та зовнішньої схеми сайту надасть свої переваги:

- підвищення зручності користування;
- наявність навігаційної панелі(хлібних крихт) для кращої навігації на сайті;
- зменшення кількості технічних помилок;
- охоплення великої кількості запитів;
- подання веб-сайтів до пошукових системах поліпшується;
- підвищується залученість відвідувачів;
- можливість прогнозування витрат на інтернет-проект;
- наявність плану з розвитку майданчика: які потрібні розділи, який обсяг контенту тощо.

Дослідження області інтерфейсів інформаційних систем, розглядання різних видів побудови та проектування внутрішніх та зовнішніх схем, базується все ж таки на ергономіці користувачів. Саме завдяки досвіду користувачів ми маємо змогу виділити користувачів за їх вподобаннями, шляхом кластеризації. Так як результати тестування за критеріями будуть представлені цілими числами проміжком від 1– 100, то однорідність та повнота даних нам забезпечена.

У якості дослідження нами будуть випробувані два методи: із ієрархічних алгоритмів ( Алгомеративний алгоритм) – відстань між найближчими сусідами (Nearest neighbor) , а із неієрархічних алгоритмів k – means алгоритм [3].

У результаті роботи алгоритмів ми отримаємо розбиття на кластери [4]. Застосовуючи різні метрики ми зможемо відсортувати данні та обрати типові оцінки, які притаманні більшості сайтів. Знайшовши недоліки у типових сайтах, ми вдосконалимо їх внутрішню та зовнішню схему сайту і цим самим підвищимо їх рентабельність.

### Література

1. [Електронний ресурс] О.Маркова «Структура сайта: разработка структуры в виде схемы, типы и примеры» 2018 р. <https://postium.ru/struktura-sajta-razrabotka-v-vide-sxemy/>
2. [Електронний ресурс] *Correlation-Based Web Document Clustering for Adaptive Web Interface Design* | Zhong Su<sup>1</sup>, Qiang Yang<sup>2</sup>, Hongjiang Zhang<sup>3</sup>, Xiaowei Xu<sup>4</sup>, Yu-Hen Hu<sup>5</sup> and Shaoping Ma<sup>1</sup>.  
[https://www.researchgate.net/publication/228884260\\_Improving\\_Web\\_Site\\_Usability\\_Through\\_a\\_Clustering\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/228884260_Improving_Web_Site_Usability_Through_a_Clustering_Approach)
3. [Електронний ресурс] «Обзор алгоритмов кластеризации данных» 2010р.  
<https://habr.com/ru/post/101338/>
4. [Електронний ресурс] [K-means and K-medoids](#) (апплет, демонструючий роботу алгоритма и позволяющий исследовать и сравнивать два метода), [E. Murkes](#) и [University of Leicester](#)  
[http://www.math.le.ac.uk/people/ag153/homepage/KmeansKmedoids/Kmeans\\_Kmedoids.html](http://www.math.le.ac.uk/people/ag153/homepage/KmeansKmedoids/Kmeans_Kmedoids.html)

## Перспективи розробки web-додатку для організації агрегатору замовлень для служб доставки їжі

Ткаченко К. О., Малигіна С.В.

Донбаська державна машинобудівна академія

У наш час одними з найбільших проблем людства є дві речі: соціальна дистанція і автоматизація процесів. Попит народжує пропозицію, і в ІТ-сфері це не є винятком. Кожен з нас хоча б раз користувався службами таксі, які по суті є агрегаторами замовлень для водіїв; так і у сфері харчування, є заклади які потребують замовлень, і є кінцеві споживачі, які хочуть замовити їжу додому. Особливо з огляду на епідеміологічну ситуацію в світі, це стало дуже популярно. До того ж в такий складний для бізнесу час, агрегатор може бути рятівним колом як для старих закладів, які не працювали з доставкою, так і для нових закладів доставки, для яких це може залучити додаткових клієнтів. Для будь-якого закладу, який хоче зробити функцію доставки клієнту, агрегатор може істотно скоротити витрати на рекламу, розробку дорогого сайту, а також бере на себе безпосередньо бізнес-процес доставки, що скорочує час на навчання кур'єрів, і робить можливість отримувати замовлення відразу після реєстрації та заповнення меню [1].

Були сформовані наступні цілі - з технічної частини, розробити захищений SPA (Single Page Application) додаток, що складається з 3-х мікросервісів у вигляді: Database (MySQL), Back-end (Laravel), Front-end (JS), де в якості API угоди між Back-end і Front-end частиною буде REST API. З ідеологічної частини, розробити простий, і зрозумілий сервіс, де все буде відсортовано і інтуїтивно зрозуміло, як для менеджера закладу, так і для кінцевого клієнта, який буде використовувати додаток. Інтерфейс не повинен бути перевантажений функціоналом, а також додаток не повинен використовувати велику кількість інтернет-трафіку, так як передбачається, що велика частина кінцевих клієнтів будуть використовувати смартфони для здійснення замовлень.

Для вирішення практичної задачі підтримки роботи онлайн-закладів харчування необхідно створити програмну систему на основі клієнт-серверної архітектури, яка буде складатися з наступних частин: веб-додатку для клієнтів, через який вони можуть побачити список закладів та замовляти бажані страви; сервер додатку, на якому буде реалізована бізнес-логіка процесу обслуговування онлайн-замовлень з використанням оптимізаційних задач [2]; сервер БД, на якому буде зберігатися інформація необхідна для побуту програмних додатків та серверу додатку. Програмний продукт повинен реалізовувати наступні функції: реєстрація та авторизація користувачів; додавання, редагування та видалення необхідної інформації стосовно закладів харчування, їх меню, замовлень, тощо; оформлення замовлення за обраними стравами користувачем; підтримка основних бізнес-процесів з замовлення та доставки їжі. StayHome - це агрегатор доставки із закладів харчування, який бере на себе відповідальність за доставку продуктів / страв із закладу харчування до кінцевого споживача, що скорочує матеріальні, тимчасові проблеми для власника закладу, який бажає здійснити доставку. Також надає великий вибір для споживача, де всі заклади представлені в однакових рамках, що виключає монополізацію в сфері [3].

Виходячи з цього і було прийнято рішення про розробку web-додатку для організації агрегатору замовлень для служб доставки їжі. Ідея не є новою, але як то кажуть «конкуренція - двигун прогресу».

#### Література

1. *Что такое Glovo / Интернет издательство Gloss – URL: <https://gloss.ua/lifestyle/123692-v-kieve-poyavilos-prilozhenie-dlya-dostavkiproduktov-glovo-ob-yasnyaem-cto-eto-i-zachem-ono-vam>*
2. Джон Шрайбфедер *Эффективное управление запасами / Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 304 с.*
3. *Огляд світової практики щодо впровадження інформаційних систем у сферу ресторанного бізнесу [Електронний ресурс]. 2019 – Режим доступу: [http://tourlib.net/statti\\_ukr/borzenko.htm](http://tourlib.net/statti_ukr/borzenko.htm)*

### **Перспективи розробки програмного комплексу для автоматизації обробки даних станції технічного обслуговування**

**Григор'єва А.М., Малигіна С.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

CRM системи сьогодні є невід'ємною складовою будь-якого бізнесу, вони дозволяють автоматизувати багато процесів та зменшити ризик людської помилки. При цьому повинна забезпечуватися надійність та безперервність роботи системи, цілісність даних, а найголовніше їх безпека. Сучасні стандарти безпеки подібних додатків є дуже високими [1]. При збільшенні навантаження на систему або заповненні бази даних великою кількістю інформації швидкість та надійність системи не повинні страждати.

Отримані дані про предметну область та сучасні стандарти розробки подібного роду програмних комплексів лягли в основу проектування даної системи. Подальший розвиток автосервісу зумовило створення конкурентного середовища у цій сфері, і основним напрямком в роботі підприємств автосервісу стало вдосконалення якості послуг, що надаються. Проте реалізувати цю вимогу було досить складно в умовах недосконалості виробничих структур, неякісних запасних частин, застарілого обладнання, низького рівня технології та кваліфікації персоналу. Найбільш успішні кроки щодо підвищення якості послуг автосервісу пов'язані з запозиченням західних технологій і устаткування.

До послуг технічного характеру відносяться: технічне обслуговування (ТО) і поточний ремонт (ТР) автомобілів; ремонт, відновлення агрегатів, вузлів, приладів електроустаткування і додаткових пристроїв комфорту і управління;

діагноста автомобіля, його систем і агрегатів за замовленням; технічна допомога автомобілям на стоянках; переобладнання автомобілів.

На сьогоднішній день є багато готових рішень, які поставляються як сервіс, але жодне з них не враховує специфічні проблеми автосервісів, тому спроектоване програмне забезпечення немає аналогів на ринку.

В якості вихідних даних для програми прийняті: інформація про клієнта, інформація про співробітників, стан складу. Обмежуючими параметрами є: баланс клієнту, робочі години, наявність запчастин на складі.

Система призначена для підвищення ефективності роботи співробітників із запчастинами, що поставляються дилерами на СТО, скорочення втрат робочого часу, ведення обліку всіх замовлень на ремонт автомобіля.

Завданнями створюваного програмного комплексу є:

- скорочення часу роботи шляхом автоматизації ведення замовлень;
- підвищення ефективності роботи інженера шляхом збільшення оперативності збору та обробки інформації;
- підвищення якості вихідної інформації шляхом автоматизації процесів складання замовлень на ремонт і на запчастини; захист інформації від несанкціонованого доступу.

Розроблено програмно-методичний комплекс який беручи до уваги усі сучасні стандарти переліченні вище та потреби сучасного бізнесу реалізує собою систему для адміністрування автосервісом та управління складом, оптимізації продажів та рівномірного розподілу навантаження на усіх працівників залежно від їх фаху, калькуляції статистики купівель кожного клієнта, частоти його звернень, відгуків, акційних пропозицій, знижок, подарункових карт, балансу в особовому кабінеті та загальний рівень його задоволеності [2].

Застосування даного програмного продукту дозволяє мінімізувати помилки, оптимізувати робочі процеси та продажі, а також відстежувати нових клієнтів.



### *Література*

1. Канер С. *Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений* / С. Канер, Д. Фолк, Е. Нгуен. – Нью-Джерсі, 1996. – С. 230 - 284с.
2. Шварц П. *Оценка степени удовлетворенности потребителя* / Пол Шварц. – Біла Церква, 2018. С. 153 - 195с.

## **Використання RFID-ідентифікації в медицині**

**Шолуха Н.О., Гурковська С.С., Міхєєнко Д.Ю.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

RFID-технологія (Radio Frequency Identification) - це, фактично, вдосконалений алгоритм «свій-чужий», який використовує радіохвилі певної частоти. Інформація міститься в спеціальній RFID-мітці, і її можна приймати і дистанційно дешифрувати спеціальними рідерами-зчитувачами.

Схема роботи RFID технології проста:

- інформація записується на мікročип з допомогою радіохвилі;
- мітка за допомогою вбудованої антени передає ці дані на зчитувачі за допомогою радіосигналу;
- зчитувач автоматично визначає випромінюється частоту, налаштовується на неї і зчитує інформацію.

В даний час RFID-технології застосовуються в найрізноманітніших сферах людської діяльності: промисловість, транспортна та складська логістика, охорону здоров'я, бібліотеки, паспорта, транспортні платежі, дистанційне керування, упізнання тварин, сільське господарство, людські імпланти [1-3].

Аптека є підприємством, що здійснює торгово-закупівельну діяльність, тому при її автоматизації повинні бути вирішені ті ж проблеми, що і при автоматизації підприємства роздрібної, оптової або оптово-роздрібної торгівлі. Особливість фармацевтичного бізнесу полягає перш за все в складності і кількості асортименту, що істотно ускладнює облікові операції. При виборі системи комплексної автоматизації аптеки слід звернути увагу на такі специфічні функціональні можливості:

- контроль термінів придатності лікарських препаратів;

- ведення реєстру зареєстрованих лікарських засобів;
- облік товару за серіями;
- можливість списання товару на сертифікацію;
- підтримку внутрішньо аптечного виробництва;
- автоматизація робочих місць оператора, провізора, маркетолога, менеджера, аналітика, бухгалтера, адміністратора і директора.

Використання RFID обладнання значно полегшить роботу співробітників аптеки. Переваги використання штрих-кодowego і RFID обладнання в аптеці:

- виключаються помилки при відвантаженні товару;
- збільшується пропускна здатність відпустки товару на касі

RFID автоматизація лікарень, госпіталів, хоспісів:

- ідентифікація відомостей про пацієнтів;
- історії хвороби і мед.карти;
- призначення ліків;
- контроль зразків

Дослідження показують, що 40% несприятливих наслідків при лікуванні хворих доводиться на помилку персоналу. При поганій організації зберігання інформації з історії хвороби, ризик лікарської помилки багаторазово зростає. Автоматична ідентифікація дозволяє уніфікувати інформацію про хворого, що поступає в клініку і зробити її максимально зрозумілою, а головне, в будь-який момент доступною лікуючим лікарям і обслуговуючому персоналу медичного закладу.

#### *Література*

1. Рандл М., Конли К. *Этические аспекты новых технологий. Обзор.* – М.: Права человека. – 2007. – 99 с.
2. RFID. -<http://www.ru.wikipedia.org>.
3. RFID. -<http://www.rfid.org>.

## РОЗДІЛ 2.

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

### Моделювання поширення теплового навантаження на ріжучу поверхню інструменту із нанесеним багат шаровим покриттям

Білоус Д. О.<sup>1</sup>, Гончаров О. А.<sup>1</sup>, Юнда А. М.<sup>2</sup>, Васильєва Л. В.<sup>3</sup>,  
Гончарова С.А.<sup>1</sup>, Кравченко Т.Р.<sup>1</sup>, Пинчук С.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сумський державний університет,

<sup>2</sup>Інститут прикладної фізики НАН України,

<sup>3</sup>Донбаська державна машинобудівна академія

Робота ріжучого інструменту пов'язана з впливом ряду руйнівних факторів обумовлених впливом високих температур і контактних навантажень. Найбільш ефективними напрямками вдосконалення ріжучого інструменту та поліпшення властивостей поверхневих шарів інструментального матеріалу є нанесення покриттів, при яких робочі поверхні різального клина інструмента мають найбільші можливості чинити опір термомеханічним навантаженням.

В роботі досліджено динаміку поширення теплового поля в ріжучій пластині із багат шаровими покриттями. В якості еталона для порівняння результатів була використана модель інструмента без покриття. Сформована математична задача дослідження, встановлені початкові та граничні умови поширення теплового потоку. Теплова модель базувалась на рішенні диференціального рівняння теплопровідності при двовимірному характері однорідного ізотропного середовища. Методика проведення розрахунків та числова реалізація результатів дослідження [1, 2] дозволила провести порівняння динаміки поширення теплового поля у непокритому та трьох інструментів з різним покриттями. Результати показали, що розраховані температури на контактній поверхні є найнижчими для інструменту без покриття. Встановлено, що вищі температури всередині інструменту більші для інструментів без покриття, ніж для інструментів з покриттями. Наявність багат шарового

покриття призводить до більш високих температур у зоні різання на поверхні інструменту, тоді як температура в середині деталі ріжучої пластини буде дещо обмежена.

В роботі встановлено, що наявність покриття на ріжучому інструменті зменшує частину теплоти, що передається інструменту. Зроблений висновок про можливість зменшення теплового навантаження на ріжучий інструмент під час переривчастого циклу роботи за допомогою багатошарового покриття, яке буде містити шар з низькою теплопровідністю, наприклад  $Al_2O_3$ .

#### *Література*

1. Goncharov A. A. *Effect of a protective coating on the temperature distribution in a revolving cutting tool and the cutting tool lifetime* / A.A. Goncharov, A.N. Yunda, D.A. Belous, L.V. Vasilyeva // *High Temperature Material Processes*. – 2018. – Vol. 22. – № 4. – P. 279–291.
2. Goncharov A. A. *Effect of multilayer protective coating on the thermal field dynamics in the cutting tool during machining* / A.A. Goncharov, A.N. Yunda, D.A. Belous, L.V. Vasilyeva // *High Temperature Material Processes*. – 2020. – Vol. 24. – № 1. – P. 81–90.
- 3.

### **Моделювання методом Монте-Карло формування плівок нітридів перехідних металів**

**Гончаров О.А.<sup>1</sup>, Юнда А.М.<sup>2</sup>, Колінько І.С.<sup>1</sup>,  
Гончарова С.А.<sup>1</sup>, Фесенко О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Сумський державний університет,*

<sup>2</sup>*Інститут прикладної фізики НАН України*

Нітриди перехідних металів (НПМ) - це клас матеріалів, які завдяки своїй унікальній комбінації іонних, металевих і ковалентних зв'язків широко використовуються у виробництві, напівпровідниках, оптоелектроніці та фотоелектричній промисловості. Їх стійкість до високих температур забезпечує високу твердість, хімічну інертність і термічну стабільність до 1000°C для специфічних сплавів, тому вони можуть бути застосовані в якості захисних і зносостійких покриттів для різальних інструментів. Вони також виявляють надпровідні властивості з критичними температурами. Поточні експериментальні та теоретичні дослідження спрямовані на поліпшення їх механічних властивостей шляхом підвищення їх ударної в'язкості при збереженні їх твердості. Було доведено, що на тенденції пластичності в

полікристалічних НПМ впливає мікроструктура плівки, яка може значно варіюватися в залежності від її товщини.

Вплив експериментальних параметрів, таких як температура підкладки, швидкість осадження, робочий тиск, характеристики потоку пара, а також геометрія камери осадження на отриману плівкову мікроструктуру і властивості можуть бути сприйняті в звичайному порядку, що навряд чи дозволяє точно контролювати елементарні процеси на атомному рівні, такі як взаємодія плазми з поверхнею, поверхнева дифузія, зіткнення атомів і тому подібне. Ці процеси регулюють еволюцію мікроструктури під час росту.

Кінетичний метод Монте-Карло (КММК) [1] може використовуватися для моделювання різних процесів на поверхні, таких як зростання плівок під час осадження, подальше осадження плівок і т. п. на рівні атомного масштабу. Це дозволяє подолати обмеження моделювання молекулярної динаміки, яке можна використовувати тільки для моделювання динаміки системи за короткий проміжок часу. Оскільки КММК не враховує коливальний рух атомів, можна використовувати КММК для моделювання еволюції системи протягом більш тривалого періоду часу. В даний час ні в одній із запропонованих моделей не розглядалася кінетика зростання наноструктурованих плівок боридів та нітридів перехідних металів під час реактивного розпилення, де необхідно враховувати, як метали, так і азот (бор) для осадження і дифузії [2].

Алгоритм моделювання можливих дифузійних подій і осадження атомів полягає в наступному. Атоми осідають у випадкових положеннях на підкладці. Припускається, що осаджені атоми мають низьку енергію та ефекти впливу осадженого атома на підкладку або атоми, які були осаджені раніше не враховуються. Атоми осідають з рівним інтервалом часу, який визначається швидкістю осадження. Тільки дифузійні події можуть відбуватися між двома подіями осадження. На кожному етапі моделювання для кожного можливого виду дифузійного стрибка створюється список атомів, які можуть зробити такий стрибок.

Розвиток системи визначається ймовірностями подій, які можуть статися під час моделювання, як виражено рівнянням:

$$p_i = N_i w_i / \sum_i N_i w_i$$

Процедура вибору окремої події, яка відбувається на цьому етапі, ділиться на два під етапи. Спочатку вибирається тип події відповідно до його швидкості та числа атомів  $N_i$ . Атом вибирається випадковим чином. Коли сума приросту часу послідовності окремих подій стає більше, ніж інтервал часу між двома послідовними подіями осадження, новий атом осаджується. У моделі враховуються такі види подій, що проілюстровано на рисунку 1:

- осадження атомів (1);
- атомна дифузія осаджених атомів на підкладці (2);
- а і b - дифузія осаджених атомів уздовж краю острова (3);
- відділення атомів від острівців (4);
- стрибки вгору і вниз обложених атомів від одного шару до іншого (5), (6).

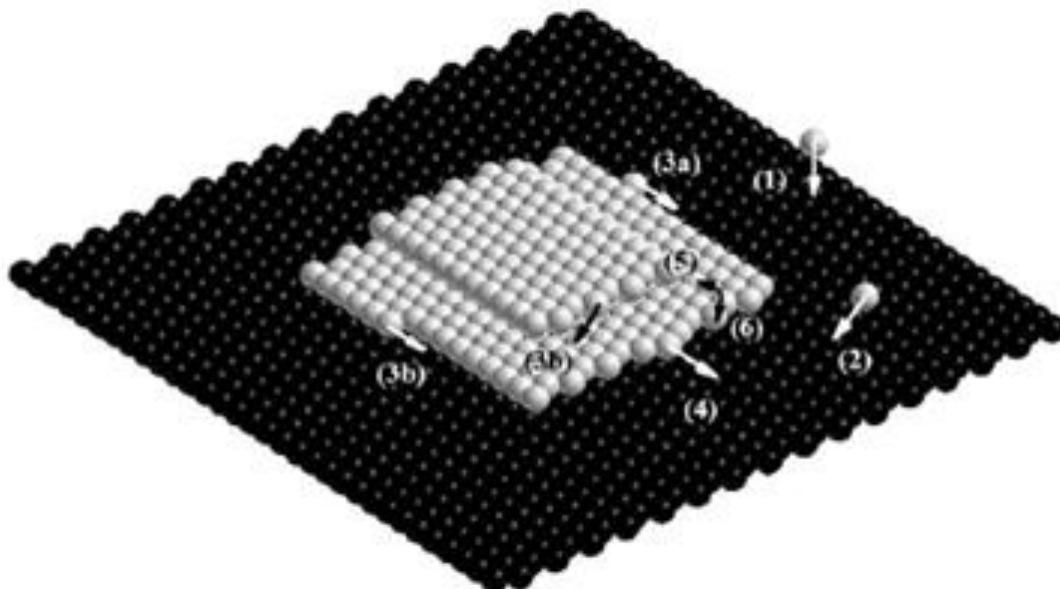


Рисунок 1. Схема дифузії атомів по поверхні на підкладці.

Всі перераховані вище події можуть відбуватися не тільки на шарі підкладки, але і на поверхні осадженого матеріалу. Таким чином, використовуючи представлений алгоритм, можна моделювати процес осадження і еволюцію тривимірних наноструктур.

#### *Література*

1. Nita F. *Three-dimensional kinetic Monte Carlo simulations of cubic transition metal nitride thin film growth*/ F. Nita, C. Mastail, G. Abadias// *Physical Review B* 93. –2016 (064107).

2 Гончаров А.А. *Физические процессы формирования структуры и свойств пленок диборидов переходных металлов*/ А.А. Гончаров// *Физика металлов и металловедение*. – 2011. – Т. 111. – N 3. – С. 1-12.

### **Автоматизація обліку та планування товарообігу на торговельному підприємстві**

***Нечволода Л.В., Бриньов Д.В.***

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Проблема планування обсягу товарообігу в торгівлі має особливу актуальність в силу значущості сукупних витрат обігу. Ефективність діяльності підприємства істотно підвищиться, якщо оптимізувати обсяг і структуру товарообігу для забезпечення максимально можливого прибутку. Наявність товарних запасів є необхідною умовою товарообігу. Рівень і структура товарних запасів повинні бути такі, щоб надати покупцям широкий вибір товарів по кожній групі, і це стане запорукою високого прибутку підприємства [1].

Для вирішення завдання оптимізації управління підприємством керівник повинен володіти достовірною інформацією в рамках проведення повного аналізу діяльності фірми в режимі реального часу. Важливо дослідити стан виробничого циклу, врахувати рух товарних запасів, фінансову діяльність підприємства, взаємовідносини з постачальниками або з філіями, проаналізувати діючу стратегію управління персоналом. В основі вирішення цих завдань стоїть процес обробки інформації. Для полегшення цього процесу створюються сучасні автоматизовані інформаційні системи, що залежать як від масштабів підприємства, так і від його стратегічних цілей.

Однією з підсистем в структурі складної автоматизованої системи управління підприємством є інформаційна система для ведення обліку та аналізу товарообігу. Джерела і способи отримання даних в такій системі – це інформація з накладних, рахунків-фактур, товарних чеків, фінансових звітів. Система повинна бути нерозривно пов'язана із завданням бухгалтерського обліку, оперативно забезпечуючи головного бухгалтера підприємства відомостями про процеси купівлі-продажу, про кількість витрачених і зароблених коштів.

Одним із головних завдань такої інформаційної системи буде виступати прогнозування обсягу товарообігу на майбутні періоди. Основна мета прогнозу полягає в визначенні оптимального розміру товарних запасів, які повинні забезпечити безперебійну торгівлю всіма товарами при найменших витратах на створення, зберігання і управління запасами в усіх структурних підрозділах підприємства. При прогнозуванні товарних запасів можливо використання різних методичних підходів, серед яких слід виділити метод економіко-математичного моделювання.

Для виявлення основної тенденції розвитку товарообігу використовується метод аналітичного вирівнювання (виявлення тренда). Найбільш важливий момент при вирівнюванні – вибір типу кривої, від якого залежать результати прогнозу обсягу товарообігу [2].

Можна припустити, що обсяг товарообігу торговельного підприємства розвивається за лінійною функцією:

$$y = a + b * t. \quad (1)$$

Параметри знаходяться методом найменших квадратів за допомогою рішення системи нормальних рівнянь виду:



$$a = \frac{n * \sum_{i=1}^n x_i * y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{n * \sum_{i=1}^n y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}, \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a * \sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість місяців;

$x_i$  – номер місяця;

$y_i$  – розмір товарообігу за  $i$ -й місяць.

Знаходження параметрів «а» і «б» дозволяє отримати функцію залежності обсягу товарообігу торговельного підприємства від часу.

Прогнозування при використанні методу економіко-математичного моделювання проводиться окремо по кожній товарній групі за складовими елементами [3].

Проаналізувавши процес товарообігу підприємства, можна зробити висновок, що він вимагає додаткової обробки із застосуванням інформаційної системи. Створення подібної системи дозволить значно спростити процес обліку товарообігу на торговельному підприємстві і полегшити керівнику процес прийняття рішень про майбутню структуру та обсяг товарообігу.

#### Література

1. Васечко Л.Г. Экономика и социальная политика // Вісник НАДУ. – 2016. – № 2.
  2. Абрютина, М.С. Экономический анализ товарного рынка и торговой деятельности / М.С. Абрютина. - М.: ДиС, 2010. – 464 с.
- Соломатин А.Н. Экономика, анализ и планирование на предприятиях торговли: Учебник для вузов. – Спб.: Питер, 2009. – 560 с.

## **Використання експертних методів у інформаційній технології управління ІТ-проектом**

*Нечволода Л.В., Коноваленко Д.О.  
Донбаська державна машинобудівна академія*

На сьогоднішній день інформаційні технології здатні адаптуватися до сучасного світу шляхом зосередження на вирішенні завдань з урахуванням тенденцій розвитку ринку, зниження та посилення конкуренції для отримання максимальної користі. Реалізація складних інформаційних систем управління різними сферами діяльності підприємства дає можливість збільшити ефективність функціонування як самого підприємства в цілому, так і скоротити витрати фінансових та трудових ресурсів на кожному етапі виконання певних стратегічних завдань [1].

Для скорочення економічних та часових витрат виконується автоматизація механізму набору команди для виконання проекту. Такий вибір пропонується виконували шляхом розробки інформаційної системи, яка виконує підбір команди до проекту за допомогою розрахунків коефіцієнтів, які характеризують робітника по відношенню до конкретної задачі з різних сторін, а саме: відповідність знань робітника до вимог завдання, трудова характеристика робітника, час та вартість виконання роботи.

Для того, щоб оцінити відповідність знань робітника до вимог завдання використовується система оцінювання. Перед розрахунком коефіцієнту відповідності необхідно оцінити знання робітника та вимоги завдання. Це виконується за допомогою методів експертних оцінок.

Експертна оцінка персоналу або оцінка експертним методом – це оцінка ступеню розвитку конкретних вмінь та навичок співробітника компанії, якими він повинен володіти у відповідності до посади. Експертний метод оцінки значно підвищує об'єктивність результатів оцінки у порівнянні з використанням традиційних тестових методик для оцінки знань, так як проводиться у інтерактивному режимі.

Суть даного методу полягає в тому, що для співробітника експерти моделюють конкретні ситуації (на основі тих, які виникають в процесі щоденної роботи), в яких він повинен продемонструвати свої знання та вміння. В цьому і полягає дана оцінка персоналу на основі реальних практичних умінь працівника [2].

Даний метод також можливо використовувати для оцінки необхідного мінімуму знань для конкретного завдання.

Результатом оцінювання є таблиця  $n \times m$ , де  $n$  – кількість об'єктів оцінки  $m$  – кількість експертів.

Таблиця 1 – Оцінки експертів

| Об'єкт оцінки | Експерти |          |     |          |
|---------------|----------|----------|-----|----------|
|               | 1        | 2        | ... | $m$      |
| 1             | $r_{11}$ | $r_{12}$ | ... | $r_{1m}$ |
| 2             | $r_{21}$ | $r_{22}$ | ... | $r_{2m}$ |
| ...           | ...      | ...      | ... | ...      |
| $n$           | $r_{n1}$ | $r_{n2}$ | ... | $r_{nm}$ |

Для того, щоб перевірити ступінь узгодженості експертів вводиться коефіцієнт конкордації. Він обчислюється за формулою (1):

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 (n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (1)$$

де  $S$  – сума квадратів відхилень всіх оцінок рангів кожного об'єкту експертизи від середнього значення;

$m$  – число експертів;

$n$  – число об'єктів;

$T_j$  – показник зв'язних рангів у  $j$ -му ранжуванні.

Показник  $T_j$  розраховується за формулою (2):

$$T_j = \sum_{q=1}^{Q_j} (h_q^3 - h_q), \quad (2)$$

де  $Q_j$  – число груп рівних рангів у  $j$ -му ранжуванні;

$h_q$  – число рівних рангів у  $q$ -й групі зв'язних рангів при ранжуванні  $j$ -м експертом.

Для перевірки використовуються значимість коефіцієнта конкордації.

Вона розраховується за формулою (3):

$$X^2 = \frac{12S}{mn(n+1) - \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m T_j} \quad (3)$$

Отримане значення порівнюється з табличним, якщо розраховане значення менше за табличне, то гіпотеза про згоду експертів в ранжируваннях приймається.

Запропонований підхід дозволяє об'єктивно оцінювати робітників та завдання і переводити якісну оцінку у кількісну, а також підготувати різнопланові показники для подальшого представлення в інформаційній системі.

#### Література

1. Башинська І.О. Використання сучасних інформаційних технологій в управлінні проектами // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – Одеса, 2017. – №1 (1). – 87 с.
2. Проведение экспертной оценки персонала для аттестации работников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://lico.ru/konsalting/ocenka\\_personala/organizaciya\\_i\\_provedenie\\_ocenki\\_po\\_metodu\\_eksper\\_tnyh\\_ocenok/](https://lico.ru/konsalting/ocenka_personala/organizaciya_i_provedenie_ocenki_po_metodu_eksper_tnyh_ocenok/)
3. Теоретические основы обеспечения единства экспертных измерений. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 170 с.

## Дослідження коливання електромеханічної системи з двох двигунів

Подлесний С.В., Єрфорт Ю.О., Стадник О.М.  
Донбаська державна машинобудівна академія

Для раціонального конструювання та подальшого аналізу властивостей електромеханічних систем сучасна інженерна практика вимагає створення коректних математичних моделей, які повинні містити диференціальні рівняння механічного руху, а також рівняння електромагнітних процесів. Тому для складання рівнянь електромеханічних систем вельми зручним є апарат аналітичної механіки, в якому електромагнітні і механічні величини, що характеризують систему, фігурують як формально рівноправні.

Розглянемо електромеханічну систему (ЕМС), коливання якої порушується двома електродвигунами постійного струму [1]. Коливальна система, зображена на рис. 1 і складається з двох джерел енергії, один з яких знаходиться на нерухомому підставі і з'єднаний пружною зв'язком з рухомою основою (платформою) іншого джерела енергії з неврівноваженим ексцентриком. При спільній роботі двох джерел енергії спостерігаються на практиці деякі області нестійкості (зрив коливань, зупинки).

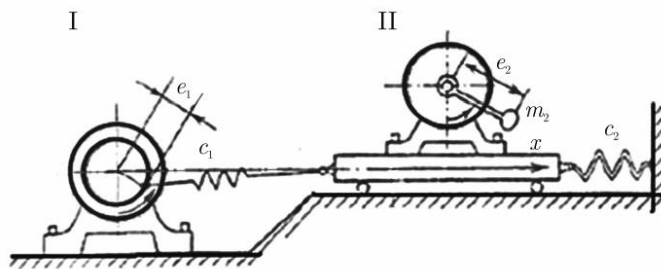


Рисунок 1 - Ескіз коливальної системи.

Складемо вираження механічних і електричних складових кінетичної, потенційної енергій і дисипативної функції даної системи:

$$\begin{aligned}
T &= \frac{1}{2}m_1\dot{x}^2 + \frac{1}{2}m_2(\dot{x}^2 + 2\dot{\varphi}_2\dot{x}e_2\cos\varphi_2 + e_2\dot{\varphi}_2^2) + \frac{1}{2}I_1\dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2}I_2\dot{\varphi}_2^2 + \\
&\quad + \frac{1}{2}L_1\dot{i}_1^2 + \frac{1}{2}L_2\dot{i}_2^2 + \Psi_1i_1 + \Psi_2i_2, \\
\Pi &= \frac{1}{2}c_0x^2 + \frac{1}{2}c_1(x - e_1\sin\varphi_1)^2 + m_2e_2g(1 - \cos\varphi_2), \\
D &= \frac{1}{2}r\dot{x}^2 + \frac{1}{2}\rho_1\dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2}\rho_2\dot{\varphi}_2^2 + \frac{1}{2}R_1i_1^2 + \frac{1}{2}R_2i_2^2,
\end{aligned}$$

де використані наступні позначення:  $x$  - координата поступального руху платформи,  $\varphi_1, \varphi_2$  - кути поворотів роторів джерел енергії,  $m_1$  - маса, яка здійснює поступальний переміщення,  $m_2$  - маса неврівноваженого ексцентрика,  $I_1, I_2$  - моменти інерції роторів відповідно першого і другого джерел енергії,  $L_1, L_2$  - індуктивність обмотки якорів джерел енергії,  $\Psi_1, \Psi_2$  - потокозчеплення обмотки зі стаціонарним магнітним полем збудження,  $R_1, R_2$  - активні опори обмотки якорів джерел енергії,  $r$  - коефіцієнт сил опору, що виникають при поступальному переміщенні маси,  $\rho_1, \rho_2$  - коефіцієнти моментів сил опору, що виникають при обертанні роторів. Як джерела енергії використана модель джерела енергії постійного струму з незалежним збудженням.

Рівняння Лагранжа II роду з узагальненням для електромеханічних систем:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_j} = Q_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Таким чином, рівняння руху розглянутої системи мають вигляд

$$\begin{aligned}
m\ddot{x} + r\dot{x} + cx &= c_1e_1\sin\varphi_1 - m_2e_2\ddot{\varphi}_2\cos\varphi_2 + m_2e_2\dot{\varphi}_2^2\sin\varphi_2, \\
I_1\ddot{\varphi}_1 + \rho_1\dot{\varphi}_1 &= \kappa_1\dot{i}_1 + c_1e_1x\cos\varphi_1 - c_1e_2^2\sin\varphi_1\cos\varphi_1, \\
I_2\ddot{\varphi}_2 + \rho_2\dot{\varphi}_2 &= \kappa_2\dot{i}_2 - m_2e_2\ddot{x}\cos\varphi_2 - m_2e_2g\sin\varphi_2, \\
L_1\dot{i}_1 + R_1i_1 + \kappa_1\dot{\varphi}_1 &= u_1, \\
L_2\dot{i}_2 + R_2i_2 + \kappa_2\dot{\varphi}_2 &= u_2,
\end{aligned}$$

де  $m = m_1 + m_2$ ,  $c = c_1 + c_2$ ,  $I_2 = I + m_2e_2^2$ ,  $l_1, l_2$  - ексцентриситети роторів.

Проведемо чисельне інтегрування цієї системи рівнянь для конкретної коливальної системи, яка служить ілюстрацією якісного характеру перехідних і

усталених режимів повної математичної моделі даної ЕМС. Нехай параметри цієї електромеханічної системи мають наступні значення:  $m = 5.8$  кг,  $m_2 = 0.29$  кг,  $c = 78.04$  Н/м,  $c_1 = 25.51$  Н/м,  $e_1 = 0.005$  м,  $e_2 = 0.0075$  м,  $I_1 = 1$  кг · м<sup>2</sup>,  $I_2 = 1$  кг · м<sup>2</sup>,  $R_1 = 0.01$  Ом,  $R_2 = 4$  Ом,  $L_1 = 0.02$  Гн,  $L_2 = 0.04$  Гн,  $\kappa_1 = 0.01$  Дж/А,  $\kappa_2 = 0.02$  Дж/А,  $\rho_1 = 0.01$  Дж/с,  $\rho_2 = 0.02$  Дж/с,  $r = 0.33$  Н · с/м.

Представимо результати інтегрування графічно (рис. 2-6). Будемо проводити аналіз системи в залежності від величини напруги, що підводиться ( $u_1 = u_2 = u$ ). У розрахунках обрані ті значення напруги ( $u = 12, 18, 110, 220, 380$  В), які найчастіше використовуються в промисловості.

З рис. 2 і рис. 3 видно, що найбільша амплітуда коливань платформи (а нас цікавлять режими малих амплітуд) реалізується при напрузі  $u = 12, u = 18$  В, а з рис. 2.16.4-2.16.7 при значеннях  $u = 110, 220, 380$  В система починає коливання з малими амплітудами досить швидко, що добре для промислових установок. Отже, при рівномірному збільшенні напруги, треба швидше пройти малі значення напруги.

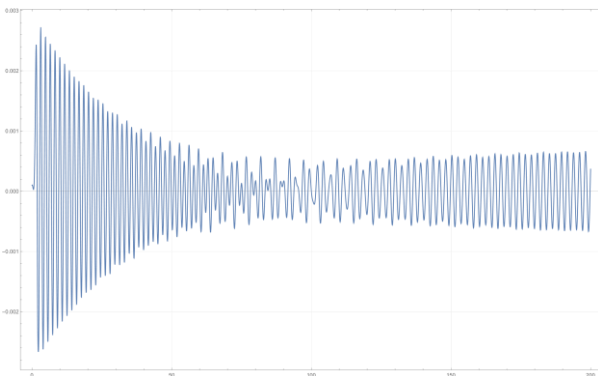


Рисунок 2 - Коливання платформи при  $u = 12$  В.

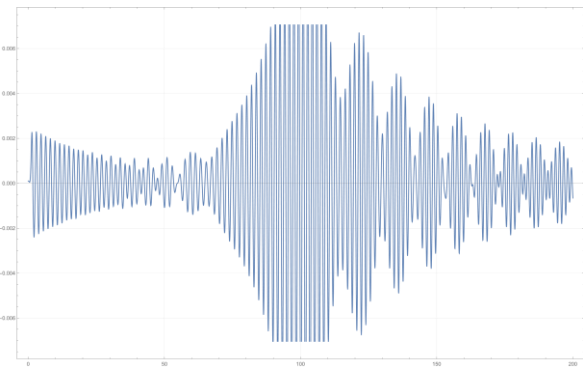


Рисунок 3 - Коливання платформи при  $u = 18$  В.

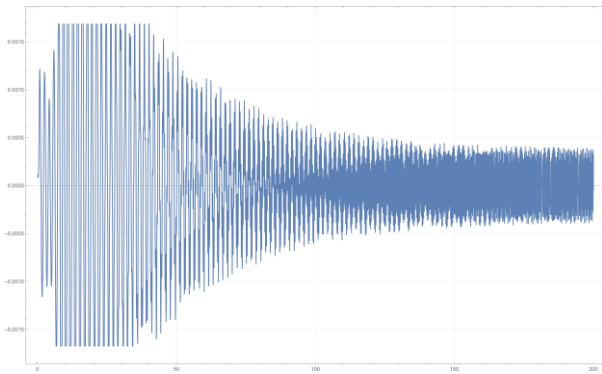


Рисунок 4 - Коливання платформи при  $u=110$  В.

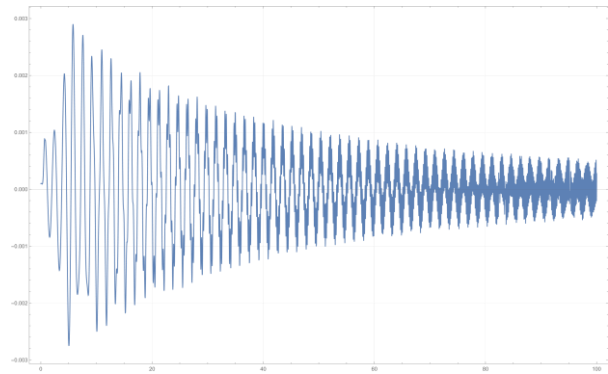


Рисунок 5 - Коливання платформи при  $u=220$  В.

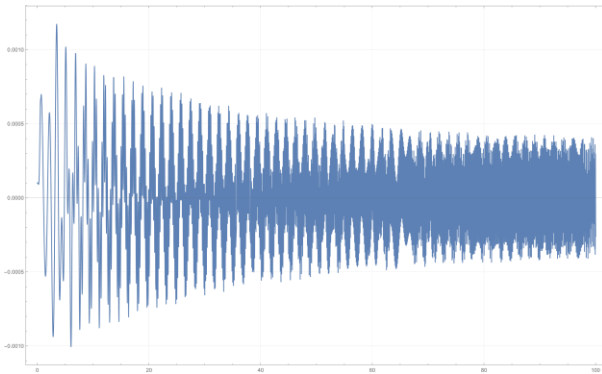


Рисунок 6 - Коливання платформи при  $u=380$  В.

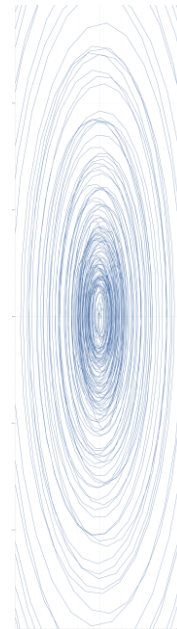


Рисунок. 7 - Фазовий портрет при  $u=18$  В.

Отриманий результат дозволяє зробити висновок, що для розглянутої конкретної коливальні системи та конкретних джерел енергії при вибраних параметрах їх спільна робота робить позитивний вплив, так як в процесі експлуатації реальних систем якраз і намагаються домогтися ефекту малості амплітуди коливань. В даному випадку використаний підхід дозволяє оцінити



можливість зменшення вібрації і тим самим сприяє поліпшенню якісних можливостей експлуатації електромеханічних систем.

Таким чином, математична модель розглядуваної електромеханічної системи включає систему п'яти диференціальних нелінійних рівнянь з такою ж кількістю невідомих. З огляду на складність отриманої системи її подальше дослідження здійснювалось з використанням обчислювальної техніки. В результаті отримані залежності лінійних і кутових координат і швидкостей, а також сили струму в часі. Побудовані відповідні графіки. Побудована математична модель враховує особливості нелінійності системи. При певних умовах можлива хаотична поведінка системи. Розрахункові формули, а також створена і реалізована на ЕОМ програма дають можливість провести аналіз впливу всіх параметрів системи як окремо, так і в їх взаємозв'язку на характеристики системи. Крім того, отримані формули забезпечують можливість конструювання системи з найбільш раціональними характеристиками і оптимальним співвідношенням конструктивних параметрів. Отримана математична модель є основою для аналізу і синтезу систем управління із зворотними зв'язками.

#### *Література*

1. *Лопатухина И. Е. Колебания электромеханической системы, возбуждаемые двумя электродвигателями постоянного тока // Вестник СПбГУ. Сер. 1. Т. 1 (59). 2014. Вып. 3. – С. 465-469.*

## **Методологічні підходи визначення загроз в інформаційно-аналітичному забезпеченні економічної безпеки**

**Рогоза М.Є., Перебийніс В.І., Кузьменко О.К., Карнаухова Г.В.**  
*Полтавський університет економіки і торгівлі*

Вирішення проблеми ефективних організаційних заходів управління діяльністю економічного об'єкта пов'язано із розробкою науково-теоретичних підходів формування інформаційного забезпечення процесів економічної безпеки господарюючого об'єкта та механізмів його забезпечення. Особливістю створення таких механізмів пов'язано з тим, що підприємство як економічний об'єкт є одночасно суб'єктом і об'єктом відносин у секторі діяльності. Це надає господарюючому суб'єкту певні можливості впливати на динаміку окремих параметрів зовнішнього середовища. У зв'язку з цим параметри зовнішнього середовища необхідно розділити на категорії, серед яких: впливає, не впливає, вплив обмежений; а параметри на внутрішні (які виникають в результаті діяльності підприємства, відслідковуються, аналізуються) та зовнішні (які ідентифікувати та розділити на фактори, що мають суттєвий вплив, або такого впливу не мають) [1]. Комплексність таких факторів та складність визначення їх впливу поставили задачу зі створення моделі інформаційного забезпечення для прийняття рішень з економічної безпеки як складової у загальній системі управління. З цією метою для діагностування проблем економічної безпеки та стійкості й ефективної роботи підприємств, ідентифікації, систематизації та оцінювання загроз та ризиків, визначення ефективної їхньої системи управління, функцій із забезпечення економічної безпеки господарської діяльності пропонується науково-теоретичні підходи щодо формування інформаційного забезпечення процесів економічної безпеки господарюючого об'єкта. Для розробки таких підходів використано методологію моделювання визначення домінуючих загроз на основі нечіткої логіки (fuzzy logic).

Побудова нечітких моделей систем поставило задачу розуміння поняття нечіткої множини з позиції виключення неоднозначності тлумачення прийнятих його властивостей. Дослідження в цій сфері показали, що існують декілька

варіантів формального визначення нечіткої множини, які відрізняються між собою способом задання характеристичної функції даних множин. Найбільш прийнятним серед цих варіантів та інтуїтивно зрозумілим є таке, коли задається область значень подібної функції як інтервал  $[0; 1]$  дійсних чисел [2]. З урахуванням цього загальний підхід по визначенню цільової установки, яку обрану суб'єктом у стратегії є  $\overline{a_c}$ . Формування її стану буде на основі параметрів, що характеризують показник діяльності за кластерами фінансового, соціального (кадрового) та виробничого виду. У загальному виді така цільова установка має вигляд (1):

$$\overline{a_c} = f(\overline{g_{upr}}, R_{G_{upr}G_{vpl}}, R_{G_{upr}A}). \quad (1)$$

Зміна групи параметрів, що формують загрози, представимо як  $\Delta$  ( $\Delta = |\overline{g_{upr}} - \overline{g_{upr}^0}|$ , де  $\overline{g_{upr}^0}$  – початковий стан параметрів), значення якого необхідно розглядати як загальний обсяг керуючих спонукань (позитивного чи негативного впливу).

При вивченні характеристик середовища діяльності за допомогою моделі, було запропоновано, для досягнення цільових значень зовнішнього середовища з метою зменшення рівня загроз, які вибрані суб'єктом в залежності від обраної стратегії  $\overline{a_c}$ , визначати значення «важелів управління» (вектор  $\overline{g_{upr}}$ ), при виконанні наступної умови [3,4]  $\left\{ \begin{matrix} f(\overline{g_{upr}}, R_{G_{upr}G_{vpl}}, R_{G_{upr}A}) \\ \Delta \rightarrow \min \end{matrix} \right\} \overline{a_c}$  (2), де  $i$  приймається як загальне якісне визначення “не гірше”. Умова  $\Delta \rightarrow \min$  є важливою, оскільки у цьому випадку буде мінімально необхідний обсяг управляючих спонукань.

Ідентифікація та розподіл факторів впливу на економічну безпеку є обов'язковим та можливим як при умові їх декомпозиції, так і при дослідженні різних аспектів середовища впливу на діяльність економічного об'єкта. Тому, для пошуку найбільш ефективних методів компенсації негативних впливів окремих факторів цього середовища на діяльність економічного об'єкта, необхідно розуміти причинно-наслідкові зв'язки у цьому комплексі проблем [5].

З цією метою пропонуємо використати метод МАІ та проранжувати за ступенем важливості набору ідентифікованих параметрів на основі прямої

кількісної оцінки. Це можливо виконати методом багатофакторного порівняльного аналізу первинних властивостей з використанням підходів, які засновані на оцінці повного набору комбінацій із двох факторів [6]. Отже, для визначення зв'язків  $\{XZ\}$ ,  $\{XC\}$ ,  $\{XK\}$ ,  $\{YC\}$ ,  $\{YK\}$ ,  $\{ZK\}$  між компонентами макросередовища та внутрішнього середовища виконали послідовне замикання відношень за допомогою композиційного правила. В цьому випадку для замикання відношення  $\{XY\}$  на відношення  $\{YZ\}$  використали композиційне

правило [6] 
$$\left( x_i, z_j \right) = \frac{\sum_k ((xy)_{ik} \times (yz)_{kj})}{\sum_k (xy)_{ik}}$$
. Яке також можливо застосувати для

знаходження замикання отриманих відношень на відношення, які були встановлені на основі експертних оцінок (значення округлюються до цілих чисел). Отримані на основі таких підходів визначення кількісних співвідношень між чинниками різних ієрархічних рівнів середовища господарювання надає підстави визначення, які загрози (як компоненти) є більш значущими у порівнянні з іншими компонентами у використанні ієрархії показників.

Таким чином, реалізація таких методологічних підходів у комбінації запропонованих моделей для відслідковування та обробки інформації, кількісного співставлення параметрів середовища забезпечує формування інформаційно-аналітичного забезпечення управління безпековими процесами.

#### Література

1. Рогоза М.Є., Проблеми, процеси, моделі управління розвитком підприємств споживчої кооперації/ М.Є. Рогоза/Академічний огляд. Науково-практичний журнал. Дніпропетровськ: ДУЕП, 2009. - № 1 - С.82-89. - <https://acadrev.duan.edu.ua/images/PDF/2009/1/13.pdf>.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – 736с.
3. Рогоза М. Є., Скляр А. А. Інформаційне забезпечення вирішення загальної задачі стратегічного управління на підприємстві// III Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами» - Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2005. – С. 123-125.
4. Рогоза М.Є., Скляр А.А. Моделивання стану зовнішнього середовища в інформаційному забезпеченні стратегічного управління підприємством// Теория и практика экономики и предпринимательства/ Материалы III Международной научно-практической конференции. Алушта, 11-13 мая 2006 года. – Симферополь, 2006. – С. 69-70.
5. Рогоза М.Є. Управління промисловими підприємствами: Соціально-економічні

чинники та особливості організації: Монографія. - Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2005. – 281 с.

6. Рогоза М.Є., Циганок О.О. Зовнішнє середовище і модель його оцінки в системах стратегічного управління підприємством // *Моделі управління в ринковій економіці: Сб. научн. тр. Общ. ред. и предисл. Ю.Г. Лысенко; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, Том 1, 2005. – Спец. Вып. – 264 с.*

## **Система моделювання теплообмінних процесів в агрегатах періодичної дії**

**Левицька Т.О., Дубовкіна М.Ю.**

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

Знання комп'ютерних наук мають прикладний характер, тому застосовуються до різних галузей діяльності людини, в тому числі виробничих процесів.

Гірничо-металургійний комплекс України за наявними потужностями посідає п'яте місце в світі після Японії, США, Китаю і Росії і відіграє провідну роль в структурі економіки України. Чорна металургія входить в п'ятірку пріоритетних напрямків розвитку держави і розглядається як базова галузь, яка повинна забезпечити виконання найважливіших ринкових перетворень.

Проблема енергозбереження в Україні є найбільш важливою. Це стосується в першу чергу до чорної металургії, яка є найбільш енерго- і матеріаломісткою галуззю виробництва. Удосконалення технологічних процесів може знизити питомі витрати енергоресурсів. Отже, необхідно досліджувати наступний за виплавою процес передачі рідкого чавуну до сталеплавильного агрегату і знайти резерви щодо вдосконалення цього процесу з точки зору збереження тепла. У зв'язку з цим виникає необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень на всіх етапах передачі розплавленого металу до сталеплавильного агрегату.

Дана робота присвячена розгляду розробки системи моделювання теплової роботи футеровки чавуновозних ковшів, що протікає в міру просування рідкого чавуну від моменту випуску з ДП до заливання його в сталеплавильний агрегат. Актуальність полягає в візуалізації цього процесу, в розрахунку його

характеристик і оптимізації технологічних і конструкційних параметрів з метою поліпшення якості продукції[1].

Метою є розробка програмної системи моделювання теплової роботи футеровки чавуновозних ковшів, яка складається з визначення температури контакту футеровки з розплавом чавуну і визначення втрат тепла на акумуляцію кладкою. Завданням є розробка алгоритмів моделювання теплової роботи футеровки чавуновозних ковшів та реалізації їх в системі з зручним інтерфейсом. Об'єктом є процес моделювання теплової роботи футеровки чавуновозних ковшів. Предметом є методи визначення температури контакту футеровки з розплавом чавуну і визначення впливу теплофізичних властивостей футеровки чавуновозного ковша на швидкість охолодження.

В основі математичної моделі лежить метод визначення втрат тепла на акумуляцію кладкою чавуновозного ковша, в якому враховані температура поверхні (контакту) футеровки - чавун, що залежить від теплофізичних властивостей вогнетрива і розплаву[2]. Систему розроблено в середовищі Microsoft Visual Studio за допомогою мови програмування C#. Програмне забезпечення протестоване, проведено ряд експериментів для підтвердження результатів. Завдяки розробленій системі моделювання визначено фактичне значення коефіцієнта акумулюючої здатності футеровки чавуновозних ковшів, що дозволило встановити причину підвищених втрат на акумуляцію і намітити заходи щодо їх зниження.

Розроблене програмне забезпечення можна використовувати для експериментальних досліджень фізичної сутності коефіцієнта акумулюючої здатності матеріалу.

#### *Література*

- 1. Теплофизические свойства материалов металлургического производства: К.Д. Ильченко, Ю.И. Розенгарт, Ю.С. Зайцев, Р.Г. Хейфец Справочник. Харьков: Основа. – 2016.- С.-110.*
- 2. Лыков А.В. Теория теплопроводности - М.: Высш. школа, 1967.-600с.*

## Управління фінансово стійким розвитком підприємства на основі сценарного аналізу

Єлецьких С.Я.

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Управління фінансово стійким розвитком підприємства на основі сценарного аналізу засновано на таких припущеннях:

1) визначення основних параметрів моделі здійснюється на основі гіпотези про адаптивні очікування;

2) розподіл фінансових ресурсів підприємства здійснюється за такими напрямками: матеріальне стимулювання персоналу, інвестиції у власний капітал та інвестиції у позиковий капітал;

3) дискрет моделювання дорівнює одному місяцю, що відповідає періодичності спостережень за допомогою фінансової звітності підприємства.

Охарактеризуємо основні співвідношення запропонованої імітаційної моделі. Під час визначення обсягів виробництва продукції підприємства пропонується враховувати такі фактори: план виробництва підприємства; величину виробничої потужності підприємства; величину очікуваного попиту на готову продукцію підприємства; продуктивність праці.

Наведена модель описує формування доходів від реалізаційних операцій і валових витрат промислового підприємства. Валові витрати формуються в розрізі прямих матеріальних витрат, фонду оплати праці, який розраховується в залежності від чисельності працівників й середньої заробітної плати, амортизаційних відрахувань.

Динаміка запасів матеріальних ресурсів враховує процеси закупівлі, складської логістики й безпосередньо списання на виробництво з урахуванням мінливості цін. Обсяги списання на виробництво визначаються виробничою програмою, яка, у свою чергу, обмежується виробничими потужностями й очікуваним попитом на продукцію, а також враховує наявність запасів готової продукції на складі.

Прибуток, скорегований на податок на додану вартість (ПДВ) і величину

податку на прибуток, є джерелом формування власних коштів підприємства, які, поряд із залученими під фіксований відсоток позиковими коштами, є джерелом матеріального стимулювання персоналу, інвестицій у розширення виробничих потужностей підприємства і поліпшення якості продукції.

Витратна складова запропонованої моделі включає: витрати підприємства на сировину і матеріали для виробництва продукції; витрати підприємства, пов'язані з оплатою праці; накладні витрати, в тому числі капітальні витрати підприємства; амортизаційні відрахування за всіма групами основних виробничих фондів підприємства; витрати підприємства, пов'язані з орендою землі або виробничих приміщень.

Облік стохастичних впливів різних факторів на функціонування підприємства вимагає застосування механізмів раціонального вибору при визначенні планових величини.

Найбільш гнучким з таких підходів є застосування адаптивних очікувань, оскільки вони самі по собі є стійким припущенням, а крім того, здатні стабілізувати модель в цілому.

Перевагою застосування імітаційного моделювання є можливість проведення комп'ютерних експериментів із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема програмного засобу PowerSim.

В якості керуючих параметрів у моделі доцільно розглядати інвестиційну політику, яка визначається структурою розподілу наявних фінансових ресурсів. Стратегія розподілу фінансових ресурсів підприємства представлена таким чином:

$$STRATEGY = \begin{cases} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{cases} \quad (1)$$

де  $\lambda_1$  – частка чистого прибутку, спрямована на інвестування у власний капітал;  $\lambda_2$  – частка чистого прибутку, спрямована на інвестування у позиковий капітал;  $\lambda_3$  – частка чистого прибутку, спрямована на матеріальне стимулювання персоналу.



Таким чином, необхідність удосконалення підходів до методологічного забезпечення оцінки фінансової стійкості підприємства зумовила актуалізацію даної проблеми, її значення для функціонування та розвитку машинобудівних підприємств в Україні. Неefективною виявилась нині діюча практика ведення бізнесу, яка, як правило, характеризується відсутністю системи стратегічного планування та управління економічною стійкістю

Сценарний підхід відіграє особливу роль при підготовці фінансової стратегії підприємства, дозволяє виявити проблеми, що тільки зароджуються на підприємстві, підготувати його до майбутніх змін. На основі результатів сценарного аналізу процесу розподілу фінансових ресурсів підприємства за напрямками інвестування та матеріального стимулювання персоналу, а також знаходження оптимального співвідношення власного і позикового капіталів підприємства вдається визначати найбільш ефективну стратегію функціонування підприємства відповідно до критерію фінансової стійкості. В результаті помітно знижується рівень невизначеності, здобувається більша впевненість у правильності обраної стратегії, виникає розуміння того, як потрібно надходити, якщо події будуть розвертатися по тому або іншому сценарію. Представники підприємств відзначають, що їм вдається знизити ризики масштабних інвестицій, поліпшити якість прийнятих стратегічних розв'язків.

#### *Література*

1. Лоу А.М., Кельтон В.Д. *Имитационное моделирование. Классика CS – 3'е издание – Пупер, 2004.-848 с.*
2. Balci O. *Credibility Assessment of Simulation Results//Proceedings of the 1986 Winter Simulation Conference. – 1986. – pp. 39-44.*
3. Balci O. (2001), "A Methodology for Certification of Modeling and Simulation Applications," *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS) 11, 4 (Oct.). – pp. 352-377.*
4. Balci O. *Verification, validation and accreditation//Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. - 1998. – pp. 41-48.*
5. Carson J.S. *Model verification and validation//Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference. – 2002. – pp. 52-58.*
6. Слєцьких С.Я. *Інноваційні технології управління розвитком підприємства на основі методів імітаційного моделювання.- Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки» : наук. видання – Херсон: видавн. дім «Гальветика» – 2014. – Випуск 8, Ч.1. – С. 87-91.*

## **Модель прийняття управлінських рішень щодо забезпечення фінансової безпеки підприємства**

**Єлецьких С.Я., Петрищева К.Г.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Надійність комерційного банку – це можливість вчасно та безперервно виконувати свої функції на будь-якому етапі розвитку та незалежно від факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Надійний банк має наступні характеристики: вчасна виплата зобов'язань за залученими депозитами, видача коштів з поточних рахунків (вчасна виплата зарплат, пенсій, стипендій, соціальної допомоги), проведення безперервної та виваженої політики щодо активних операцій, можливість погашати отримані кредити від інших банків.

На основі вищенаведеного можна запропонувати наступні інструменти щодо забезпечення фінансової безпеки на основі управління вільними грошовими коштами шляхом врахування депозитних ризиків: диверсифікація депозитного портфеля за видами вкладів, за банками та валютами; розробка довгострокових планів для визначення кількості необхідних коштів та запобігання дострокового їх вилучення; прогнозування курсів валют, у яких укладатиметься депозитний договір; використання активних депозитів, тобто депозитів з мінімальною постійною частиною, та можливістю поповнення та зняття коштів, що дає змогу запобігти втраті відсотків, що виникає при виборі строкового депозиту; постійне планування, прогнозування, динамічне коригування планів для визначення максимально можливої суми, яку можна використовувати для депозитного вкладу; застосування системи страхування депозитів як для фізичних, так і юридичних осіб; визначення надійності банку, у який підприємство буде вкладати кошти. Вибір банку, в який підприємство вкладатиме кошти є найважливішим фактором впливу на ризик депозитної діяльності юридичних осіб. Загальну схему щодо управління депозитним ризиком на підприємстві можна представити наступним чином (рисунок 1).

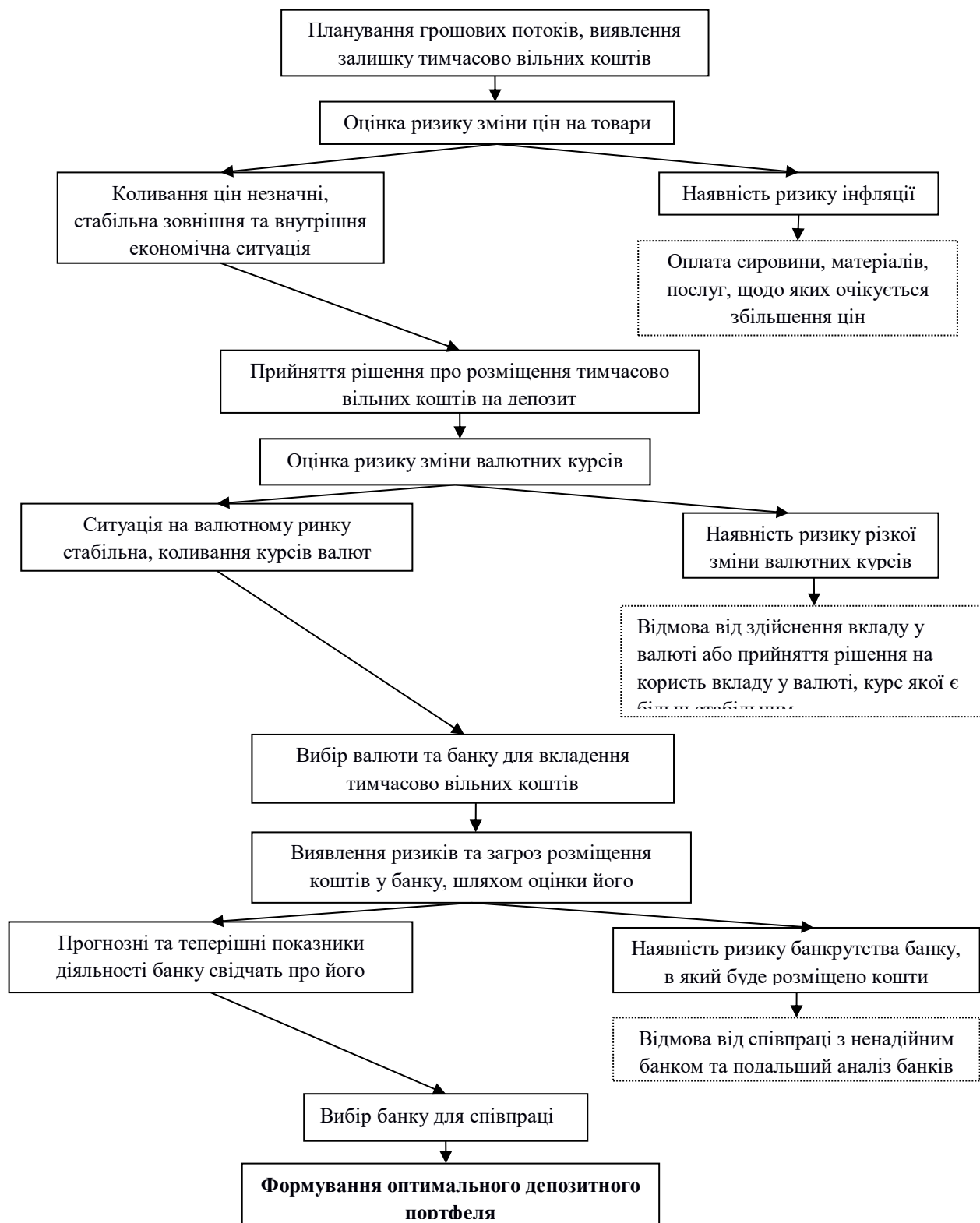


Рисунок 1. Модель прийняття управлінських рішень щодо розміщення коштів на депозит

Класифікація фінансових установ за групами, що проводить Національний банк України, рейтинги різних агенств є сучасними інструментами визначення

фінансового стану банків, але пріоритетним критерієм вибору банку для співпраці має бути ретельне самостійне вивчення надійності фінансової установи та прогнозування найважливіших показників, що надасть змогу обмежити депозитний ризик юридичних осіб. Таким чином, юридичні особи для забезпечення фінансової безпеки на основі управління вільними грошовими коштами повинні враховувати депозитні ризики. Розгляд видів депозитних ризиків та факторів, що на них впливають надає змогу розробити низку заходів щодо їх зменшення або уникнення, створення найбільш оптимального депозитного портфеля з позиції «ризик-прибутковість». Кризові явища призводять до дестабілізації у фінансовому, а саме, у банківському секторі. Оскільки підприємства просто вимушені тримати кошти на рахунках у банках, то вибір банку, надійність банківської установи є визначальними факторами впливу на депозитні ризики юридичних осіб. Звідси, найбільш дієвим інструментом забезпечення фінансової безпеки на основі управління вільними грошовими коштами визначено аналіз надійності та фінансової стійкості банківських установ

#### *Література*

- 1. Малик О.В. Формування механізму управління фінансовою безпекою підприємства : дис. канд. екон. наук : спец. 08.00.04 / Малик Ольга Володимирівна / Хмельницький національний університет. – Хмельницький, 2015. – 263 с.*
- 2. Тимошенко О.В. Страхування фінансових ризиків як фактор забезпечення фінансових ресурсів підприємства / О.В. Тимошенко // Економічний простір. – 2013. - №71. – С. 135 – 143.*
- 3. Жихор О.Б. Сутність поняття «Фінансовий ризик» та його класифікація / О.Б. Жихор, М.О. Штехан // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.10. – С. 145 – 150.*
- 4. Малюга В.В. Практичні аспекти страхування фінансових ризиків / В.В. Малюга // Університетські наукові записки. – 2010. - № 1(33). – С. 119 – 123.*
- 5. Ареф'єва О.В. Фінансова безпека підприємства: методичні особливості забезпечення / О.В. Ареф'єва // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип 25.3. – С. 187 – 192.*
- 6. Фучеджи В.І. Управління фінансовою безпекою суб'єктів підприємництва України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.08 «Гроші, фінанси і кредит» / В.І. Фучеджи. – Одеса, Одеський національний економічний університет, 2014. - 22 с.*
- 7. Єлецьких С.Я., Петрищева К.Г. Фінансова безпека підприємства в управлінні грошовими коштами. - Економічний вісник Донбасу: науковий журнал. – Київ - Старобільськ: ІЕП НАНУ, 2017. – № 3 (49). – 244 с., С. 101– 106.*

## **Прогнозування неплатоспроможності підприємств будівельної галузі за допомогою дискримінантного аналізу**

**Балашова О.В.**  
*ДДМА*

На діяльність будівельних компаній відображаються наслідки нестабільної економічної ситуації як в Україні, так і в світі в цілому. При відсутності будівельного ринку, що динамічно розвивається, будівельні компанії, особливо невеликі, не мають змоги за свій рахунок утримувати персонал, техніку. Наслідком цього стає накоплення боргів, тому існує об'єктивна необхідність у визначенні такого моменту, коли заборгованість, накопичуючись, може загрожувати існуванню самого підприємства.

Метою дослідження стала розробка моделі, яка може з високою достовірністю передбачити настання неплатоспроможності будівельного підприємства в майбутньому. Подібні моделі вже створювались як українськими вченими, так і вченими інших країн. Але всі вони не підходять для прогнозування неплатоспроможності малих будівельних підприємств, внаслідок невисокої точності або відсутності необхідних вихідних даних для розрахунків потрібних факторів, тому виникла потреба у створенні подібної моделі за матеріалами малих будівельних підприємств, які в останній період часу проходили процедуру банкрутства та підприємств, що стабільно функціонували в цей час. Методом моделювання обрано дискримінантний аналіз, як такий, що добре показав себе при вирішенні подібного типу задач.

Етапи дослідження:

1. Формування вибірки. Для вибірки були використані дані малих будівельних підприємств, де всі підприємства було розділені за трьома групами: 1 – підприємства банкрути; 2 – підприємства, що протягом аналізованого періоду зупинили діяльність чи були ліквідовані за бажанням власника без проходження процедури банкрутства; 3 – підприємства, що продовжують працювати на даний час.

2. Вибір показників для проведення дискримінантного аналізу.

3. Перевірка однорідності даних та внеску кожного з показників в загальну дискримінацію.

4. Створення дискримінантної моделі.

Складання переліку з багатьох економічних показників, які можуть розглядатися як індикатори початку кризи на підприємстві. Такі показники повинні бути незалежними один від одного (перевірка парного кореляційного зв'язку між ними) та бути доступними для розрахунку на основі даних публічної фінансової звітності малого підприємства. Як найбільш вагомі економічні показники були взяті 22 фактори, що утворюють чотири групи. Першою групою показників стали коефіцієнти ліквідності, другою – показники рентабельності, третьої – показники фінансової незалежності, четвертої – показники ділової активності підприємства.

Розробка моделі проводилась у програмі пакета Statistica, який дозволив автоматизувати процес класифікації підприємств за рівнем ризику настання банкрутства. Використовуючи модуль Discriminat Аналіз програми Statistica був проведений дискримінантний аналіз.

Критеріями оцінки створеної моделі виступають лямбда Вілкса ( $\lambda$ ), приватна лямбда (часткова Lambda  $\lambda\Lambda$ ), F – критерій, рівень значущості F – критерію, толерантність (toller), та коефіцієнт множинної кореляції.

В результаті проведення покрокового дискримінантного аналізу були отримані наступні результати: значення лямбда Вілкса ( $\lambda$ ) дорівнює 0,335. Це говорить про можливу дискримінацію, оскільки значення  $\lambda$  прийняло значення близьке до 0. Чим  $\lambda$  ближче до 1, тим дискримінація гірше.

Кількість кроків моделі – 5, кількість спостережень – 58,  $F(8,4161) = 10,102$   $p < 1,0000$ .

Дослідження показало, що внесок у загальну дискримінацію вносять змінні: n4 (коефіцієнт концентрації позикових коштів), p4 (рентабельність основної діяльності), d9 (відношення приростів кредиторської та дебіторської заборгованостей), nb (коефіцієнт мобільності) та d1 (оборотність активів).

Можна зробити висновок, що дані показники є головними змінними, які дозволяють провести дискримінацію між різними групами малих будівельних підприємств.

Для отримання подальших результатів про природу дискримінації був проведений канонічний аналіз. Для оцінки того, як змінні розділяють різні підприємств за ризиком настання неплатоспроможності, були обчислені 2 дискримінантні функції (число змінних (58) або число сукупностей (3) мінус один, в залежності від того, яке з чисел менше). Аналіз результатів з покроковим критерієм для дискримінантних функцій дозволив визначити, які з коренів є статистично значущими, за допомогою послідовного застосування критерію значущості.

Далі проводиться побудова самих класифікаційних функцій при визначенні групи, у яку ввійде мале будівельне підприємство. Номери груп №1 – банкрути, №2 – ліквідовані за бажанням власників, №3 – ті, що працюють стабільно. В результаті можна побачити, що підприємства 1-ї та 3-ї груп чітко розділені на дві різні сукупності, тоді як підприємства 2-ї групи (ліквідовані за бажанням власників) – можуть пересікатись з обома групами.

Можна зробити висновок, що показники оцінки фінансового стану малого будівельного підприємства дозволяють чітко поділити на групи підприємства використовуючи критерії «стійкий фінансовий стан – можливість настання неплатоспроможності». Такі дії дадуть змогу запобігти, попередити банкрутство деяких боржників, шляхом здійснення заходів із санації завчасно, не втрачаючи часу, та можуть допомогти запобігти банкрутству багатьом підприємствам будівельної галузі.

#### *Література:*

1. *Проскурович О.В., Бойчук В.А. Комп'ютерні технології економічного аналізу: навч. посібник. Львів: Новий світ – 2018. – 310 с.*
2. *Борисова С.Є., Балашова О.В. Формування оптимізаційної моделі розвитку конкурентних переваг регіону в процесі інтеграції суб'єктів підприємництва до світового ринку капіталу. Інфраструктура ринку. Електронний науково-практичний журнал. Одеса. 2018. № 24. С.34-39*
3. <http://ukrstat.gov.ua/>
4. <http://zakon1.rada.gov.ua/>

## **Застосування системного аналізу при вирішенні соціально-економічних і управлінських завдань**

**Крук О.М.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Системний аналіз – це методологія загальної теорії систем, яка полягає у дослідженні будь-яких об'єктів шляхом подання їх у вигляді систем для проведення їх структуризації, встановлення структурних зв'язків між змінними або постійними елементами та спирається на комплекс загальнонаукових, експериментальних, природничих, статистичних, математичних методів для подальшого їх аналізу.

Проблемам застосування системного аналізу при вирішенні соціально-економічних і управлінських завдань присвячено роботи таких науковців як: А. Б. Качинського, І. В. Стьопочкіна, О. І. Щедріної, О. Ю. Червак-Смерічко та ін. [1-3].

Застосування системного аналізу при вирішенні соціально-економічних завдань займає значне місце в структурі сучасних системних досліджень та за рахунок якого розробляється системна методологія прийняття обґрунтованих управлінських рішень, які полегшують вибір найкращої альтернативи з безлічі наявних для ОПР.

До основних методів системного аналізу відносять аналіз (структурний, порівняльний, морфологічний, ефективності), синтез (структурний, параметричний, проектування систем, оцінки альтернатив, розробки моделі системи) та декомпозицію (опис тенденцій розвитку, загроз, можливостей, невизначеності; декомпозиційна модель складу; декомпозиційна модель структури; декомпозиція загальної мети, функцій та ін.).

Характеристика об'єкта управління задається за допомогою змінних, які керуються та які не мають керування. Змінні, які керуються мають кількісний вимір та характеристики за допомогою яких ОПР може здійснювати управління. Але не у всіх складних системах (особливо соціально-економічних) можна випробовувати різні управлінські впливи, тому виникають змінні, які не



керуються, тобто чинники, на які впливати або змінювати ОПР не в змозі.

Слід зазначити найбільш поширені типи ситуацій управління, в яких можливе застосування системного аналізу:

1. Вирішення проблем, які передбачають зв'язок визначених цілей зі значною кількістю засобів їх досягнення.

2. Вирішення проблем, в яких існують різні варіанти щодо їх вирішення, але які важко порівняти між собою.

3. Випадки, коли створюються абсолютно нові системи або перебудовуються старі системи.

4. Випадки, коли здійснюється поліпшення, вдосконалення, реструктуризація або реконструювання.

5. Проблеми, пов'язані з автоматизацією управління або процесами створення та впровадження автоматизованих систем управління при вирішенні соціально-економічних і управлінських завдань.

6. Робота з удосконалення методів і форм економічного управління.

7. Випадки, коли вдосконалення управління проводиться на об'єктах, що мають специфічні ознаки своєї діяльності та де не можна діяти за аналогією.

8. Випадки, коли відбувається прийняття відповідальних рішень про напрями розвитку на досить віддалену перспективу або впровадження програм розвитку, які повинні враховувати фактор невизначеності і ризику.

Таким чином, при вирішенні соціально-економічних і управлінських завдань центральне місце посідає саме застосування системного аналізу.

#### *Література*

*Качинський А. Б. Системний підхід до аналізу явищ інформаційного та кібернетичного просторів / А. Б. Качинський, І. В. Стьопочкіна // Доповіді Національної академії наук України. – 2020. – № 11. – С. 16-23.*

*Щедріна О. І. Системний аналіз як інструмент прийняття управлінських рішень в бізнесі / О. І. Щедріна // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2020. – № 99. – С. 169-183.*

*Червак-Смерічко О. Ю. Математичне моделювання в економіці: моделювання і системний аналіз / О. Ю. Червак-Смерічко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. – 2015. – Вип. 1. – С. 81-88.*

## Методи оцінки фінансової забезпеченості Пенсійної системи України

Слецьких С.Я.,

*Донбаська державна машинобудівна академія,*

**Рад Н.С.**

*Головне управління Пенсійного фонду України в Донецькій області*

Розгляд пенсійного страхування в якості інструменту формування майбутніх пенсійних активів громадян значною мірою зумовлює мету визначення її фінансового становища. Вона полягає у з'ясуванні здатності пенсійної системи виконувати фінансові зобов'язання перед учасниками будь-якої форми пенсійного страхування в разі настання страхового випадку. Виходячи з принципів пенсійного страхування ця сфера суспільних відносин поєднує в собі сукупність пенсійних виплат, що мають пряму залежність від показників трудової діяльності (заробітна плата або дохід, тривалість страхового стажу тощо). При цьому, основними характеристиками, що здійснюють вплив на формування соціальних зобов'язань пенсійного фонду є коло отримувачів пенсійних виплат та їх параметри. Таким чином, баланс фінансової спроможності виконувати соціальні зобов'язання обумовлений відповідністю між “бюджетоутворюючими” категоріями учасників пенсійних відносин, а також параметрами страхових внесків та пенсійних виплат. Фінансове підґрунтя спроможності пенсійного страхування закладається в сфері економічної діяльності та залежить від ступеню зайнятості населення і рівню його доходів. В якості негативного фактора тут виступає величина категорії економічно-неактивного населення працездатного віку.

Для аналізу адекватності фінансової спроможності страхового фонду прийнятому страховому соціальному ризику пропонується вважати більш влучним використання показника забезпеченості соціальних виплат страховими внесками, що визначається за наступною формулою:

$$K = t \times V \times L \times \alpha + r \times N / W \times P + \Delta N, \quad (1)$$

де  $t$  - середній тариф страхових внесків;  $V$  - середньорічна заробітна плата;  $\alpha$  - коефіцієнт збору страхових внесків;  $W$  - середньорічний розмір пенсії;  $P$  - загальна чисельність отримувачів пенсій;  $r$  - річна відсоткова ставка;  $N$  - пенсійний резерв;  $\Delta N$  - приріст резерву пенсійного фонду.

Окрім означеного (індексного) методу для оцінки фінансової забезпеченості пенсійної системи звертається увага на можливість використання абсолютних показників у вигляді дефіциту або профіциту, що є доволі розповсюдженим у практиці аналізу досліджуваної площини в діяльності Пенсійного фонду України:

$$D/P = (t \times V \times L \times \alpha + r \times N) - (W \times P + \Delta N) \quad (2)$$

Вважається, що в довгостроковій перспективі доходи повинні покривати видатки незалежно від факту створення (наявності) резервів, або використання схеми, що функціонує на повністю розподільчих принципах. Означене визначення може бути висловлено у базовому рівнянні для опису загальної фінансової рівноваги пенсійної системи:

$$R_{t_0} + \sum P_t \times AIW_t \times r_t = \sum TEX_t \times r_t \quad (3)$$

де  $R_{t_0}$  - резерви системи в році  $t$ ;  $P_t$  - страховий тариф в році  $t$ ;  $AIW_t$  - загальний обсяг заробітної плати, що підлягає обкладанню страховими внесками в році  $t$ , при цьому  $t$  тяжіє від 0 до безкінечності;  $r_t$  - ставка дисконтування  $(1/(1+i)^t)$ ;  $TEX_t$  - загальні видатки в році  $t$ .

Підсумовуючи результати дослідження можна зробити висновок, що концепцією пенсійної системи ще не активізовано весь закладений в ній потенціал, зокрема через недостатній розвиток індикаторів стану пенсійної системи, що потребує удосконалення. З метою вирішення проблемних питань розвитку пенсійної системи в контексті стратегічних векторів національного

розвитку, на нашу думку, необхідно: розробити концептуальну змістовну наповнюваність агрегованого індикатора діагностики фінансового стану пенсійної системи у контексті положень соціальної держави; поєднати в агрегованому індикаторі діагностики фінансового стану пенсійної системи показники економічної та соціальної ефективності її розвитку, а також чинники, основані на підставі особистого визначення людиною якості її життя в матеріальній та нематеріальній площині; визначити концептуальні засади щодо адаптаційного механізму агрегованого індикатора діагностики фінансового стану вітчизняної пенсійної системи. Запровадження перелічених заходів дозволить активізувати процес розвитку трирівневої пенсійної системи, підвищити активність учасників пенсійних відносин, забезпечити підвищення рівню соціальної захищеності населення.

#### *Література*

1. Гордей О.Д. Фінансування соціальних гарантій як чинник зростання соціального добробуту // *Фінанси України*. – 2002. - № 5(78). – С. 44-50.
2. Капица Л.М. *Индикаторы мирового развития* / Л.М. Капица. – 2-е изд. – М.: МГИМО(У) МИД России, 2008. – 352 с.
3. Добровольська Л.М. Соціальні видатки бюджету України // *Фінанси України*. – 2002. - № 2(75). – С. 13 – 18.
4. Капильцова, В.В. *Соціалізація економічної системи суспільства: теоретико-методологічні аспекти [Текст]: монографія* / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, В.В. Капильцова. – Донецьк: [ДонНУЕТ], 2009. – 227 с.
5. Демешок О. О. *Соціальна політика: добір оптимальної для України моделі та економічного механізму реалізації*. Центр перспективних соціальних досліджень. Міністерства соціальної політики України та НАН України. [Електронний ресурс] - Режим доступу <<http://www.nas.gov.ua/ua/sites/Researchinstitution/>>
6. Єлецьких С.Я., Рад Н.С. Фінансове забезпечення функціонування пенсійної системи України в контексті соціально-економічного розвитку суспільства.- *Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: збірник наукових праць*. – Краматорськ: ДДМА, 2016. – № 3 (39). – 256 с., С. 61– 66

## Діагностика фінансового стану підприємства методами комплексного аналізу

Єлецьких С.Я., Шарапанюк А.Ю.

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Економічна криза вимагає від учасників бізнесу ухвалення швидких, але максимально вивірених рішень, заснованих на аналізі поточного стану підприємства і причин, що на нього вплинули. В цій непростій економічній ситуації перед більшістю підприємств гостро постають завдання підвищення ефективності діяльності, мобілізації ресурсів для продовження своєї роботи і майбутнього стійкого розвитку. Повноцінне їх рішення неможливе без аналізу ситуації, що склалася. На рівні підприємства або групи підприємств одним з основних інструментів аналітичного обстеження є фінансовий аналіз.

Зміст і основна цільова спрямованість фінансового аналізу - оцінка фінансового стану і виявлення можливості підвищення ефективності функціонування господарюючого суб'єкта за допомогою раціональної фінансової політики.

Варто відзначити першу групу проблем при проведенні аналізу фінансового стану підприємства на *макрорівні*, яка пов'язана з нестабільністю економіки. У зв'язку з нестабільністю національної валюти, в умовах постійної зміни інформації багато фінансово-економічних показників, розрахованих на певний час, повністю втрачають свою цінність для аналізу, тобто в результаті проведення аналізу не можна стверджувати про його достовірність та актуальність. Ще одним негативним моментом здійснення аналізу показників фінансового стану дослідники визначають нерозвиненість фондового ринку, де б обертались акції акціонерних підприємств, і по яким можна було б судити про положення емітентів, їх фінансовий стан та розвиток. Крім того, нестабільність законодавчої бази (фінансового, податкового права) також ускладнює проведення аналізу фінансового стану підприємства.

Другу групу проблем з питань аналізу фінансового стану підприємств створює наявність різних груп оціночних показників. Так, наприклад, низка

авторів під час формування цільових напрямків аналізу фінансового стану підприємства беруть до уваги наявність різних груп зацікавлених осіб (кредитори, інвестори, власники, менеджери), що зумовлює відмінність в інформації для користувачів.

Встановлено, що найпоширенішими стали показники ліквідності, фінансових результатів (рентабельності), ділової активності та фінансової стійкості порівняно з показниками ринкової активності, майнового стану та руху грошових коштів. Також потрібно зазначити, що деякі автори пропонують повнішу систему оціночних показників для аналізу фінансового стану підприємства, зокрема майнового стану підприємства, грошових потоків, фінансової незалежності; платоспроможності; ділової активності; ефективності використання ресурсів; результативності діяльності; ринкової активності. Інші взагалі вважають, що достатньо визначити лише такі напрямки дослідження, як ділова активність, прибутковість та фінансова стійкість.

Таким чином, потрібно виділити ще третю групу проблем - пошук оптимальних прийомів щодо застосування даних методик, оскільки вони мають як свої переваги, так і недоліки. Можна назвати шість основних прийомів аналізу: горизонтальний аналіз; вертикальний аналіз; трендовий аналіз; порівняльний аналіз; факторний аналіз; метод фінансових коефіцієнтів.

Використання того чи іншого методичного підходу, об'єктивність отриманих даних залежать від ряду зовнішніх і внутрішніх факторів. Серед основних факторів, які чинять вплив на їх застосування варто відзначити національні відмінності у стані економічного розвитку (стійкості економічної системи), стабільності законодавства, можливостях інтерпретації даних, нормативах для порівняння у процесі аналізу, необхідності доповнення неформалізованих методів формалізованими тощо.

Не зважаючи на те, що усі прийоми мають значну кількість недоліків, варто відзначити, що їх можна розділити по групах показників для аналізу фінансового стану підприємства. Так горизонтальний, порівняльний, факторний, метод фінансових коефіцієнтів належать до групи фінансової стійкості. Вертикальний

аналіз характеризує показниками платоспроможності й оцінки майнового стану. Трендовий аналіз зводиться до розрахунку показників ділової активності та ліквідності. Метод фінансових коефіцієнтів базується на розрахунку показників ліквідності й фінансової стійкості.

Таким чином, рекомендовано що до подолання проблем пов'язаних із застосуванням методичних підходів, прийомів фінансового аналізу, так і покращення підприємства потрібно: - нормалізувати, стабілізувати, привести до міжнародних норм фінансове та податкове законодавство; - удосконалювати інформаційно-методичне забезпечення аналізу та уніфікувати методики форм фінансової звітності, що дозволить підвищити її аналітичні можливості та реальність оцінки майна; - проводити декілька разів на рік оцінку найважливіших показників фінансового стану підприємства; - розробляти нові методи оцінки фінансового стану, а також способи покращення фінансового стану, підвищення платоспроможності і ліквідності, зокрема комплексного характеру; - адаптувати закордонні методики аналізу фінансового стану, що на сьогоднішній день виступають основними у процесі його здійснення, до соціально-економічних умов та практики господарювання суб'єктів національного господарства.

#### *Література*

- 1. Картохіна Н.В. Діагностика фінансового стану підприємства як основа для прийняття рішень у системі антикризового управління / Картохіна Н.В. // Формування ринкових відносин в Україні - 2008. - № 9. – С. 19 – 24.*
- 2. Коваленко Л.О. Фінансовий менеджмент. Навчальний посібник / Л.О. Коваленко, Л.М. Ремньова. – Вид-во: Чернігів. – 2007. – 227 с.*
- 3. Ковалевська А.В. Критичний аналіз методів оцінки фінансового стану підприємства / А.В. Ковалевська, С.І. Асеев. // БІЗНЕСІНФОРМ. –2012.–№ 3. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.business-inform.net/\\_inc/kachka\\_pdf.php?year=2012](http://www.business-inform.net/_inc/kachka_pdf.php?year=2012)*
- 4. Коробов М.Я. Фінансово-економічний аналіз підприємств / Коробов М.Я. – К., , 2010. – 378 с.*
- 5. Слецьких С.Я., Свинаренко Т.І. Петрищева К.Г. Методичні підходи щодо оцінювання фінансово-економічної безпеки суб'єктів підприємницької діяльності із врахуванням критерію фінансового ресурсозбереження. Економічний вісник Донбасу. №1. 2019р.*

## Прогнозування обсягів залучених коштів в банківському бізнесі

Борисова С.Є.

Донбаська державна машинобудівна академія

Банківська система є фундаментом фінансово-кредитної системи України, процеси, що відбуваються у ній свідчать про необхідність зміцнення, передусім, її національної складової, адже банки з вітчизняним капіталом поступаються технологіями ведення банківського бізнесу іноземним банкам. Отже, актуальними проблемами банківської установи є: оптимізація процесів, що відбуваються безпосередньо в її діяльності, застосування провідних методів управління банком, прогнозування його майбутніх результатів на підставі методів економіко-математичного моделювання та прогнозування. В усьому світі застосування економіко-математичних методів для розв'язання фінансових проблем набуло широкого поширення, вони є важливим інструментом в управлінні діяльністю банку.

У банківській сфері важливе значення має планування і прогнозування діяльності банку. За допомогою методів економіко-математичного прогнозування можна визначити прогнозу величину залучених коштів. Аналітичне рівняння ряду динаміки за прямою визначається за формулою [1, 2]:

$$y_t = b_0 + b_1 * t, \quad (1)$$

де  $t$  - порядковий номер періодів або моментів часу.

Параметри  $b_0$  і  $b_1$  прямої розраховуються за методом найменших квадратів.

Система нормальних рівнянь у цьому випадку має вигляд:

$$\begin{cases} \sum_1^n y_i = b_0 n + b_1 \sum_1^n t_i, \\ \sum_1^n y_i t_i = b_0 \sum_1^n t_i + b_1 \sum_1^n t_i^2. \end{cases} \quad (2)$$



Пошук параметрів рівняння можна спростити, якщо відлік часу робити так, щоб сума показників часу досліджуваного ряду динаміки дорівнювала  $\left(\sum_{i=1}^n t_i = 0\right)$ .

При непарному числі рівнів ряду динаміки для одержання  $\sum_{i=1}^n t_i = 0$  рівень, що перебуває в середині ряду, приймається за умовний початок відліку часу (цьому періоду або моменту часу надається нульове значення). Дати часу, що стоять вище цього рівня, позначаються натуральними числами зі знаком «мінус» (-1, -2, -3 і т.д.), а нижче - натуральними числами зі знаком «плюс» (+1, +2, +3 і т.д.). Якщо число рівнів динамічного ряду парне, періоди часу верхньої половини (до середини) нумеруються -1, -3, -5 і т.д. При цій умові  $\sum_{i=1}^n t_i$  буде дорівнювати нулю, а система нормальних рівнянь перетвориться таким чином [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n y_i = b_0 n, \\ \sum_{i=1}^n y_i t_i = b_1 \sum_{i=1}^n t_i^2, \end{array} \right.$$

звідки:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = \bar{y},$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}. \quad (3)$$

Для прогнозування величини залучених коштів банківської установи, у першу чергу, необхідно провести аналітичне вирівнювання за прямою ряду динаміки величини коштів. Розрахунок параметрів буде проведений на підставі даних фінансової звітності банку за три роки. Величина залучених коштів за роками склала: перший рік – 56265913 тис. грн., другий рік – 94269726 тис. грн., третій рік – 145586238 тис. грн. При розрахунках для отримання найбільш точних результатів будемо використовувати дані щодо залучених коштів за кварталами. Кожному кварталу (періоду) привласнимо нумерацію: 1 квартал

першого року – 1, 2 квартал першого року – 2 і т.д., відповідно 4 квартал третього року – номер 12. На підставі розрахунку параметрів рівняння прямої [3] було визначено параметри рівняння прямої за формулою (3):  $b_0 = 24676823$ ,  $b_1 = 1914119$ . За розрахованими параметрами можна записати рівняння прямої ряду динаміки, яке характеризує суму залучених коштів:  $\bar{y}_t = 24676823 + 1914119t$ . Використовуючи наведене рівняння, далі проводиться розрахунок теоретичних значень залучених коштів для кожного кварталу.

Правильність розрахунку рівнів ряду динаміки може бути перевірено в такий спосіб: сума значень емпіричного ряду повинна збігатися із сумою обчислених рівнів вирівняного ряду, тобто: 
$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \bar{y}_{t_i}$$

Продовження в майбутнє тенденції, що спостерігалася в минулому, називається екстраполяцією. Екстраполюючи при  $t = 7, 8, 9, 10$  можна знайти знаходимо суми залучених коштів на 1, 2, 3, 4 квартали четвертого, тобто майбутнього року. Результати розрахунків [3] показали, що прогнозована сума залучених коштів на майбутній рік буде більшою, ніж у попередньому році, що є позитивним моментом для банківської установи.

За допомогою методів економіко-математичного прогнозування можна визначити суму залучених коштів, які банк за прогнозом може одержати у наступні періоди. Підводячи підсумок, слід зазначити, що застосування економіко-математичних методів і моделей, моделювання та прогнозування залучених коштів банку достатньо складний процес, але він дозволяє знайти оптимальні варіанти подальшого розвитку й планування банківської діяльності та є перспективним напрямом передбачення тенденцій розвитку не тільки окремого банку, а й банківського сектору в цілому.

#### *Література*

1. Ефимова М. Р. *Общая теория статистики* / М. Р. Ефимова. – Москва, ИНФРА. – М., 1996. – С. 305-310.

2. Стадник Ю. А. *Економіко-математичне моделювання формування основних показників діяльності банківських установ: Дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.03.02* / Ю. А. Стадник. – Л., 2004. – 20 с.

3. Борисова С.Є., Балашова О.В. Економіко-математичне моделювання та прогнозування обсягів кредитних і залучених коштів банківської установи // Економічний вісник Донбасу: науковий журнал. Київ-Старобільськ. – 2017. – №3 (49). – С. 75-83.

### РОЗДІЛ 3.

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

### Інтегровані маркетингові комунікації в онлайн просуванні бізнесу

**Заруба В.Я., Парфентенко І. А.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Використання цифрових інструментів в маркетингових комунікаціях стало очевидною умовою успішного бізнесу [1]. При цьому сучасна концепція холістичного маркетингу встановлює, що призначення маркетингових комунікацій складається в просуванні бізнесу організації, яке включає не тільки просування її товарів і послуг, але і управління її відносинами з усіма стейкхолдерами [2].

В якості ключового терміну для обговорення маркетингових онлайн комунікацій вибрано поняття сайту. З точки зору свого призначення сайти представляють собою різного виду соціальні медіа, які полегшують їх користувачам спілкуватися і обмінюватися між собою мультимедійною інформацією. Сайти розглядаються як канали маркетингових комунікацій, в яких для просування бізнесу застосовуються певні методи. При цьому виникає проблема інтеграції каналів просування в єдину систему маркетингових комунікацій.

Робота присвячена аналізу методів просування бізнесу організацій за допомогою сайтів соціальних медіа та їх систематизації для створення інтегрованих маркетингових комунікацій.

Проведено класифікацію веб сайтів в відповідно до тієї ролі, яку вони можуть виконувати в інтегрованому просуванні бізнесу. Встановлено, що слід

виділяти офіційні сайти організації, яка просуває свій бізнес, і сайти, які використовуються для отримання інформаційних послуг. Багато організацій мають два офіційних сайти: представницький - для презентації свого бізнесу і транзакційний - для електронної торгівлі. Розробниками сайтів інформаційних послуг виступають їхні власники, для яких надання цих послуг становить зміст їх бізнесу. До цих сайтів відносяться соціальні медіа, що підтримують електронну пошту, соціальні мережі, блоги, месенджери тощо. Проведено аналіз основних методів просування в різних соціальних медіа. Він дозволяє встановити необхідні логічні зв'язки між процесами просування по різних каналах комунікацій для їх інтеграції в єдину систему.

#### *Література*

- 1. Цифровий маркетинг – модель маркетингу XXI сторіччя: [монографія]/авт. кол.: М.А. Окландер, Т.О. Окландер, О.І. Яшкіна [та ін.] За ред. д-ра екон. наук, професора М.А. Окландера. - Одеса, «Астропринт», 2017 – 292 с.*
- 2. Маркетинговий менеджмент: Підручник / Ф. Котлер, К.Л. Келлер, А.Ф. Павленко та ін. - К: Видавництво «Хімджест», 2008. - 720 с.*

### **Інтелектуалізація підприємства: сутність та значення**

**Черних О.В.**

*Інститут економіки промисловості Національної академії наук України*

В даний час в найбільш розвинених країнах світу відбувається перехід від індустріального до постіндустріального економічного укладу. Цей процес характеризується зміною ролі людського фактора у виробництві продукції. В сучасних умовах на ринку праці потрібні висококваліфіковані працівники, що володіють високим інтелектом і вміють приймати самостійні, нестандартні та креативні рішення. Саме такі освічені і досвідчені працівники визначають можливості всебічної модернізації суспільства.

У зв'язку з цим сучасний етап розвитку світової економіки в цілому і економіки України, зокрема, характеризується зміною економічної системи в руслі інтелектуалізації.

Розглянемо підходи різних вчених до визначення поняття "інтелектуалізація".

М. Рубінштейн та А. Фірстенберг в якості основного поняття концепції інтелектуального підприємства вводять поняття «дій на грані хаосу» (edge of chaos) [3]. Вони стверджують, що сучасні підприємства, що розвиваються, мають пристосованість до раптових змін. Досліджувані ними підприємства впроваджували нові види продукції і послуг, вступали в стратегічні альянси, перетворювалися в організації, що навчаються, іншими словами, діяли на межі хаосу.

Колектив авторів (Циганов В.В., Бородін В.А та Шишкін Г.Б.) розглядають інтелектуальне підприємство як найбільш ефективну форму оволодіння капіталом. На їхню думку, інтелектуальне підприємство повинно мати певні специфічні якості в вирішальних сферах діяльності, а саме, в інтелектуальному менеджменті, інноваційних механізмах, ділових механізмах, механізмах адаптації підприємства на ринку, а також в інвестиційній привабливості підприємства [4].

На думку Касаткиної В.В. «інтелектуалізація – це процес придбання економікою нових якостей, коли вона починає базуватися на знаннях, а інформація і послуги набувають порівняно більш високу ринкову вартість, ніж та, яку мають товари, що володіють натурально-речовою формою» [5, с. 15].

Киршин І.А. стверджує, що «стратегічною перевагою інтелектуалізації економічної діяльності є вибудовування ідеології гуманізації виробництва, мінімізації його матеріально-сировинної залежності та орієнтація на створення доданої вартості за допомогою інтелектуальних технологій» [6, с.245].

Наджафов Н. Г. пише, що «інтелектуалізація є розумовою діяльністю людини на теоретичному рівні, з'єднаною з втіленням її в виробництво. Інтелектуалізація праці пов'язана з розвитком інженерного мислення, з свідомим використанням і застосуванням працівником в матеріальному виробництві наукових знань та законів» [7, с. 169].

Проаналізувавши погляди вітчизняних та зарубіжних вчених на проблеми інтелектуалізації, можна зробити наступні висновки:

1. Інтелектуалізація підприємства – це спрямованість його діяльності на придбання, створення та використання знань з метою їх перетворення в нові товари та послуги. Це інтелектуальний інструмент розвитку економіки.

2. Інтелектуалізація – це безперервний процес формування та використання інтелектуального капіталу, що включає:

- ринкові активи (торгову марку, переваги покупців, ділове партнерство та ін.);
- інтелектуальні активи (програмне забезпечення, ноу-хау, патенти та ін.);
- людські активи (освіту, рівень кваліфікації, професійні знання та вміння);
- спрямованість управління (управлінські процеси, інформаційні технології, системи зв'язку, корпоративну культуру та ін.)

3. Елементами інтелектуалізації є інтелектуальні економічні ресурси, а саме: наукові знання, інформація, науковий, професійний та культурний потенціал суспільства. Роль інтелектуальних ресурсів постійно зростає. Вони багато в чому впливають на якість продукції, що виробляється, а також визначають структуру та ефективність функціонування економіки.

4. Для забезпечення науково-технічного й соціального прогресу процес інтелектуалізації необхідний. При цьому інтелектуалізація, з одного боку, спрямована на споживання наявних знань для ефективного використання раніше створених технологій. З іншого боку, процес інтелектуалізації пов'язаний зі створенням та освоєнням нових знань для забезпечення лідерства в науково-технічному й соціально-культурному розвитку.

#### *Література*

1. Рубинштейн М., Фирстенберг А. *Интеллектуальная организация*. М.: ИНФРА-М, 2003.

2. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. *Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью (теория и практика управления эволюцией организации)* М.: Университетская книга, 2004.

3. Касаткина В.В. *Интеллектуализация экономики: теоретический анализ*. дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.01. Москва, 2011, 175с.

4. *Кишин І. А. Качество современного экономического роста в условиях интеллектуализации экономики: дис ... доктора экономических наук: 08.00.01. Казань, 2010. 348 с.*

5. *Наджафов Н.Г. Нравственный аспект труда в условиях научно-технической революции: дис... доктора философских наук: 09.00.05, 1983г., 365 с.*

## **Аналіз мобільних додатків для оцінювання безпечності харчових продуктів для споживання**

**Нечволода Л.В., Нагірний С.В., Бондарев Я.Г.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Забезпечення безпечності і якості продукції є ключовою складовою захисту здоров'я споживачів будь якої країни. Факти потрапляння на ринок ЄС та до кінцевих споживачів небезпечних для здоров'я харчових продуктів спонукали Європейський Союз та інші країни світу переглянути свої системи контролю безпечності продуктів харчування та шукати кращих способів захисту споживачів.

Аспекти державного регулювання харчової промисловості в цілому досліджувались у працях таких науковців, як В. Галанець, Н. Кіданова, М. Корецький, О. Лебединська [1].

Останнім часом мають місце випадки, коли інформація про харчовий продукт, вказана на маркуванні, лише частково відображає його якість та безпечність. Бази даних містять інформацію про прості та оброблені, традиційні та інноваційні, сертифіковані та місцеві продукти харчування, а також продукти харчування, що походять з інших країн. Для пересічних українських споживачів такі бази даних залишаються недоступними з політичних, правових, економічних та мовних причин.

На початковому етапі розв'язання задачі оцінювання якості та безпечності продуктів харчування, що представлені на українському ринку, має здійснитися через створення і використання спеціального мобільного додатку. Такий мобільний додаток повинен забезпечувати надання інформації про рівень корисності і безпечності харчових продуктів за їх складом, а також надавати результати моделювання можливого раціону харчування.

В більшості випадків Android додатки сканують штрих-код або склад харчових продуктів і дізнаються про наявність в ньому шкідливих добавок. Якщо продукту немає в базі, розробники пропонують сфотографувати сам продукт і додати продукт самостійно. Продукт буде внесений в базу. Також такі додатки часто використовують нейромережеві технології. Додатки не тільки визначають склад продуктів за допомогою сканування штрих-коду, але і допомагають налагодити систему правильного харчування і збалансувати вагу. Є можливість відстежувати калорії, білки, жири, вуглеводи [2].

Сьогодні розроблено декілька сотень мобільних додатків для оцінювання безпечності та якості харчових продуктів: Food Scanner, Ingredient Scanner & Safety, iEatBetter: Food Diary, тощо.

Мобільний додаток «Food Scanner» [3] призначений для перевірки наявності алергенів, е-добавок, консервантів та харчових домішок у продуктах харчування шляхом зчитування штрих-коду товару, сканування складу продукції або пошуку інформації про продукт за його назвою.

Мобільний додаток «Ingredient Scanner & Safety» [4] надає можливість перевірити наявність небезпечних, токсичних чи шкідливих речовин у продуктах харчування, косметичних засобах, засобах для чищення та предметах домашнього споживання.

Мобільний додаток «iEatBetter: Food Diary» [5] орієнтований на користувачів, які прагнуть контролювати масу свого тіла. Функції цього мобільного додатку зосереджені на наданні щодобових рекомендацій щодо споживання їжі з урахуванням бажаної та дійсної маси тіла користувача; формуванні щоденних або щотижневих звітів про харчування та надсиланні їх електронною поштою; наданні перевіреної інформації про понад 40000 найменувань продуктів харчування; детальному аналізу складу продуктів харчування на вміст жирів, клітковини, протеїнів, цукру, вітамінів тощо; веденні журналу фізичного навантажень користувача та наданні щоденного переліку рекомендованих спортивних вправ для збалансування кількості одержаної та використаної енергії.



Виконаний аналіз сучасних мобільних додатків для оцінювання якості та безпечності продуктів харчування дозволяє зробити наступні висновки. В основу функціонування таких мобільних додатків покладено інформування користувача про наявність консервантів, е-добавок та домішок. Попри існування корисного ефекту від використання таких мобільних додатків, який полягає у розрахунку кількості необхідних та спожитих калорій, такі системи мають і певні недоліки, зокрема, інформаційну надлишковість та недостатність, відсутність інтегральної оцінки безпечності харчових продуктів, необґрунтованість методів формування інтегральної оцінки тощо.

#### *Література*

4. Кравченко Т.А. Роль державного управління в забезпеченні якості харчових продуктів // Вісник НАДУ. – 2011. – № 2.
5. Е-сканер: 5 додатків для визначення складу продуктів харчування і не тільки [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://zsa.delo.ua/know/e-skanner-chno-prjachetsja-za-krasivoj-upakovkoj-348435/>
6. Food Scanner – free barcode scanner for nutrition. Available at // URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=food>
7. Ingredient Scanner & Safety. Available at // URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.onesource>
8. iEatBetter: Food Diary. Available at // URL: <https://ieatbetter.com/home.html#about>

### **Про фізичні та економічні моделі Миколи Руденка**

**Максимюк В.А.**

*Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ,  
Наукове товариство ім. Сергія Подолинського*

Минулого року громадськість урочисто вшанувала пам'ять мислителя, письменника, правозахисника, Миколи Руденка (1920-2004), родом з Луганської області, який запропонував ряд нових світоглядних ідей, парадигм, принципів, моделей [1, 2].

Поет, письменник, правозахисник, економіст, філософ, на перший погляд на загальн гуманітарій, М. Руденко оригінально вивів формулу, яка продовжує дивувати фізиків і викликати суперечки. Виведення формули, її трактування, пошук аргументів в енциклопедіях, дискусії з уявними й реальними опонентами

займають левову частину книги «Гносис і сучасність» [1]. Нижче суто математичний виклад виведення цієї формули.

Для двох тіл, які взаємодіють за законом всесвітнього тяжіння

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (1)$$

М. Руденко вводить ним названі радіуси Монад

$$r_1 = \frac{G m_1}{c^2}; \quad r_2 = \frac{G m_2}{c^2}. \quad (2)$$

Підстановка мас з (2) в (1) дає:

$$F = \frac{c^4}{G} \frac{r_1 r_2}{r^2} = F_0 \frac{r_1 r_2}{r^2}, \quad (3)$$

де константу  $F_0 = \frac{c^4}{G} \approx 1.21 \cdot 10^{44}$  Н науковець поетично назвав Силою Моносу.

Очевидно, формула (3) є оригінальною. Щодо константи  $F_0$ , то вона фактично є планківською силою  $F_p = \frac{m_p c}{t_p} = \frac{c^4}{G} = F_0$ , яка виражається через швидкість світла  $c$  та планківські масу  $m_p$  і час  $t_p$  [3].

Надаючи (3) геометричного сенсу М. Руденко пропонує модель тяжіння на основі пружних властивостей простору. *«Задля наочності візьмемо товстий шмат еластичної гуми і почнемо його щедро нашпиговувати пластиковими кульками різних розмірів»* [1].

Одне з перших механічних пояснень [4] тяжіння надав Ньютон. Це була гідростатична модель, до якої він сам відносився скептично. Гук започаткував пульсаційну гіпотезу. Популярною й досі залишається гіпотеза Лесажа, за якою тяжіння викликають удари частинок світового ефіру. М.О. Умов в раритетній праці [5] за словами його послідовників та біографів намагався пояснити гравітаційні та інші взаємодії тиском і натягом світового ефіру. Він показав, що за певних умов взаємодія між зануреними в пружне середовище тілами може виражатися у формі (1). Проте таким і подібним гіпотезам був притаманний недолік щодо труднощів пояснення незалежності сили тяжіння від геометричних розмірів тіла за однакової маси.

На перший погляд модель М. Руденка лежить десь серед наведених і нічим особливим не вирізняється. В дійсності ж його модель має перевагу, бо в ній сила залежить від радіуса Монади, який є пропорційним масі (2).

А ось його ідеї світобудови належить ще досягнути. Серед них можна вбачати: обмежений ієрархічний принцип – *«ця стала [швидкість світла] не дозволяє нагромаджувати вищі ієрархічні шаблі на Метагалактиці»* [1]; дискретну будову простору – *«простір не є континуум – він усюди подірваний більшими й меншими монадами»* [1] та інші.

Як економіст, М. Руденко запропонував парадигму фізичної економії [2], яка об'єднує енергетичну теорію вартості з фізіократичним принципом, що *«дар Природи. Він загальний для всього людства»* [2]. Джерелом абсолютної додаткової вартості він вважав сонячну енергію, а відносної – працю людини, а мірилом вартості – зерно, *«ми носимо у гаманцях мішки із зерном»* [2], тобто теж енергетичну величину. Тому його можна вважати прихильником цілісної енергетичної теорії вартості. Його економічне вчення є рятівним для людства. Щодо подальшого розвитку промисловості М. Руденко застерігав таке.

*«Отже: енергія прогресу є фізичний аналог абсолютної додаткової вартості. Якщо відсутнє її виробництво - держава зі всією неминучістю посувається до своєї загибелі. І тим швидше, чим інтенсивніше розвивається промисловість. Це згубне прискорення пояснюється тим, що за законом збереження і перетворення енергії родючість землі (абсолютна суспільна енергія) переливається в енергію промислових підприємств (відносна суспільна енергія)»* [2].

З огляду на викладене можна вважати актуальними дві групи практичних проблем [6]. До першої відносяться проблеми економічних стосунків країн, одна з яких сповідує фізичну економію, а інша – політичну економію. Це: ідентифікація типу панівної економії в країні; оцінка енергоємності та працеемності світових валют. До другої групи відносяться проблеми економічних стосунків між країнами з різними природними умовами. Це проблеми: виключного права нації на локальні природні умови та місцеві

поновлювані джерела енергії; рівноправ'я націй щодо глобальних природних умов; оцінки вкладу країн в засвоєнні та розсіюванні сонячної енергії.

З ростом населення в умовах обмежених невідтворюваних ресурсів світ має і рухається від трудової теорії вартості до енергетичної. За кордоном цей рух, який бере витoki від праць С. Подолинського [7], має назву – екологічна економіка [8].

#### *Література*

1. Руденко М. Гносис і сучасність.– Тернопіль: Джура, 2001. – 248 с.
2. Руденко М. Енергія прогресу. Нариси з фізичної економії. Видання друге, доповнене. – Тернопіль: Джура, 2005. -412 с.
3. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики // УФН.–1991.–161, №9.–С. 177–194.
4. Богородский А. Ф. Всемирное тяготение. – Киев.: Наукова думка, 1971. – 352 с.
5. Умов Н.А. О фиктивных взаимодействиях между телами, погружёнными в среду постоянной упругости // Математический сборник.- т. IX. - 1878. – 36 с.
6. Максимюк В.А. Природа фізичної економії як науки // Фізична економія у вимірах теорії і практики господарювання: колективна монографія / За ред. Ю.О. Лупенка, В.М. Жука, В.О. Шевчука та О.В. Ходаківської. –К.: ННЦ “Інститут аграрної економіки”, 2013. – 502с. –С. 27–50.
7. Подолинський С.А. Вибрані твори / Упоряд.: Л.Я.Корнійчук. – К.:КНЕУ, 2000.– 328с.
8. Rørpe I. The early history of modern ecological economics // Ecological Economics. – 2004. – 50. – P. 293– 314.

### **Стимулювання інновацій в умовах глобальної цифровізації**

**Мазур Ю.О.**

*Інститут економіки промисловості НАН України*

Для стимулювання інновацій в умовах глобальної цифровізації можуть використовуватися різні види підтримки.

Державна підтримка інновацій може розглядатися, з одного боку, як фінансова через використання відповідних регуляторів: бюджетні (наприклад, субсидування промислових інновацій, надання грантів на дослідження з підтримки промислових інновацій), податкові (пільги, знижки, звільнення тощо), закупівлі (наприклад, державні контракти, державні закупівлі, державні замовлення). Вона може допомогти у перетворенні місцевих інновацій у комерційну продукцію, що сприятиме збільшенню темпів економічного

зростання в країні [1-3]. З іншого боку, підтримка інновацій з боку державу може мати нефінансовий характер, а саме реалізуватися через реформування нормативно-правової бази щодо розвитку, наприклад, трудових ресурсів. Це пов'язано з тим, що глобальна цифровізація призводить до все більшого використання робототехніки та автоматизації процесів виробництва продукції та надання послуг, тому поступово відбувається заміна людської праці роботами на підприємствах різних галузей економіки, що спричиняє втрати робочих місць як у постачальника, так і у споживача. Тому держава має реформувати законодавство про працю та зайнятість населення з позицій захисту втрати робочих місць, а також для підтримки безробітних в країні [3]. Таким чином, законодавство та державна політика щодо людського капіталу мають сприяти розвитку та впровадженню новітніх інноваційних технологій в країні, одночасно вирішуючи проблему забезпечення робочих місць та зниження рівня безробіття.

Науково-дослідні інститути та університети можуть бути корисними у стимулюванні інновацій з позицій розвитку інфраструктури. Співпраця між науково-дослідними інститутами та університетами з різними галузями економіки сприятиме розвитку навичок, навчанню, передачі знань з метою підвищення кваліфікації та зростання якості людського капіталу. Такі ініціативи можуть реалізуватися у заходах для здійснення спільних проектів досліджень та розробок. Передача створеної науково-дослідними установами інтелектуальної власності (наприклад, патентів) галузям промисловості дає змогу впроваджувати новітні технології, а використання нових знань у виробничу практику підвищують обізнаність з боку постачальників інноваційної продукції, що зменшує ризики та шанси на збій у сфері виробництва [3].

З боку підприємств підтримка розвитку інноваційних технологій в умовах цифровізації процесу виробництва має ґрунтуватися на таких принципах:

- покращена ІТ-безпека. Вона необхідна, оскільки промислові підприємства постійно взаємодіють зі смарт-об'єктами, для чого потрібно провести первинну оцінку потенційних небезпек та пріоритетних ризиків та

використовуватися рекомендації щодо забезпечення технологій кібербезпеки та захисту інформації для поліпшення безпеки системи контролю [4, с. 77];

- прозора інформація та належний зв'язок між замовниками та постачальниками продукції;

- єдиний набір загальних стандартів. Для промислових підприємств важливо зосередитись на розробці єдиного набору загальних стандартів та довідкової інформації для надання технічного опису таких стандартів. В умовах глобальної цифровізації внутрішні стандарти сприятимуть якісному використанню новітніх технологій;

- орієнтація на людський капітал. Інвестиції частини доходу підприємства у навчання та безперервну освіту робітників сприяє вдосконаленню набору навичок працівників відповідно до вимог сучасної цифровізації та розвитку компетентності для спеціалізованих робіт;

- оновлення організаційної структури та внутрішньої політики підприємства. Інвестування в інноваційні технології є важливим кроком у напрямку задоволення вимог глобальної цифровізації. Періодичний огляд управління допомагає усунути недоліки в процесі виробництва. Такі управлінські ініціативи, як зосередження уваги на автоматизації виробничих процесів, системах якості та клієнтах, на розвитку лідерів з новими навичками, необхідними у цифровому світі, призводять до кращого прийняття новітніх технологій та сприяють стабільності в сфері виробництва продукції промисловості.

Такі принципи є важливими для успішного впровадження інноваційних технологій. Коли суб'єкт господарювання працює в динамічному конкурентному середовищі, це показує, що неможливо передбачити переваги споживачів щодо товарів і послуг. Конкуренція в умовах глобальної цифровізації вимагає кардинальних інновацій шляхом впровадження новітніх продуктів і послуг, спрямованих на виявлення та розширення нових сфер економічної діяльності, а запропоновані принципи поряд з іншими джерелами підтримки господарської діяльності покликані сприяти інноваційній активності

промислових підприємств. Взаємна підтримка з боку держави, науково-дослідних установ, а також підприємств має посилюючий ефект для розвитку інноваційної діяльності.

#### *Література*

1. Siemieniuch, C.E., & Sinclair, M.A. (2015). Global drivers, sustainable manufacturing and systems ergonomics. *Applied Ergonomics*. 51. 104-119. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.04.018>.
2. Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E.D.F.R., & Ramos, L.F.P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*. 55. 12. 3609-3629. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>.
3. Sung, T.K. (2018). Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. 132. July. 40-45. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>.
4. Benias, N., Markopoulos, A.P. A review on the readiness level and cyber-security challenges in Industry 4.0. *2017 South Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)*. Kastoria. P. 76-80. doi: <https://doi.org/10.23919/SEEDA-CECNSM.2017.8088234>.

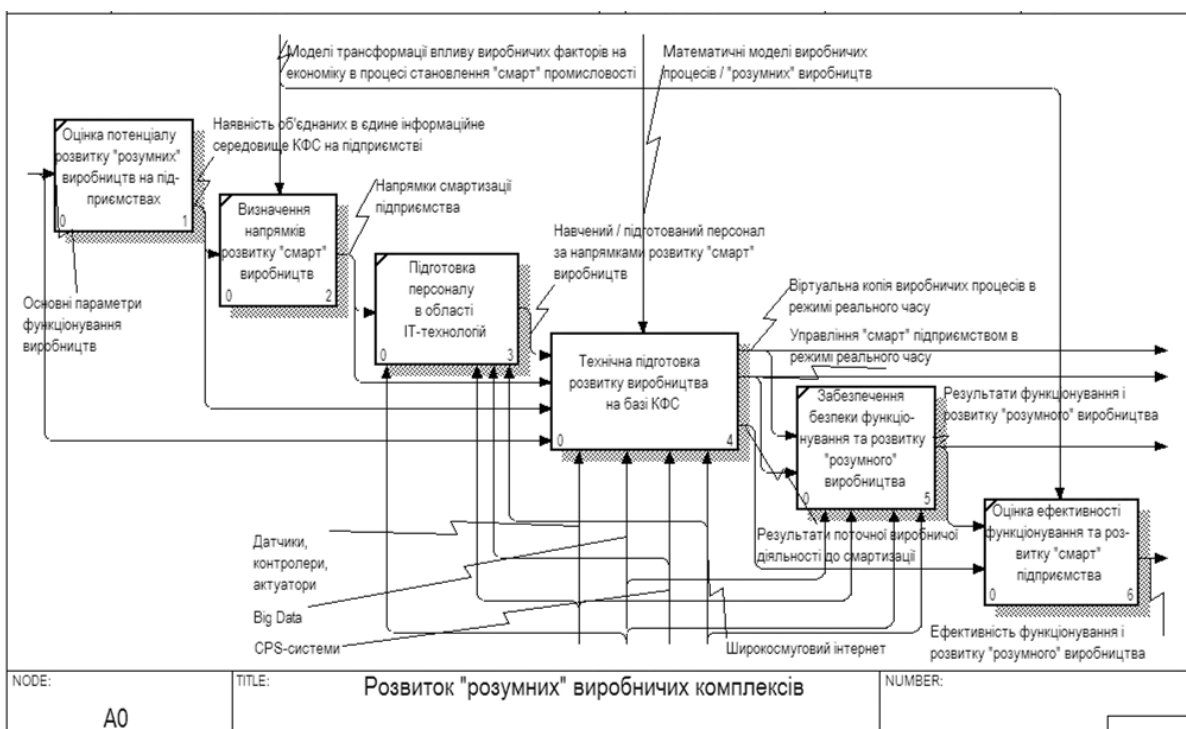
### **Формалізація процесів забезпечення розвитку смарт-виробництва в умовах Четвертої промислової революції: стандарт IDEF0 (SADT)**

**Турлакова С.С.**

*Інститут економіки промисловості НАН України*

Ускладнення технологій виробництва в умовах Четвертої промислової революції (Industry 4.0.) і повсюдне впровадження кіберфізичних систем (КФС, CPS) у виробничі процеси вимагає переходу до використання відповідного інформаційного, програмного, технічного інструментарію. Створення єдиного інформаційного простору промислових комплексів є досить складним завданням, вирішення якого необхідно здійснювати відповідно до сучасних методів, засобів і стандартів управління. Для успішного впровадження Industry 4.0 на промислових підприємствах керівництву і персоналу підприємства необхідно мати чітке уявлення про загальну послідовність дій, про необхідність виконання конкретних функцій, про необхідні ресурси, інформаційні потоки, інструкції, нормативну інформацію, комплекс моделей і підходів, які застосовуються у досягненні непростой мети розвитку смарт-виробництва.

Структурний підхід дозволяє найбільш повно розглянути інформаційно-комунікаційні зв'язки модельованих систем, що дозволяє використовувати відповідні методології для опису розвитку «розумних» виробництв. Розглянемо інформаційну IDEF0-модель розвитку «розумних» виробничих комплексів (рис. 1). Методологія функціонального моделювання IDEF0 (SADT) розглядає систему, яка перетворює входи на виходи, перебуваючи під управлінням і використовуючи механізми. Так, на вхід системи розвитку «розумних» виробничих комплексів надходять основні параметри функціонування виробництв. Виходами і результатами виконання функції оцінки потенціалу розвитку «розумних» виробництв є інформація про наявність об'єднаних в єдине інформаційне середовище КФС на підприємстві. На підставі зазначеної вхідної інформації визначаються напрямки розвитку смарт-виробництв. Керуючою інформацією виступають моделі трансформації впливу виробничих факторів на економіку в процесі становлення смарт-промисловості [1, 12]. Далі проводиться відповідна підготовка персоналу в галузі IT-технологій за виявленими напрямками. Механізмами, за допомогою яких проводиться навчання персоналу, виступають датчики, контролери, актуатори, широкосмуговий інтернет, бази даних підприємства Big Data та CPS-системи.





*Рисунок 1 – Інформаційна модель розвитку «розумних» виробництв*

Далі персонал готовий до технічного переозброєння виробництва, яке реалізується на наступному етапі розвитку у відповідному блоці «Технічна підготовка розвитку виробництва на базі КФС». Функція виконується за допомогою математичних моделей виробничих процесів / «розумних» виробництв [1–3] та з використанням датчиків, контролерів, актуаторів, широкосмугового інтернету, Big Data і CPS-систем (існуючих на підприємстві та нових). Результатами технічної підготовки розвитку виробничих комплексів на базі КФС є можливість створення віртуальної копії виробничих процесів і управління «смарт» підприємством в режимі реального часу. Відповідна цим виходам інформація є входами в блок «Забезпечення безпеки функціонування та розвитку «розумного» виробництва» і основою для виконання зазначеної функції на підприємстві з використанням датчиків, контролерів, актуаторів, CPS-систем, широкосмугового інтернету та Big Data, а також результатами, які подаються на вихід діаграми. У свою чергу результати виконання функції забезпечення безпеки функціонування та розвитку «розумного» виробництва, які представлено на рис. 1 відповідною стрілкою подаються у вигляді результуючої інформації на вихід діаграми та у вигляді вхідної інформації на блок «Оцінка ефективності функціонування та розвитку «смарт» підприємства» для виконання названої функції. Ще одним входом зазначеного блоку є вихід блоку «Технічна підготовка розвитку виробництва на базі КФС», який описує результати поточної виробничої діяльності до смартизації та який позначено однойменною стрілкою на діаграмі. Оцінка ефективності функціонування та розвитку смарт-підприємства проводиться на підставі моделей трансформації впливу виробничих факторів на економіку в процесі становлення смарт-промисловості [1, 2] та у вигляді однойменної стрілки на рис. 1 подається на вихід відповідного блоку діаграми відповідної інформаційної моделі (рис.1).

Таким чином, розроблена інформаційна модель розвитку «розумних» виробничих комплексів дозволяє отримати цілісну картину відповідних процесів на виробництвах, основні системні поняття якої формують базу майбутньої

інформаційної системи розвитку «сма́рт» виробництв. Тож, головне призначення моделі полягає в забезпеченні інформаційної підтримки розвитку «розумних» виробничих комплексів. Представлений підхід створює умови для практичного впровадження заходів розвитку «розумних» виробництв в рамках діючої організаційної структури підприємства. Розроблена інформаційна модель є основою для подальшої автоматизації процесів розвитку «розумних» виробничих комплексів.

#### *Література*

1. Вишневецький В. П., Вієцька О. В., Гаркушенко О. М., Князєв С. І., Лях О. В., Чекіна В. Д., Череватський Д. Ю. *Сма́ртпромисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку: монографія: В. П. Вишневецький (заг. ред.). Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2018. 192 с.*
2. Дасив А.Ф., Мадых А.А., Охтень А.А., Турлакова С.С. *Экономико-математические модели и информационно-коммуникационные технологии развития сма́рт-промышленности: монография (электронное издание). НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. Киев, 2019. 188 с.*
3. Тарасов А.Ф., Турлакова С.С. *Математическое моделирование передовых машиностроительных технологий для сма́рт-предприятий: обзор подходов и пути внедрения. Економіка промисловості. 2018. 3(83). С. 57-75.*

### **Інтегровані маркетингові комунікації в онлайн просуванні бізнесу**

**Заруба В.Я., Парфентенко І. А.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Використання цифрових інструментів в маркетингових комунікаціях стало очевидною умовою успішного бізнесу [1]. При цьому сучасна концепція холістичного маркетингу встановлює, що призначення маркетингових комунікацій складається в просуванні бізнесу організації, яке включає не тільки просування її товарів і послуг, але і управління її відносинами з усіма стейкхолдерами [2].

В якості ключового терміну для обговорення маркетингових онлайн комунікацій вибрано поняття сайту. З точки зору свого призначення сайти представляють собою різного виду соціальні медіа, які полегшують їх користувачам спілкуватися і обмінюватися між собою мультимедійною інформацією. Сайти розглядаються як канали маркетингових комунікацій, в яких для просування бізнесу застосовуються певні методи. При цьому виникає

проблема інтеграції каналів просування в єдину систему маркетингових комунікацій.

Робота присвячена аналізу методів просування бізнесу організацій за допомогою сайтів соціальних медіа та їх систематизації для створення інтегрованих маркетингових комунікацій.

Проведено класифікацію веб сайтів в відповідно до тієї ролі, яку вони можуть виконувати в інтегрованому просуванні бізнесу. Встановлено, що слід виділяти офіційні сайти організації, яка просуває свій бізнес, і сайти, які використовуються для отримання інформаційних послуг. Багато організацій мають два офіційних сайти: представницький -для презентації свого бізнесу і транзакційний - для електронної торгівлі. Розробниками сайтів інформаційних послуг виступають їхні власники, для яких надання цих послуг становить зміст їх бізнесу. До цих сайтів відносяться соціальні медіа, що підтримують електронну пошту, соціальні мережі, блоги, месенджери тощо. Проведено аналіз основних методів просування в різних соціальних медіа. Він дозволяє встановити необхідні логічні зв'язки між процесами просування по різних каналах комунікацій для їх інтеграції в єдину систему.

#### *Література*

- 1. Цифровий маркетинг – модель маркетингу XXI сторіччя: [монографія]/авт. кол.: М.А. Окландер, Т.О. Окландер, О.І. Яшкіна [та ін.] За ред. д-ра екон. наук, професора М.А. Окландера. - Одеса, «Астропринт», 2017 – 292 с.*
- 2. Маркетинговий менеджмент: Підручник / Ф. Котлер, К.Л. Келлер, А.Ф. Павленко та ін. - К: Видавництво «Хімджест», 2008. - 720 с.*

**РОЗДІЛ 4.**  
**НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ**  
**ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ**

**Extract annotations from CVAT XML file into mask files in Python**

**Sheremet O.<sup>1</sup>, Sadovoi O.<sup>2</sup>, Sokhina Y.<sup>3</sup>, Sheremet K.<sup>1</sup>**

*1 – Donbass State Engineering Academy*

*2 – Dnipro University of Technology*

*3 – Dniprovsk State Technical University*

It is known that Computer Vision is a scientific direction in the field of artificial intelligence, in particular, robotics, and related technologies for obtaining images of real-world objects, processing them and using the obtained data to solve various kinds of applied problems without the participation of humans. In any case, to train neural networks that process images, the initial data must first be marked up at first [1]. Markup or preprocessing is a rather lengthy process and may take longer than the actual neural network training process.

The Computer Vision Annotation Tool (CVAT) is a well-known image annotation tool. The results of the data labelers work can be imported in XML file [2]. This XML file contains all the necessary information about the markup. However, for image segmentation task it is necessary to have masks in the form of image files (JPEG, GIF, PNG, etc.). In other words, having the markup coordinates in the CVAT XML file, you need to draw the corresponding masks [3].

**Purpose:** developing a software pipeline for converting CVAT XML into a vector image.

**Tasks:**

- propose a software approach to markup bitmap images of roofs obtained using Google Earth;
- suggest an approach for vectorizing markup results.

If the data labelers worked with images in a higher resolution than it is supposed to be used for training, then the task will become more complicated. It is necessary to

take into account the influence of the image compression factor on the numerical values of the cue points presented in the XML file [4].

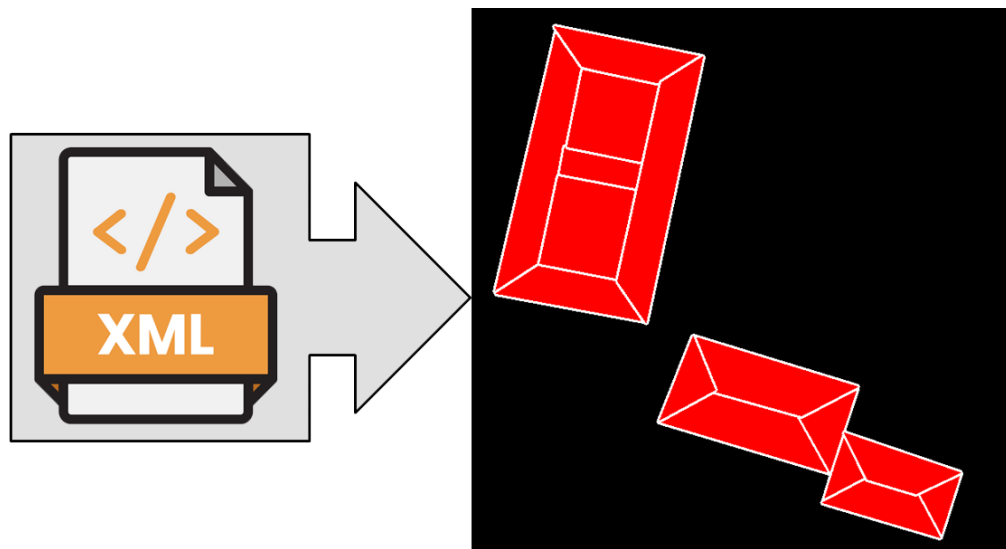


Figure 1 – XML to vector image converting

All code for extracting annotations is implemented as a script in Python. The lxml library is used for parsing XML. It is a fast and flexible solution for handling XML and HTML markup. The lxml package has XPath and XSLT support, including an API for SAX and an API for compatibility with C modules. The tqdm package is used as a progress bar to illustrate the processing of a large number of files [5].

The arguments for the script in question are the following data: directory with input images, input file with CVAT annotation in XML format, directory for output masks and scale factor for images [6].

For understanding how the extracting function works, let's take a closer look at the section of the CVAT XML file: `<polygon label="roofs" occluded="0" points="2388.11,2069.80;2313.80,2089.10;2297.46,2080.21;2285.57,2043.80;2339.07,2031.17;2336.10,2018.54;2428.23,2060.89"></polygon>`.

At first, it is necessary to find in the XML file the area corresponding to the currently processed image. The easiest way to do this is by the file name. Next, the corresponding tags should be found (for example, 'polygon' or 'box') and extract the necessary data from them (in Figure 1, roofs are marked on the basis of polygons).

After that, mask files should be created. Let's draw the sides of the mask polygons in white, and the inner content in red (Figure 2).

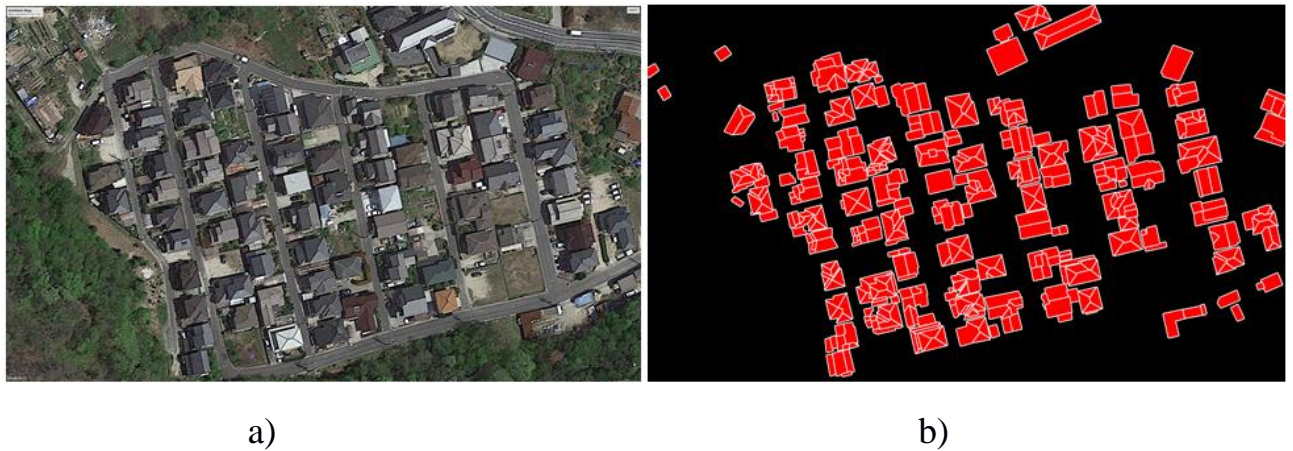


Figure 2 – An example of annotations extracting:  
a) original bitmap; b) resultant vector image

The considered approach allows obtaining more complex mask files from the data contained in the CVAT XML. You can extract separate polygons or highlight polygons with different colors depending on the number of vertices. In addition, after a little revision, the considered software pipeline will allow cutting polygonal sections from the original images in accordance with the marking contour.

#### References

1. Y. Qin, Y. Wu, B. Li, S. Gao, M. Liu, Y. Zhan. *Semantic Segmentation of Building Roof in Dense Urban Environment with Deep Convolutional Neural Network: A Case Study Using GF2 VHR Imagery in China*. *Sensors* 2019, 19:1164, 2019.
2. G. Chhor, C. B. Aramburu. *Satellite Image Segmentation for Building Detection using U-net*. <http://cs229.stanford.edu/proj2017/final-reports/5243715.pdf>, 2017.
3. A. S. Kornilov, I. V. Safonov. *An Overview of Watershed Algorithm Implementations in Open Source Libraries*. *Journal of Imaging*, 4:123, 2018.
4. Y. El Merabet, C. Meurie, Y. Ruichek, A. Sbihi, R. Touahni. *Building roof segmentation from aerial images using a line and region-based watershed segmentation technique*. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 15(2):3172–3203, 2015. doi: 10.3390/s150203172.
5. Z. Li, J.D. Wegner and A. Lucchi. *Topological Map Extraction From Overhead Images*. *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 1715-1724, 2018.
6. K. He, X. Zhang, S. Ren and J. Sun *Deep Residual Learning for Image Recognition*. *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770–778, 2016.

## Цифровізація і четверта промислова революція

**Подлесний С.В., Холодняк Ю.С., Капорович С.В.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Четверта промислова революція - це новий світовий тренд.

Перша промислова революція ознаменувалася такою подією як паровий двигун, появою залізниць, залізничного транспорту, пароплавів і ін. В цей же період часу з'явилася так звана індивідуальна наукова діяльність.

Друга промислова революція ознаменувався насамперед тим що вже в кінці дев'ятнадцятого століття з'явилися електродвигуни, двигун внутрішнього згоряння і навіть електромобілі. А також вона характеризувалося тим, що перш за все з'явилися електромережі і мережі зв'язку. Але з точки зору інформаційних технологій цікаво відзначити, що в цей період з'являються такі поняття як android робот і три знаменитих закони робототехніки.

Третя промислова революція - це той період часу, в якому багато хто з наших сучасників вже жили якийсь період свого життя. Цей період ознаменувався тим, що з'явився атомний реактор. Важливий момент ще полягає в тому, що в той період часу був створений мікропроцесор, перші персональні комп'ютери і найголовніше - суперкомп'ютери. Цей період часу був цікавий тим, що з'явилося таке поняття, як кіборг. З'явився 4-й закон робототехніки, тобто фактично сьогодні законів робототехніки не 3, а насправді їх 4. На початку 80-х і 90-х років минулого століття вже були такі технології і терміни, як електронна готівка і криптовалюта .

Але час ішов і на зміну першій, другій і третій промисловим революціям прийшла четверта промислова революція, яка фактично об'єднала весь той досвід, всі ті знання і всі ті технології, які були накопичені за попередні періоди. Важливо відзначити один такий момент, що насправді все, що раніше люди планували зробити з точки зору інформаційних технологій можна вже реалізувати зараз і якщо раніше люди зверталися спочатку до промисловців, потім - до інженерів, потім - до вчених, то зараз молоде покоління черпає свої

знання у фантастів наукової фантастики і футурологів. Слід зазначити, що, напевно, найперспективнішим трендом четвертої промислової революції на сьогоднішній день є тренд цифрової економіки. І коли ми говоримо про цифрову економіку ми повинні розуміти, що насправді цей напрямок об'єднує практично всі технології четвертої промислової революції. Щоб розуміти масштаб цифровізації досить звернути увагу на наступне. Практично все населення нашої планети користується мережею інтернет. Понад 50 мільярдів пристроїв підключені до цієї мережі. Це називається інтернет речей. 99 відсотків всієї інформації в світі оцифровано. Прикладом роботи цифрової економіки є реалізація стратегії цифрового сільського господарства, де об'єднані мільйони виробників сільськогосподарської і агропродукції з мільйонами замовників і споживачів цієї продукції, використовуючи нові по суті цифрові платформи.

Потрібно також розуміти, що четверта промислова революція є поштовхом до формування нових соціальних, економічних та інших екосистем. Ми живемо в такий цікавий період часу, коли власне четверта промислова революція повністю змінює уявлення про майбутній світ. По суті вона повністю змінить систему цінностей. Якщо раніше люди збирали якісь матеріальні цінності, то зараз акценти зміщуються в бік так званої цифри.

Четверта промислова революція відкриває перед людством величезні перспективи. З одного боку, вона робить людей більш вільними з точки зору творчості і ставлення до життя, з іншого боку вона підвищує рівень контролю над власним життям. У найближчі десятиліття людина функції за власною життєдіяльністю (то як ми живемо і що робимо) покладе на роботів і на роботизовані системи, а в перспективі складе їх повністю на штучний інтелект. Однак, ми повинні розуміти, що насправді моделі нашого існування в період четвертої промислової революції на сьогоднішній день ще не існує і це відбувається тому що фактично четверта промислова революція знаходиться на самому своєму початковому етапі, так би мовити - в зародковому стані. І навіть не дивлячись на це технологій в ній безліч. Зараз важливо те, як ці технології будуть використовуватися?



Цифрові технології знайшли застосування в усіх сегментах економіки і соціальних сферах. Наприклад, співробітники компаній в самих різних галузях активно працюють з гаджетами, оперативно фіксуючи проблеми і несправності обладнання, за рахунок чого швидко і точно проводиться перепланування ресурсів підприємства. При цьому потрібно розуміти, чим цифровізація відрізняється від автоматизації. Багато хто вважає, що якщо в офісі стоять комп'ютери і підключений інтернет, то компанія може називатися цифровою. Однак комп'ютери та інтернет лише інструменти, а цифровізація це системний підхід до використання цифрових ресурсів для підвищення продуктивності праці, конкурентоспроможності та економічного розвитку в цілому. Лідери в різних галузях впроваджують у себе практично весь джентльменський набір технологій штучного інтелекту, інтернету речей, а також експериментують з блокчейном. Тому вони і лідери, тому що йдуть в ногу з часом. Багато аналітиків вважають, що компанії, які не зможуть прийняти виклик цифровізації, вимруть як динозаври.

В даний час існують різні підходи при розгляді ролі людини в епоху цифровізації. Деякі експерти говорять про те, що в майбутньому може виникнути масове безробіття, інші ж, навпаки, вважають, що станеться лише автоматизація рутинних завдань, прогнозують переміщення робочої сили на нові робочі місця з цифровими завданнями і більш високою кваліфікацією. Однак усі сходяться в тому, що багато професій будуть зникати, на ринку праці опиняться як переможці, так і переможені. Перехід до Індустрії 4.0, цифровізація процесів виробництва товарів і надання послуг в даний час викликають побоювання з приводу появи швидкого і масового технологічного безробіття в промислово розвинених країнах. Під технологічним безробіттям розуміють безробіття, пов'язане з автоматизацією і цифровізацією виробництва, в результаті якої частина трудових ресурсів стає не затребуваною на ринку праці або потребує більш високого рівня кваліфікації. Заміна людської праці новими технологіями робототехніки і цифровізація всіх процесів, промисловий інтернет речей, 3D-друк, великі дані та інші технології можуть витіснити людину з всього

виробничого ланцюжка, роль людини у виробництві товарів та наданні послуг зведеться до нуля або до мінімуму. Однак, замінюватися машинами будуть низькокваліфіковані робочі місця. Професії ж, засновані на мобілізації когнітивних ресурсів людини, що не рутинні, творчі, де важливий емоційний інтелект, навряд чи будуть виконуватися за допомогою тільки лише машин. Такі професії, вимагають негласних знань, інноваційних ідей, здібностей управляти в невизначених умовах.

Процес цифровізації та інформатизації зачіпає більшість сфер життя людини. Це обумовлює високу необхідність в розробці заходів щодо забезпечення цифрової безпеки. Безпека в цифровому середовищі - це заходи, спрямовані на захист конфіденційних даних і конфіденційності в цілому, доступності та цілісності інформації від хакерських атак і несанкціонованих втручань. В даний час організації мають розвинену ІТ-інфраструктуру і продовжують її розвивати. Таким чином, збільшується ймовірність того, що хоча б один комп'ютер зможе заразити всю мережу. У цьому випадку важливо, щоб кожен співробітник дотримувався цифрової безпеки. В іншому випадку може бути поставлена під загрозу репутація всієї організації. Слід пам'ятати, що будь-який пристрій, як службовий, так і приватний, може стати каналом атаки і загрозою. Проблеми забезпечення економічної безпеки в зв'язку з ускладненням соціальних, економічних, політичних процесів і явищ стають все більш гострими. Сучасні напрямки діяльності можуть бути джерелами невідомих раніше викликів і загроз. Це вимагає розробки нових принципів для їх мінімізації. Світовий досвід показує, що забезпечення економічної безпеки - найважливіша умова стабільності і досягнення результатів у розвитку окремих країн і суспільства в цілому

Окремою темою є цифровізація вищої освіти. Йдеться про трансформацію класичних вищих навчальних закладів в цифрові. Цей процес вже реалізується. Перш за все розробляються і впроваджуються онлайн-курси, які повинні включати елементи штучного інтелекту, елементи самооцінки вивчає цей курс, вбудовані елементи ігор і симуляторів, віртуальної і доповненої

реальності. Сьогодні ми є свідками того, що в умовах пандемії коронавірусу освіта як ключовий інститут соціалізації особистості набула переважно дистанційну форму, реалізація якої можлива тільки на основі цифрових технологій. Цифровізація освіти дозволяє розширювати горизонти пізнання учнів, включатися в самостійний пошук інформації, створювати умови для безперервності освітнього процесу, так званого *life-long-learning* - навчання протягом життя, а також його індивідуалізації на основі *advanced-learning-technologies* - технологій просунутого навчання. Ми бачимо, що цифровізація освіти відкриває величезні можливості для саморозвитку особистості, формування необхідних для XXI ст. загальнокультурних і професійних компетенцій.

У той же час поряд з позитивними моментами мають місце негативні зміни в розвитку особистості. Зокрема, мова йде про втрату базових когнітивних компетенцій, зниженні загального культурного рівня підготовки, скорочення потреби в інтелектуальному фахівці, втраті фундаментальності, скорочення особистих контактів, витоку талановитої молоді і викладачів за кордон. Цифрові технології відкривають безмежні можливості для особистісного розвитку, але все-таки вони не здатні виконувати ряд найважливіших функцій в процесі соціалізації індивіда - гуманітарну і виховну. Розвиток сучасного цифрового суспільства пов'язаний з глибокими соціальними трансформаціями, що зачіпають не тільки матеріальні форми життєдіяльності людей, а й духовні основи існування людини, його природу, структуру його ідентичності. Крім того, очевидно, що сьогоднішня цифрова реорганізація пов'язана з серйозними соціальними ризиками, розуміння природи яких дозволить управляти ними і мінімізувати негативні наслідки для людини.

Сучасний світ вступив в нову фазу інформаційної епохи, пов'язану з тотальною цифровізацією всіх сторін соціального життя. Цифрове середовище сьогодні проникає як в повсякденні практики, так і в область професійної діяльності, не тільки кардинально змінюючи їх форми, а й перебудовуючи свідомість людей. Стрімкий розвиток цифрових технологій активізує інтерес

вчених до проблем трансформації соціальної реальності, появи нової цифрової культури, зміни життєвого світу людини, пріоритетів і ризиків віртуалізації соціуму і т. п. Розвиток цифрових технологій активно йде не тільки в економічній сфері, але і в політичних процесах суспільства. Процес цифровізації політичної сфери пов'язаний з широким впровадженням в систему державного управління електронних інструментів, що значно спрощують комунікацію між владою та суспільством. Йдеться про появу нових інформаційних серверів, що надають можливість громадянам представляти свої інтереси, артикулювати позиції і проявляти різні форми соціальної активності. Застосування нових, більш ефективних способів організації політичної діяльності поступово витісняє колишні традиційні політичні практики.

Поява і поширення цифрових технологій кардинально змінили способи комунікації в суспільстві, торкнулися сфери освіти, послуг, організації дозвілля і т. п. Все це безпосередньо впливає на процес соціалізації молоді, який набуває переважно цифровий формат. Сьогодні ми спостерігаємо, що в молодіжному середовищі велика частина спілкування відбувається за допомогою соціальних мереж, що формує новий простір соціалізації - цифровий, який визначаються не тільки характеристиками соціальної групи, але і технологічним середовищем, цифровими засобами спілкування.

### **Керування переміщеннями роботу на перехресті**

**Каргін А. О., Сілін Є.Л.**

*Український державний університет залізничного транспорту*

На сьогодні існує багато застосувань роботів у виробництві. Серед них є мобільні роботи що переміщуються по складу, по мережі маршрутів що позначені наклейкам зі штрих-кодом на підлозі. Робот оснащений датчиками, які сприймають цю інформацію і, крім того мають ще датчики, звідяки яким запобігається його зіткнення з іншими роботами. Такі маршрути нагадують

автомобільну дорогу з поворотами та перехрестями, де роботи повинні приймати рішення щодо небезпечного перетинання перехрестя та продовження руху вздовж свого маршруту. Вражаючим прикладом управління множиною мобільних роботів є автоматизовані склади компанії Amazon. У доповіді розглядається модель прийняття рішення колісним роботом на перехресті маршрутів. Управління переміщеннями колісного роботу вздовж розмітки на підлозі реалізоване на основі даних від датчиків відображення. Безпечність переміщення оцінюється на основі ультразвукових датчиків відстані.

На рисунку 1 наведено фрагмент знань роботу щодо безпечного перетину перехрестя. Показана безпесна ситуація, коли з лівої і правої сторін перешкод немає, а та попереду на безпечній відстані рухається інший робот. Ситуації побудовані на основі деревовидної моделі External Meaning of the Word (EMW) [1]. Наступні параметри EMW є впевненість (a), тимчасова затримка (b), швидкість старіння інформації (v) і повнота інформації (g). Базова модель презентації EMW представлена нижче.  $\langle N, \text{know}, \{ \langle M_i, (a_i, b_i, v_i, g_i) \rangle, M_i \in \Omega_N \} \rangle$ .

Обробка даних від сенсора на основі знаній представлених EMW (рис. 1) здійснюється згідно з Internal Meaning of the Word (IMW) [2].

$$t_R = \begin{cases} 0, & \text{if } (cf \geq \varepsilon \ \& \ \bar{q} = 0) \text{ or } (cf \leq -\varepsilon \ \& \ \bar{q} = 1); \\ \bar{t}_R + 1, & \text{otherwise}; \end{cases} \quad (1)$$

$$q = \begin{cases} 1, & \text{if } (cf \geq \varepsilon \ \& \ \bar{q} = 0); \\ 0, & \text{if } (cf \leq -\varepsilon \ \& \ \bar{q} = 1); \\ \bar{q}, & \text{otherwise}; \end{cases} \quad (2)$$

$$t_L = \begin{cases} 0, & \text{if значення от датчика корректны на текущем шаге контроля}; \\ \bar{t}_L + 1, & \text{otherwise}; \end{cases} \quad (3)$$

В таблиці 1 наведено розрахунки згідно наведеної моделі. Де  $-a$ ,  $-t_R$ ,  $-q$  – значення параметрів на попередньому кроці обчислень; якщо дані коректні тоді  $t_L = 0$ , якщо не коректні тоді додаємо один на кожному кроці.  $t-2$ ,  $t-1$ ,  $t$ , -номери кроків в часі. Розглянемо ситуацію, безпечно прямо (рис. 1). Якщо попереду рухається робот та через проміжок часу збільшується відстань до нього, тоді

вважається безпечним перетин перехрестяпо маршруту «прямо».

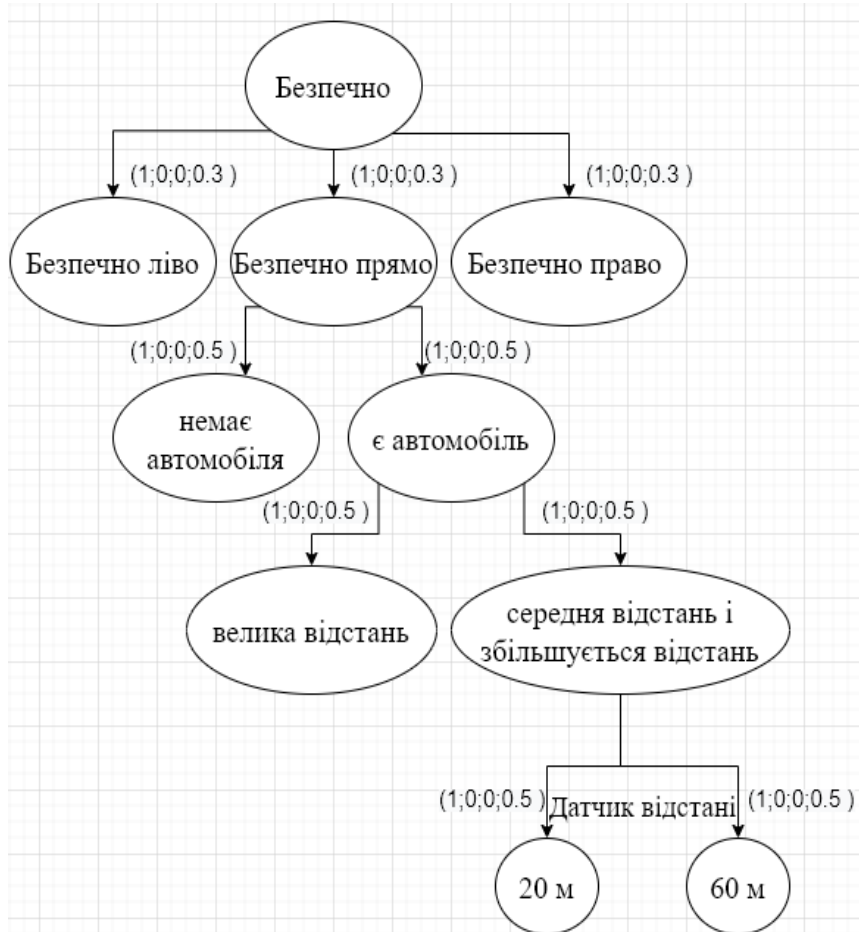


Рисунок 1 Графічне представлення безпечної ситуації на перехресті

Проведені комп’ютерні експерименти з використанням External Meaning of the Word й Internal Meaning of the Word.

Таблиця 1 – Результати моделювання ситуації «відстань середня й збільшується»

| t   | Значение сенсора | Гранула 1 (20м) |    |    |   | Гранула 2 (60м) |    |    |   | Примечание       |
|-----|------------------|-----------------|----|----|---|-----------------|----|----|---|------------------|
|     |                  | a               | tL | tR | q | a               | tL | tR | q |                  |
| t-2 | 25               | 1               | 0  | 0  | 1 | -1              | 0  | 1  | 0 | Коректні дані    |
| t-1 | 70               | -1              | 0  | 0  | 0 | 0               | 0  | 2  | 0 | Коректні дані    |
| t0  | 75               | -1              | 0  | 1  | 0 | -0.2            | 0  | 3  | 0 | Коректні дані    |
| t1  | 20               | 1               | 0  | 0  | 1 | -1              | 0  | 4  | 0 | Коректні дані    |
| t-2 | ?                | 1               | 1  | 1  | 1 | -1              | 1  | 5  | 0 | Не Коректні дані |
| t-1 | ?                | 1               | 2  | 2  | 1 | -1              | 2  | 6  | 0 | Не Коректні дані |
| t0  | ?                | 1               | 3  | 3  | 1 | -1              | 3  | 7  | 0 | Не Коректні дані |
| t1  | 20               | 1               | 0  | 0  | 1 | -1              | 0  | 8  | 0 | Коректні дані    |

### *Література*

1. A. Kargin, T. Petrenko, *Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptual Model*, in: *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Studies in Computational Intelligence*, V. Mashtalir, I. Ruban, V. Levashenko, Eds., vol. 876, Springer, Cham, 2020, pp. 101-159. doi: 10.1007/978-3-030-35480-0\_3.
2. A. Kargin, T. Petrenko, *Multi-level Computing With Words Model to Autonomous Systems Control*, in: *Proc. 9th Int. Conf. Inf. Control Sys. & Tech (ICST-2020)*, A. Pakštas, T. Hovorushchenko, V. Vychuzhanin, H. Yin, N. Rudnichenko. Eds. Odessa, Ukraine, 2020, CEUR Workshop Proceedings, vol. 2711, pp. 16-30. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2711/>.

## **РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ, СТОХАСТИЧНІ, ІМІТАЦІЙНІ, ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ, ТОЩО)**

### **Розрахунок локально навантажених циліндричних оболонок з використанням узагальнених функцій**

**Сторожук Є.А., Чернишенко І.С.**

*Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України*

Розглянемо незамкнену пологу нескінченно довгу кругову циліндричну оболонку радіуса  $R$  і товщини  $h$ , виготовлену із трансверсально-ізотропного матеріалу. Віднесемо оболонку до криволінійної ортогональної системи координат  $(x, y, z)$  з початком у вершині поперечного перерізу, де  $x, y, z$  – довжини твірної, дуги напрямної і нормалі до серединної поверхні оболонки (рис. 1). Оболонка знаходиться під дією локального симетричного відносно вершини нормального поверхневого навантаження інтенсивності  $q$ , яке рівномірно розподілене по нескінченно довгій смузї шириною  $2a$  та прикладене з боку опуклості оболонки.

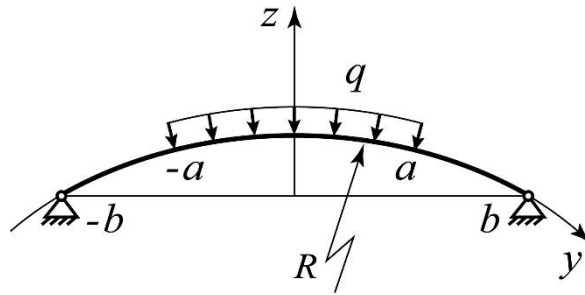


Рисунок 1 – Циліндрична панель під дією локального навантаження

Вихідними при дослідженні напружено-деформованого стану (НДС) даного класу нетонких циліндричних оболонок є рівняння теорії пологих оболонок, яка базується на гіпотезі прямої лінії (враховуються деформації поперечного зсуву).

Згідно прийнятої моделі мембранна ( $\varepsilon$ ), згинна ( $\mu$ ) та поперечна зсувна ( $\gamma$ ) компоненти деформації оболонки обчислюються за формулами [1]:

$$\varepsilon = \frac{du}{dy} + \frac{w}{R}; \quad \mu = \frac{d\vartheta}{dy}; \quad \gamma = \vartheta + \frac{dw}{dy}, \quad (1)$$

де  $u, w$  – тангенціальне переміщення і прогин точок серединної поверхні оболонки;  $\vartheta$  – кут повороту нормалі.

Зв'язок внутрішніх зусиль ( $N, Q$ ) і момента ( $M$ ) з компонентами деформації оболонки подамо на основі закону Гука:

$$N = D_N \varepsilon; \quad D_N = \frac{Eh}{1-\nu^2}; \quad Q = D_Q \gamma; \quad D_Q = G_{yz} h; \quad M = D_M \mu; \quad D_M = D_N h^2 / 12. \quad (2)$$

У співвідношеннях (2) позначено:  $D_N, D_M, D_Q$  – жорсткісні характеристики оболонки;  $E, \nu$  – модуль пружності й коефіцієнт Пуассона матеріалу оболонки в площині ізотропії;  $G_{yz}$  – модуль зсуву в площині поперечного перерізу.

Рівняння рівноваги мають такий вигляд:

$$\frac{dN}{dy} = 0; \quad \frac{dQ}{dy} - \frac{N}{R} + q_z = 0; \quad \frac{dM}{dy} - Q = 0, \quad (3)$$



де  $q_z$  – нормальна складова поверхневого навантаження.

При розв'язанні конкретних крайових задач до системи рівнянь (1) – (3) потрібно приєднати відповідні граничні умови.

У випадку шарнірного закріплення повздовжніх країв оболонки граничні умови записуються так:

$$u(\pm b) = 0; \quad w(\pm b) = 0; \quad \left. \frac{d\vartheta}{dy} \right|_{y=\pm b} = 0. \quad (4)$$

Враховуючи, що діюче навантаження  $q_z$  є кусково-рівномірне, представимо його за допомогою одиничної східчастої функції Хевісайда  $H(y \pm a)$  :

$$q_z = -q[H(y+a) - H(y-a)]. \quad (5)$$

В результаті послідовного інтегрування рівнянь рівноваги (3) і геометричних співвідношень (1) отримаємо аналітичний (точний) розв'язок даної задачі:

$$\begin{aligned} N &= C_1; \quad Q = \frac{C_1}{R}(y+b) + q[(y+a)H(y+a) - (y-a)H(y-a)] + C_2; \\ M &= \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^2}{2} + q \left[ \frac{(y+a)^2}{2} H(y+a) - \frac{(y-a)^2}{2} H(y-a) \right] + C_2(y+b) + C_3; \\ \vartheta &= \frac{1}{D_M} \left\{ \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^3}{6} + q \left[ \frac{(y+a)^3}{6} H(y+a) - \frac{(y-a)^3}{6} H(y-a) \right] + \right. \\ &\quad \left. + C_2 \frac{(y+b)^2}{2} + C_3(y+b) \right\} + C_4; \\ w &= \frac{1}{D_Q} \left\{ \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^2}{2} + q \left[ \frac{(y+a)^2}{2} H(y+a) - \frac{(y-a)^2}{2} H(y-a) \right] + C_2(y+b) \right\} - \\ &\quad - \frac{1}{D_M} \left\{ \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^4}{24} + q \left[ \frac{(y+a)^4}{24} H(y+a) - \frac{(y-a)^4}{24} H(y-a) \right] + \right. \\ &\quad \left. + C_2 \frac{(y+b)^3}{6} + C_3 \frac{(y+b)^2}{2} \right\} - C_4(y+b) + C_5; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
u = & \frac{C_1}{D_N}(y+b) - \frac{1}{RD_Q} \left\{ \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^3}{6} + q \left[ \frac{(y+a)^3}{6} H(y+a) - \frac{(y-a)^3}{6} H(y-a) \right] + \right. \\
& \left. + C_2 \frac{(y+b)^2}{2} \right\} + \frac{1}{RD_M} \left\{ \frac{C_1}{R} \frac{(y+b)^5}{120} + q \left[ \frac{(y+a)^5}{120} H(y+a) - \frac{(y-a)^5}{120} H(y-a) \right] + \right. \\
& \left. + C_2 \frac{(y+b)^4}{24} + C_3 \frac{(y+b)^3}{6} \right\} + \frac{C_4}{R} \frac{(y+b)^2}{2} - \frac{C_5}{R}(y+b) + C_6.
\end{aligned}$$

Сталі інтегрування  $C_1, C_2, \dots, C_6$  визначаємо з граничних умов типу (4).

Зауважимо, якщо  $a \rightarrow 0$ , то  $2aq \rightarrow P$ ,  $[H(y+a) - H(y-a)]/2a \rightarrow \delta(y)$  і формули (3), (6) переходять у відповідні співвідношення для випадку, коли циліндрична панель навантажена поперечною погонною силою інтенсивності  $P$ , яка рівномірно розподілена вздовж твірної та прикладена з боку опуклості оболонки, де  $\delta(y)$  – дельта-функція Дірака.

#### *Література*

1. Григоренко Я.М., Будак В.Д., Григоренко О.Я. Розв'язання задач теорії оболонок на основі дискретно-континуальних методів. Миколаїв: Ліон, 2010. 294 с.

## **Використання фракталів в якості стежоконейнерів при передачі даних**

**Парамонова К.О., Шевченко Н.Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Питання захисту інформаційних потоків під час їх передачі каналами зв'язку займає провідну позицію у процесі забезпечення інформаційної безпеки.

Припустимо, що в якості повідомлення передаються згенеровані випадковим чином дані: логін і пароль. Для забезпечення надійності даних, що передаються, доцільно забезпечити не тільки їх шифрування, але й приховування.

Процес звичайного стеганографічного перетворення (приховування) описується такими залежностями [1]:

$$E : C \times M \rightarrow S ; \quad (1)$$

$$D : S \times M , \quad (2)$$

де  $S = \{(c_1, m_1), (c_2, m_2), \dots, (c_q, m_q)\} = \{s_1, s_2, \dots, s_q\}$  – множина заповнених контейнерів (стеганограм). Залежність (1) описує процес приховування інформації, залежність (2) – витягування прихованої інформації.

Однією із обов'язкових умов при цьому є відсутність «перетину», тобто якщо  $ma \neq mb$  (причому  $ma, mb \in M$ , а  $(ca, ma), (cb, mb) \in S$ ), то  $E(ca, ma) \cap E(cb, mb) = \emptyset$ .

В загальному випадку стеганосистему можна представити як сукупність  $\Sigma(C, M, S, E, D)$  – контейнерів, повідомлень та перетворень, що їх зв'язують. Завжди контейнери обираються таким чином, щоб заповнений контейнер майже не відрізнявся від порожнього контейнера. Стеганосистема може вважатися надійною, коли  $sim[c, E(c, m)] = 1$  (де  $sim$  – функція подібності).

Контейнер може обиратися двома способами: довільно (сурогатний метод) та підбором найбільш придатного у конкретному випадку контейнера, який зміниться найменше при перетворенні.

Залежно від виду інформації, використовуваної для вбудовування повідомлень, контейнери можуть бути візуальні, звукові і текстові. В якості візуальних контейнерів можуть використовуватися фрактали. Серед поширених фракталів виділяють три основні групи [2]: алгебраїчні фрактали, геометричні фрактали, стохастичні фрактали.

Типовий представник стохастичного класу фракталів – «Плазма». Для її побудови береться прямокутник і для кожного його кута визначається колір. Далі знаходиться центральна точка прямокутника і розфарбовується в колір рівний середньому арифметичному кольорів кутів прямокутника плюс деяке випадкове число. Чим більше випадкове число – тим більш «рваним» буде зображення.

Приклад генерації фракталу «Плазма» для використання в якості стегоконтейнеру наведений на рис. 1.

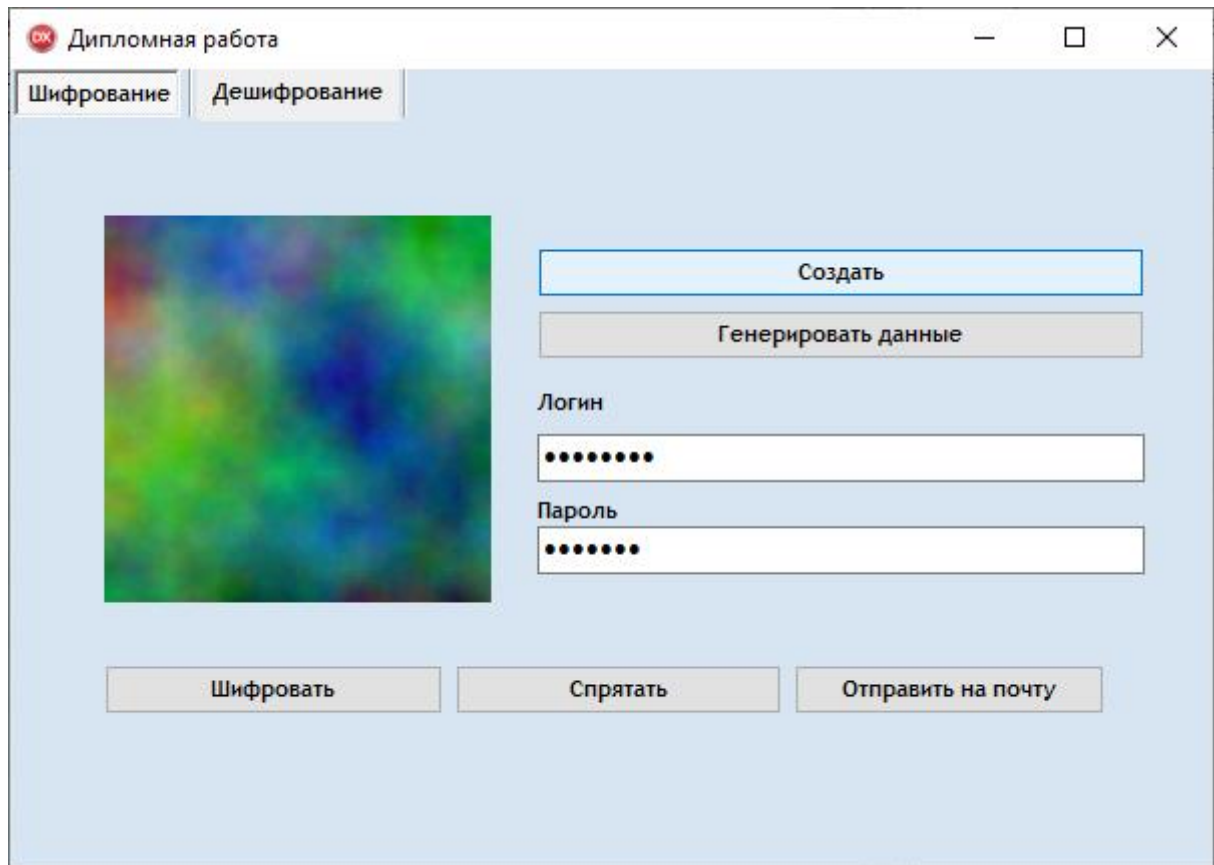


Рисунок 1 – Приклад генерації фракталу «Плазма»

Нижче наведений псевдокод побудови фракталу:

```

{ Var d: integer; v: double;
begin
  if plasma[x,y] <> 0 then exit; d:=Abs(xa-xb)+Abs(ya-yb);
v:=(plasma[xa,ya]+plasma[xb,yb])/2+(random-0.5)*d*2;
  if v<1 then v:=1; if v>=193 then v:=192; plasma[x,y]:=Trunc(v); end;
var
x,y: integer; v: double;
begin
  if (x2-x1<2) and (y2-y1<2) then exit; x:=(x1+x2) div 2; y:=(y1+y2) div 2;
adjust(x1,y1,x,y1,x2,y1); adjust(x2,y1,x2,y,x2,y2); adjust(x1,y2,x,y2,x2,y2);
adjust(x1,y1,x1,y,x1,y2);
  if plasma[x,y]=0 then

```

```

begin
v:=(plasma[x1,y1]+plasma[x2,y1]+plasma[x2,y2]+plasma[x1,y2])/4;
plasma[x,y]:=Trunc(v);      end;      halfway(x1,y1,x,y);      halfway(x,y1,x2,y);
halfway(x,y,x2,y2); halfway(x1,y,x,y2); end;
var x,y :integer ;
begin
randomize; plasma[0,768]:=random(192); plasma[768,768]:=random(192);
plasma[768,0]:=random(192); plasma[0,0]:=random(192);
halfway(0,0,768,768); end;}

```

Виростання стохастичних фракталів дозволяє кожен раз отримувати унікальний стегоконтейнер для приховування інформації, яка передається відкритими каналами зв'язку.

#### *Література*

1. *Конахович Г.Ф. Комп'ютерна стеганографія. Теорія і практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузиренко. – М: МК-Пресс, 2006. – С. 315–318.*
2. *Фрактали [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.kpi.kharkov.ua/archive/microcad/2011/%95%D0%A0%D0%95%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%A9.pdf>*

## **Нейромережні технології при аналізі голосових повідомлень користувачів**

**Шевченко Н.Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Одним з ключових біометричних параметрів людини є її голос, що має набір індивідуальних особливостей, які відносно легко піддаються вимірюванню, наприклад, частотні або амплітудні характеристики голосового сигналу [1].

Серед базових характеристик голосу можна виділити силу голосу або гучність, висоту голосу (у середньостатистичної людини діапазон до 1,5 октави, в повсякденному спілкуванні більшість використовує 3-4 ноти), тембр голосу – сукупність додаткових коливань або обертонів, які виникають поряд з основною

частотою, тон голосу (емоційне забарвлення голосу), яке задається різними методами: зміною гучності, темпу, висоти. За переліченими характеристиками можна не тільки ідентифікувати користувача мобільного пристрою, але і «навчитися» визначати його настрій.

Отже, одним з перспективних напрямів прикладного використання методів аналізу голосу є визначення настрою користувача (власника мобільного пристрою) через аналіз його голосових повідомлень та, виходячи з цього, підбирати контент для контекстних повідомлень протягом доби.

Для визначення настрою користувача (власника мобільного пристрою) через аналіз його голосових повідомлень необхідно реалізувати наступний алгоритм (у концептуальному сенсі):

- 1) визначення характеристик голосу;
- 2) побудова нейромережевої моделі визначення настрою користувача.

Для визначення характеристик голосу будується спектрограма на множині частот і амплітуд за допомогою перетворення Фур'є. При цьому необхідно враховувати, що перетворення Фур'є – математична функція, яка націлена на ідеальний, незмінний звуковий сигнал, тому вимагає практичної адаптації. Наприклад, можна аудіозапис поділити на невеликі відрізки, протягом яких звук не буде змінюватися, а далі застосувати перетворення до кожного з відрізків [2].

Далі будується спектрограма другого порядку для усунення зайвої інформації у вигляді гармонік, які не зручні для аналізу, бо дублюють інформацію. В результаті отримується єдиний пік (кепстр), що характеризує монотонну хвилю.

Для визначення саме настрою користувача використовується нейронна мережа – багатошаровий перцептрон з алгоритмом зворотного поширення помилки. В якості активаційної функції в багатошаровому перцептроні використовується сигмоїдальна активаційна функція, зокрема логістична.

Вхідними параметрами мережі виступають характеристики голосу, а в якості виходів – вектор можливих варіантів настрою користувача.

Для аналізу голосу та навчання нейромережі користувачеві задаються декілька ключових запитань (в текстовому або звуковому форматі), які дозволять отримати еталонні властивості голосу власника мобільного пристрою.

Далі формується база еталонних зразків для порівняння (протягом декількох тижнів, наприклад), користувачеві задаються питання протягом дня. Відбувається спектральний аналіз отриманих повідомлень. Користувач самостійно визначає власний настрій.

Процес порівнювання поточних зразків з еталонними складається з наступних стадій [2]: фільтрація шумів, спектральне перетворення сигналу, постфільтрація спектра, ліфтерінг, накладення вікна Кайзера, фільтрація.

Основним порівняльним параметром є міра подібності звукових фрагментів. Для її обчислення необхідно порівняти спектрограми цих фрагментів. При цьому спочатку порівнюються спектри, отримані в окремому вікні, а потім обчислені значення усереднюються.  $X [1..N]$  і  $Y [1..N]$  – масиви чисел, однакового розміру  $N$ , що містять значення спектральної потужності першого і другого фрагментів відповідно, міра подібності між якими обчислюється за формулою:

$$f_{xy} = \left| \frac{\sum_i (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_i (x_i - M_x)^2} * \sqrt{\sum_i (y_i - M_y)^2}} \right|, \quad (1)$$

де  $M_x$  і  $M_y$  – математичні очікування для масивів  $X []$  і  $Y []$ .

Навчання нейронної мережі відбувається за алгоритмом зворотного розповсюдження помилки з наступними вхідними параметрами: значення  $f_{xy}$  за першою фразою, значення  $f_{xy}$  за другою фразою, значення  $f_{xy}$  за третьою фразою.

На виході нейронної мережі – вектор можливих варіантів настрою користувача: {гарний, середній, поганий}.

Найбільш оптимальною архітектурою є MLP 3x2x1 (помилка класифікації 0,05). Параметри вагових коефіцієнтів визначеної структури нейронної мережі використовуються для прогнозування настрою користувача.

Так, наприклад, при  $f_{xy}(\text{phrase1})=87$  та  $f_{xy}(\text{phrase2})=90$  та  $f_{xy}(\text{phrase3})=95$  настрої користувача характеризується як «середній».

Далі в залежності від варіанта настрою формується користувацький контент для підтримки гарного настрою, або підвищення настрою протягом доби, якщо він нижче «гарного».

Варіант створення та використання контенту: формування відокремленої бази даних повідомлень різноманітного семантичного наповнення, вивід повідомлення на екран мобільного пристрою. Повідомлення може супроводжуватися звуковим сигналом відповідного наповнення. База даних повинна поновлюватися щотижнево. При цьому повідомлення не повинні повторюватися.

#### *Література*

1. *Спектральный компьютерный анализ голоса – метод ранней и дифференциальной диагностики нарушений голосовой функции [Электронный ресурс]. – URL: <https://nikio.ru/спектральный-анализ-голоса> (дата: 27.03.2021).*

2. *Идентификация пользователя по голосу / А. Желтов [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/144580/> (дата: 27.03.2021).*

### **Розробка програмного-методичного комплексу підбору релевантних різномовних матеріалів в електронній бібліотеці**

**Крігер К. О.**  
*ДДМА*

Мета розробки програмного-методичного комплексу полягає в застосуванні можливостей забезпечення публічного, в тому числі віддаленого доступу користувачів до електронних інформаційних ресурсів, що зберігаються в електронній бібліотеці з можливістю підбору релевантних різномовних матеріалів для користувачів.

Метою дослідження є проведення аналізу методів звичайної



колоборативної фільтрації та фільтрації з урахуванням часового фактору для оптимального пошуку джерел та релевантних матеріалів в даних бібліотеки.

Об'єктом даного дослідження є отримані результати використання звичайного методу колоборативної фільтрації та фільтрації з урахуванням часового фактору при порівнянні релевантності рекомендацій для користувачів.

Предметом даного дослідження є розгляд електронної бібліотеки як спеціалізованої інформаційно-бібліотечної системи з підбором релевантних матеріалів відповідно до запиту користувачів.

Перед розробкою програмного-методичного комплексу були вивчені ресурси у відкритому доступі, серед яких можна виділити наступні:

– Електронна бібліотека «Руніверс», що забезпечує вільний доступ до першоджерел, до книг і текстів, які знаходяться в найбільших книгосховищах і державних архівах. Ресурс може бути корисний як викладачам, так і студентам, школярам, всім, хто вивчають культуру і мову. Ядро проекту – електронна факсимільний бібліотека з книгами XIX-початку XX століття, перш за все з історії, праці російських філософів, енциклопедії, збірники документів, карти, фотографії, які були виведені з культурного обігу майже на сторіччя, і не перевидавалися більше [1].

– Internet Archive: Digital Library of Free Books, Movies, Music & Wayback Machine – Інтернет-проект, який існує з 2005 року, найбільша відкрита електронна бібліотека, яка об'єднує фонди американських, канадських і європейських бібліотек, включає тексти, фільми, аудіо та програмні забезпечення, які є суспільним надбанням або захищені ліцензією Creative Commons [2].

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

Введення мережі Інтернет широко поширило системи рекомендацій: в соціальних мережах (наприклад, facebook.com), інтернет-магазинах (наприклад,

rozetka.com.ua), пошукових сервісах (наприклад, google.ru). Ці системи допомагають людині вибирати, які нові фільми подивитися, яку нову музику послухати, які товари купити в інтернет-магазині. Також в соціальних мережах поширені рекомендації друзів – можливих знайомих або людей зі схожими інтересами. Системи рекомендацій допомагають користувачеві вибрати серед всіх доступних об'єктів саме ті, які будуть йому цікаві.

В залежності від доступних даних про користувачів і об'єктах, методи, що використовуються в системах рекомендацій, поділяються на чотири групи [3,4]: колоборативна фільтрація, аналіз вмісту, використання бази знань, гібридні методи. Колоборативна фільтрація використовує реакцію користувача на об'єкти, яка зазвичай представлена у вигляді оцінок. Методи аналізу вмісту використовують профілі користувачів і вміст об'єктів (в тому числі і мета-інформацію). Методи, засновані на базах знань, виявляють призначені для користувача вимоги до об'єктів і використовують бази знань для пошуку відповідних об'єктів. Гібридні методи використовують усю доступну інформацію про користувачів і об'єкти. Ці методи можуть об'єднувати в собі ідеї колоборативної фільтрації, аналізу вмісту і роботу з базами знань. У даній роботі буде розглянуто метод колоборативної фільтрації, як найбільш розповсюджений і простий. Його можна модифікувати, отримуючи при цьому найкращі результати.

Інтереси людей змінюються з часом, тому класичні алгоритми колоборативної фільтрації стають менш актуальними в умовах зростаючої кількості користувачів, обсягів контенту і, як наслідок, більшої активності користувачів і мінливості їх смаків. Тому в даній роботі будуть порівнюватися результати звичайного методу колоборативної фільтрації та модифікованого алгоритму фільтрації, що враховує часовий чинник.

Для вирішення зазначеної проблеми була створена веб-версія програмного-методичного комплексу підбору релевантних різномовних матеріалів в електронній бібліотеці, що буде включати в своїй реалізації описані методи колоборативної фільтрації для порівняння результатів найкращих

персональних рекомендацій для кожного користувача бібліотеки.

Розроблений програмно-методичний комплекс допоможе отримати результати підбору рекомендацій в порівнянні зазначених методів, підвищити якості рекомендацій в системі, знизити трудовитрати, в тому числі часові, так як здійснення процедури обліку та обчислення рекомендацій проводяться в частки секунд. Програмою гарантовані висока точність обчислень і повнота обліку, за рахунок чого зростає рівень задоволення користувачів електронної бібліотеки.

#### *Література*

1. *Електронна бібліотека «Руніверс» [Електронний ресурс]/.* — Електрон. текстові дан. — Режим доступу: <https://runivers.ru/>, вільний.
2. *Internet Archive: Digital Library of Free Books, Movies, Music & Wayback Machine [Електронний ресурс]/.* — Електрон. текстові дан. — Режим доступу: <https://archive.org/>, вільний.
3. D. Jannach, M. Zanker, A. Felfernig, G. Friedrich *Recommender Systems. An Introduction.* New York: Cambridge University Press 32 Avenue of the Americas, 2011. 352 P.
4. А. Гомзин, А. Коршунов *Системы рекомендаций: обзор современных подходов.* Препринт. Труды Института системного программирования РАН. 2012. 20 С.

### **Координація портфелю проєктів оптимізації витрат підприємств енергетичної галузі із використанням автоматизованих систем управління**

**Резніков Р.Б.**

*Інститут економіки промисловості НАН України, м. Київ*

Специфіка енергетичної галузі полягає в тому, що для оптимізації витрат недостатньо реалізувати лише один проєкт бо усі бізнес показники підприємства взаємопов'язані необхідно запускати серію проєктів та робити комплексні зміни. Оптимізація витрат на підприємствах енергетичної галузі являє собою комплекс проєктів [1]. Ці проєкти можуть бути як пов'язані між собою, так і незалежні один від одного. Для кращої координації рекомендується об'єднувати їх в програми та портфелі проєктів. Під програмою проєктів мається на увазі група взаємопов'язаних проєктів. Портфель об'єднує проєкти, що мають спільну стратегічну мету [2]. Портфельне управління дає можливість управляти не тільки проєктами, але і їх взаємозв'язками, а саме в них найчастіше криються найбільше ризиків, тому, що розмита зона відповідальності [3]. У світовій практиці для

координації проєктів та програм в рамках портфеля рекомендується створювати офіс управління проєктами (ОУП) [4]. ОУП може виступати центром балансування ключових параметрів оптимізації та формувати розуміння у всій організації яку цінність принесли проєкти реалізовані в рамках портфеля / програми оптимізації [5]. ОУП здійснює централізований контроль і управління проєктами, координує проєкти в рамках програми й портфеля. Для детального контролю виконання проєктів оптимізації витрат підприємств енергетичної галузі необхідно розбити проєкт на фази, результатом кожної фази повинен бути проміжний результат від загального результату проєкту. Для цього пропонується використовувати практику структурованої декомпозиції робіт (work breakdown structure або WBS) [6]. Рекомендується використовувати мінімум три рівні декомпозиції, де нижній рівень може визначатися в процесі виконання роботи та повинен мати розмірність не більше 6 людино-годин. Для високорівневого планування рекомендується розкладати нижній рівень завдань на тимчасову шкалу в формі Гант-чарту [7]. Для здійснення контролю над усіма проєктами рекомендується впровадити на рівні ОУП і всього портфеля єдиний інструментарій. Найбільш гнучким програмним середовищем управління проєктами на сьогодні є пакет програм компанії Atlassian [8]. Це набір програм орієнтований на розробників програмного забезпечення й управління ІТ проєктами, але відмінно вирішує завдання управління проєктами в контексті оптимізації витрат підприємств. Зокрема, програмний продукт Jira [8], відмінно вирішує поставлені завдання. Продукт може працювати як хмарний веб-додаток і дуже гнучко налаштовується, в тому числі й численними розширеннями-плагінами, доступними в Atlassian Marketplace – магазин додатків і доповнень, яким можна розширювати функціонал системи. Для управління портфелем проєктів оптимізації витрат автор пропонує на рівні офісу управління проєктами розгорнути інфраструктуру на базі Jira Software Cloud. Для координації стратегії підприємств енергетичної галузі і портфеля проєктів автор пропонує використовувати продукт Jira Align [9] бо цей продукт дозволяє поєднати контроль виконання проєктів та контроль за виконанням стратегічних цілей. Для

енергетичної галузі проєкти оптимізації витрат, як правило, довгострокові та мають велику кількість зв'язків та залежностей між один одним. Для їх координації і контролю автор рекомендує використовувати діаграму Ганта та метод критичного шляху. Для роботи з графіком Ганта і методом критичного шляху рекомендується використовувати додаток-розширення Big Picture яке містить в собі плагін BigGantt. Для контролю виконання робіт, бюджету та розкладу проєктів пропонується використовувати метод освоєного обсягу [10]. Перевага підходу, що він уніфікує ключові параметри проєкту (обсяг робіт, розклад і фінанси) і переводить їх в єдиний формат вимірювання – гроші. Для підприємств енергетичної галузі України пропонується скомбінувати методи описані [11] і [12], а також змінити парадигму вимірювання та акцентувати увагу на показниках, що вимірюють економію грошей, зокрема EV, PV та AC перерахувати ці показники словами, в скобочках написати означення буквами . Для використання інструментів методу освоєного обсягу пропонується використовувати розширення для Jira: HORREUM Earned Value Management як найбільш розповсюджений додаток з таким функціоналом [посилання]. Це забезпечить офіс управління проєктами усіма необхідними інструментами для ефективного і гнучкого управління портфелем проєктів оптимізації витрат для підприємств енергетичної галузі. Для автоматизації процесів управління портфелем проєктів рекомендується використовувати вбудований інструментарій Jira Automation [13] бо він є вбудований в систему та не потребує додаткових витрат. Автоматизація процесів управління дозволяє зосередитися на найбільш пріоритетних завданнях і знизити трудовитрати на операційні завдання. За допомогою даного інструменту можна побудувати ефективні правила автоматизації для обробки складних сценаріїв [13].

Правила дозволяють автоматизувати дії в системі на основі заданих критеріїв. Правила автоматизації складаються з трьох компонентів:

**Тригери** – які запускають правило, вони відстежують події в Jira, такі як створення завдання або зміна значення якогось поля. Тригери можуть

спрацьовувати за розкладом. Їх можна налаштувати, перш ніж застосувати до правила.

**Умови** – які уточнюють правило, це дозволяють звужити область дії правила. Щоб правило продовжувало працювати, має бути дотримано умову. Якщо умова не дотримується, правило перестає працювати і ніякі дії більше не виконуються.

**Дії**, які виконують завдання на сайті. Вони дозволяють автоматично виконувати завдання і вносити на сайті певні зміни. Спектр можливих дій дуже широкий: можна редагувати завдання, відправляти повідомлення, створювати підзавдання. Дії при автоматизації потрібно застосовувати не тільки до вихідного завдання, яке привело до спрацьовування правила, а й до всіх завдань, пов'язаних із вихідним.

Таким чином, використовуючи сучасні інструменти управління проєктами, які набули поширення в ІТ сфері, для вирішення завдань оптимізації витрат підприємств енергетичної галузі можна отримати позитивний економічний ефект і досягти кращих фінансових результатів. Це вирішує проблему складної координації численних проєктів оптимізації витрат в рамках великих підприємств енергетичного комплексу України і підвищує ефективність ініціатив оптимізації витрат.

#### *Література*

1. Kumar U. D. On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation. *International journal of production economics*. 2008. № 111.2. P. 456-467.
2. Guide A. Project management body of knowledge (pmbok ® guide). *Project Management Institute*. 2021. P.10-64
3. Суєтин С. Н., Титов С. А. Управління портфелем проєктів: стратегічний рівень проєктного управління. *Економіка і підприємництво*. 2014. №5-2. С. 509-515.
4. Aubry M. Project management office transformations: Direct and moderating effects that enhance performance and maturity. *Project Management Journal*. 2015. № 46.5. P. 19-45.
5. Гергерт Д. В., Штурміна Ю. О. Розробка показників ефективності офісу управління проєктами в залежності від рівня зрілості проєктного управління компанії. *Вісник Пермського університету*. 2016. №4 (31). С. 176-178.
6. Devi T., Shobha V. Work breakdown structure of the project. *Int J Eng Res Appl*. 2012. №2.2. P. 683-686.
7. Kumar P. Effective use of Gantt chart for managing large scale projects. *Cost engineering*. 2005. №47.7. P.14.

8. Comparison of project management software. *Wikipedia Foundation*. Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_project\\_management\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_project_management_software) (дата звернення: 17.07.2021).
  9. Jira Align. *Atlassian official web site*. Режим доступу: <https://www.atlassian.com/ru/software/jira/align> (дата звернення: 17.07.2021).
  10. Скокова І. К. Метод освоєного обсягу як інструмент контролю виконання проєктів. *Постулат Приамурський державний університет ім. Шолом-Алейхема*. 2017. №5-1 (19). С.117
  11. Kim, EunHong, William G. Wells Jr, Michael R. A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. *International Journal of Project Management* 2003. №21.5. P. 375-382.
  12. Lipke Walt. Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. *International journal of project management*. 2009. №27.4. P. 400-407.
- Jira Automation Guide. *Atlassian official web site*. Режим доступу: <https://www.atlassian.com/ru/software/jira/guides/expand-jira/automation> (дата звернення: 17.07.2021).

## **РОЗДІЛ 6. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНОГО, АЛГОРИТМІЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ/СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

### **Прогнозування продажу смарт-годинників за допомогою нейронної мережі**

**Дрига І. А., Богданова Л. М.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Використання інформаційних технологій (ІТ) в різних сферах людської діяльності, експоненціальне зростання обсягів інформації і необхідність оперативно реагувати в будь-яких ситуаціях зажадали пошуку адекватних шляхів вирішення виникаючих проблем. Ефективнішим з них є шлях інтелектуалізації інформаційних технологій. Унікальна особливість інтелектуальних інформаційних технологій (ІІТ) – їх «універсальність», це обумовлено зокрема тим, що вони засновані на знаннях. Вони застосовуються в таких областях, як управління, проектування, машинний переклад, діагностика, розпізнавання образів, синтез мови і т. д.

В даній роботі розглядається завдання прогнозування продажу смарт-годинників для інтернет-магазину за допомогою нейронної мережі. Смарт-годинники актуальні як ніколи. Це — модно, стильно, престижно й мотивує підтримувати фізичну форму. Необхідно розробити та навчити нейронну мережу для аналізу та прогнозування продаж за певний період часу.

Процес функціонування нейронної мережі, тобто дії, які вона здатна виконувати, залежить від величин синоптичних зв'язків. Тому, задавшись певною структурою мережі необхідно знайти оптимальні значення всіх змінних вагових коефіцієнтів. Цей етап називається навчанням нейронної мережі [1]. В процесі функціонування нейронна мережа формує вихідний сигнал  $Y$  відповідно до вхідного сигналу  $X$ , реалізуючи деяку функцію  $Y = g(X)$ .

Якщо архітектура мережі задана, то вид функції  $g$  визначається значеннями синаптичних ваг і зміщень мережі. Позначимо через  $R$  безліч всіх можливих функцій  $g$ , відповідних заданій архітектурі мережі.

Нехай рішення задачі є функція  $Y = f(X)$ , задана парами вхідних – вихідних значень  $(X_k, Y_k)$ , для яких  $Y_k = f(X_k)$ ,  $k = 1 \dots N$ .  $E$  – функція помилки, що показує для кожної з функцій  $f$  ступеня близькості до функції  $g$ .

Вирішити поставлене завдання за допомогою нейронної мережі заданої архітектури – це значить синтезувати функцію  $g \in R$ , Підібравши компоненти нейронів (синоптичні ваги і зміщення) таким чином, щоб функціонал якості звертався в оптимум для всіх пар  $(X_k, Y_k)$ .

Таким чином, задача навчання нейронної мережі визначається сукупністю п'яти компонентів. Навчання полягає в пошуку функції  $g$ , оптимальної за  $E$ .

Вибрана архітектура – нейронна мережа прямого поширення, багат шаровий персептрон. Навчання з вчителем. Досліджувались три топології: 2-х шарова, 3-х шарова, 4-х шарова мережа. В прихованих шарах по 10 нейронів, функція активації – сигмоїда. Створювались дві виборки – одна для навчання друга для тестування навченої моделі.

Для аналізу даних на побудови нейронної мережі було обрано спеціалізований для цього пакет NeuroPro. Для представлення даних, NeuroPro



необхідно привести дані в форматі баз даних «.dbf», для чого було використано систему керування базами даних Microsoft Access.

Для створення навчальної вибірки аналізу продажів необхідно скласти звіт по статистиці минулих місяців роботи магазину. Маємо 3 основні фактори, які впливають на рівень продажу:

– сезон в який відбуваються продажі: 0 – осінь, 1 – зима, 2 – весна, 3 – літо;

– значимість дня: 0 – звичайний день, 1 – вихідний день, 2 – святковий день;

– кількість відвідувань інтернет –магазину за день: ціле число.

Вихідний параметр – кількість продажів.

Після навчання мережі проводилось тестування. Для кожної топології аналізувались такі параметри як кількість розпізнаних випадків, середня і максимальна помилка мережі, значимість вхідних факторів [2].

В ході аналізу було виявлено, що найбільш оптимальною є 3-шарова нейронна мережа (таблиця 1). Аналіз показників помилки не виявив найкращу мережу. Проте порівняння значимості вхідних факторів при навчанні і тестуванні показало наступне: 3-шарова мережа при навчанні показала значимість факторів найбільш близькою до реальної в предметній області, тобто найбільше впливає на рівень продажу смарт-годинників кількість відвідувачів інтернет-магазину. Ця тенденція зберігається і при тестуванні. На відміну від 2-шарової і 4-шарової мережі.

Надалі спроектовану нейронну мережу можна використовувати у складі web-додатку для організації продаж смарт-годинників. Це допоможе збільшити якість прийняття управлінських рішень.

Таблиця 1 – Порівняння результатів прогнозування для створених нейронних мереж

| Кількість шарів     | 2 шари   |            | 3 шари   |            | 4 шари   |            |
|---------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
|                     | Навчання | Тестування | Навчання | Тестування | Навчання | Тестування |
| Вхідні фактори      |          |            |          |            |          |            |
| SEASON              | 0,541    | 1,000      | 0,418    | 0,559      | 0,507    | 1,000      |
| DAY_TYPE            | 0,248    | 0,576      | 0,078    | 0,506      | 0,471    | 0,688      |
| VISITORS_A          | 1,000    | 0,680      | 1,000    | 1,000      | 1,000    | 0,559      |
| середня помилка     | 4,410    | 5,420      | 3,820    | 5,520      | 5,080    | 5,280      |
| максимальна помилка | 8,090    | 7,920      | 8,090    | 8,090      | 8,080    | 8,060      |

#### Література

1 Хайкин, Саймон. *X15 Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.* : Пер. с англ. - М. ООО "И.Д. Вильямс" 2016. - 1104 с. ISBN 978-5-8459-2069-0

2 Богданова Л. М. *Методи і системи штучного інтелекту : посібник для студентів спеціальності 7.080402 "Інформаційні технології проектування" / Л. М. Богданова – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 124 с.*

### Інноваційні методи управління персоналом, як стратегічним ресурсом підприємства

**Слецьких С.Я.,**

*Донбаська державна машинобудівна академія,*

**Брижниченко В.Є.**

*ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»*

Інновації створюють найбільш сильні конкурентні переваги сучасних суб'єктів господарювання, а передумовою і умовою інноваційного процесу служить наявність на підприємстві інноваційного потенціалу. Інноваційний потенціал організації включає ресурси, які можна використовувати для досягнення позитивних інноваційних результатів: матеріальні, фінансові, інформаційні, організаційні. Важливим інноваційним ресурсом підприємства є персонал, інноваційний потенціал якого заснований на здатності працівників виробляти і ефективно реалізовувати як свої, так і сторонні нові ідеї та проекти. Сучасні методи підвищення ефективності діяльності підприємства вимагають від служби персоналу не тільки обліку кадрів, контролю за дотриманням

трудового законодавства і документообігом, а в першу чергу – формування працездатної і ефективно функціонуючої команди професіоналів.

На сьогодні існують протиріччя між технічним рівнем нового виробництва і існуючим рівнем кваліфікації персоналу, між можливостями освітніх закладів з підготовки, перепідготовки та підвищення розвитку персоналу та недостатнім рівнем підготовки служби управління персоналом до цієї роботи, між рівнями кваліфікації та мотивації працівників, між якісно новими завданнями та існуючою організаційною структурою і стратегією, що реалізується та ін. Подолання вказаних протиріч створює умови для постійного оновлення системи управління персоналом, здатної враховувати складність зовнішнього середовища, передбачати і реалізовувати можливості щодо конструктивного використання інноваційного потенціалу персоналу, удосконалення кадрової роботи на кожному етапі життєвого циклу підприємства. В наукових працях вітчизняних та закордонних вчених пропонується ряд методів ефективного управління персоналом.

До класичних методів відносять: адміністративні, соціально-психологічні, економічні, які відповідно базуються на адміністративній підпорядкованості, створенні нормального психологічного клімату і соціального стимулювання, системі матеріального заохочення [1,2]. Наведені методи потребують розвинення та більш детальної конкретизації з позиції спонукання пошуку та впровадження інноваційних ідей. Більш сучасні методи управління персоналом пропонують використання таких підходів [3]: - участі (пояснити чому працівник важливий у команді, створити відчуття власної значущості; застосовується для нових членів команди та працівників низових ланок); - безпосереднього керівництва; - командної роботи (обмін досвідом, спільне вирішення проблем, колективні поради). Останнім часом значної популярності серед багатьох інноваційних підприємств набула ідея сприйняття персоналу як стратегічного ресурсу. У зв'язку із цим представляє інтерес ще один нестандартний метод пошуку інноваційних ідей, який полягає у використанні чотирьох, так званих «горизонтів сприйняття», кожна з яких представляє собою нову точку зору на

бізнес, споживача та зовнішнє середовище [4,7]. Перший «горизонт» - це заперечення стереотипів, які протягом багатьох років діють у компанії чи в галузі в цілому. Більшість проривних інновацій виникають саме завдяки такому підходу. Іноді важко відмовитись від установлених правил і порядку, тому існують такі методи подолання стереотипів: виявлення догми (складання переліку найважливіших передумов, які використовує компанія в повсякденній діяльності; виділення їх у списку стереотипів, розуміння чому вони існують, спроба замінити їх на альтернативні), пошук абсурдності (погляд на свій бізнес очима споживача, це дозволяє знайти дрібниці, які для нього є абсолютно абсурдними; в результаті народжується нова ідея для покращення результатів своєї діяльності), прийняття «екстремальних» рішень, пошук можливості для «і» (здатність компанії не ставити споживача перед вибором, наприклад, взяти традиційне, але дешевше, чи інноваційне, але дорожче, а запропонувати йому такий варіант, в якому б клієнт був у вигазі з будь-якого боку) [5,7].

Другим «горизонтом» є виявлення і комбінування трендів, що являє собою аналіз тенденцій не лише своєї сфери діяльності, але звернути увагу на зміни зовнішнього середовища і виявити його вплив на бізнес. Це можливо здійснити, виконуючи такі дії: посилювати слабкі сигнали (помітивши зміни і нові тенденції на ранніх стадіях, слід взяти їх до уваги і діяти радикально); досліджувати контекст (детальне вивчення змін і нових тенденцій, для того щоб чітко розуміти як їх розвивати); шукати взаємозв'язки (після пошуку, аналізу тенденцій, слід знайти взаємозв'язок між ними і скомбінувати їх) Третій «горизонт» - поєднання ключових активів і компетенцій, кожна з яких може надати нові можливості для розвитку, а не виокремлення в бізнесі ряду підрозділів. Четвертий «горизонт» - неявні потреби споживачів, тобто це дослідження бажань клієнтів шляхом прямого спостереження, складання карти клієнтського досвіду, використання в своєму бізнесі досвіду компаній зовсім з іншої сфери діяльності, краудсорсінгу (створення інтернет-форумів і соціальних мереж, де споживачі самі зможуть запропонувати нові ідеї) [6,7].

Таким чином, чотири «горизонти сприйняття» представляють собою будівельні блоки для формування нових революційних ідей, проривів, проектів у будь-якій ланці бізнесу і може призвести до його значного розвитку, освоєння нових ринків збуту, задоволення потреб споживачів та піднесення підприємства на новий рівень.

#### *Література*

1. Ансофф І. Стратегічне управління / І. Ансофф. - К.: Економіка, 2011. - 583 с.
2. Блейк Р.Р., Моутон Д.С. Наукові методи управління / Р.Р. Блейк, Д.С. Моутон. - К., 2000. - 239 с.
3. Кузьмін О.Є. Сучасний менеджмент / О.Є. Кузьмін. - Львів, 2005. - 187 с.
4. Планкетт Л., Хейл Г. Вироблення і прийняття управлінських рішень: випереджаюче управління / Л. Планкетт, Г. Хейл. - К.: Економіка, 2004. - 234 с.
5. Еддоус М., Стенсфілд Р. Методи прийняття рішень / М. Еддоус, Р. Стенсфілд. - М.: ЮНИТИ, 2007. - 332 с.
6. Каплан Н.С. Збалансована система показників. Від стратегії до дії. / Н.С. Каплан, Д.П.Нортон - К.: Олімп-Бізнес, 2003. - 210 с.
7. Єлецьких С.Я. Персонал як стратегічний ресурс інноваційного підприємства, / Єлецьких С.Я.- Научний Вестник ДГМА : сб. науч. трудов. – Краматорск, 2015. – № 3 (18Е). – С. 279 – 284

### **Прогнозування ринкової волатильності з використанням часових рядів локальної волатильності на американському ринку акцій**

**Бондаренко М.В.**

*Консультант CapFi Groupe, Франція*

Актуальність теми зумовлено необхідністю якісного прогнозування ринкової волатильності різними учасниками ринку і можливістю використання сучасної моделі локальної волатильності задля досягнення цієї мети.

Метою дослідження є оцінка предиктивної здатності лінійних моделей на базі часових рядів локальної волатильності [1] «у грошах», отриманих з даних цін на опціони Microsoft.

Ряд вчених, зокрема Christensen [2], вважають неявну волатильність «у грошах» хорошою мірою очікуваної варіації ціни на акцію. Саме через це прогнозування такої міри може мати практичне застосування в арбітражі та оцінці опціонів. Основним доробком Крістенсена є калібрування неявної волатильності на базі не перетинаючихся даних за довгий період часу. В цій

роботі ми використовуємо короткий проміжок часу, що не дозволяє використати тільки дані, що не перетинаються. Скалібрувавши матрицю локальної волатильності  $\sigma(K, T)$  у різних точках часу в минулому, вибудовуємо часові ряди локальної волатильності.

Для вхідних даних обрано ціни на ванільні опціони (кол) на акції Microsoft з біржі Nasdaq в кризовий період пандемії з січня по квітень 2020 [3].

На базі цих даних виконано наступні завдання:

- проведено оцінку якості і предиктивної здатності локальної волатильності в однофакторній лінійній моделі залежності з ринковою волатильністю;
- проведено оцінку якості і предиктивної здатності локальної волатильності в багатфакторній лінійній моделі залежності з ринковою волатильністю.

Для перевірки припущень щодо нормального розподілу похибки, необхідних для використання лінійної регресії, проведено аналіз графіків розподілу похибок.

Оцінка якості моделі після розрахунку коефіцієнтів регресії для кожного значення  $T$  (експірації) виконана з застосуванням наступних індикаторів:

- коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) для перевірки якості опису даних з вибірки моделлю [4];
- $t$  та  $F$ -статистика для перевірки гіпотези про значущість параметра регресії в моделі та моделі в цілому відповідно [5];
- тест Дарбіна-Уотсона [6] для перевірки наявності автокореляції в даних.

Оцінка предиктивної здатності моделі проведена з використанням показника  $MSE$  (середнє квадратичне відхилення) на точках крос- та предиктивної валідації [7]:

$$MSE_T = \sum_t \frac{abs(y_T(t) - \widehat{y}_T(t))}{y_T(t)}, \quad (1)$$

де  $T$  – експірація, для якої розраховується відхилення модельних даних від реальних,  $t$  – точка (дата) валідації.

Це моделювання має на меті підтвердити чи спростувати гіпотезу про можливість прогнозувати майбутні значення ринкової волатильності на основі локальної волатильності «у грошах».

$N \times K$  матриця ринкової волатильності  $RealizedVol_{t,T}$  є матрицею стандартних відхилень ціни акцій Microsoft між кожною датою калібрування  $t$  та експірацією  $T$ , порахованою від дати калібрування (2).

$$RealizedVol_{t,T} = \frac{S_{t+T} - S_t}{S_t} . \quad (2)$$

В попередньому дослідженні ми довели, що поліноміальна модель загалом не має кращої предиктивної здатності, тому в цьому дослідженні будемо лінійну однофакторну регресію залежності між ринковою волатильністю і локальною волатильністю «у грошах»:

$$Realized\widehat{Vol}_T(t) = a_T + b_T * LocalVolATM_T(t) , \quad (3)$$

де  $RealizedVol_T(t)$  – змодельоване значення ринкової волатильності для експірації  $T$  у точці  $t$ , а  $LocalVolATM_T(t)$  – локальна волатильність «у грошах» для експірації  $T$  у точці  $t$ .

Тоді:

$$MSE_T = \sum_t \frac{abs(RealizedVol_T(t) - Realized\widehat{Vol}_T(t))}{RealizedVol_T(t)} . \quad (4)$$

За допомогою статистичних тестів доведено наявність лінійної залежності між ринковою волатильністю та довгостроковою локальною волатильністю «у грошах» і, відповідно, значущість довгострокової локальної волатильності в моделі.

За допомогою крос- та предиктивної валідації доведено неможливість прогнозування реальної волатильності з використанням фактора локальної волатильності на точках поза вибіркою.

Моделюємо ринкову волатильність в крайніх датах експірації 0.05 та 0.4 за допомогою багатофакторної регресії, де факторами виступають значення локальної волатильності у всі дати експірації для фіксованої дати калібрування  $t$ . Отже, будемо наступну модель для  $T=0.05$  та  $T=0.4$  (що передбачає прогнозування коротко- та довгострокової волатильності на ринку):

$$\widehat{RealizedVol}_T(t) = a_T + b_T * LocalVolATM_{T_1}(t) + c_T * LocalVolATM_{T_2}(t) + d_T * LocalVolATM_{T_3}(t) + e_T * LocalVolATM_{T_4}(t) + f_T * LocalVolATM_{T_5}(t) + g_T * LocalVolATM_{T_6}(t) , \quad (5)$$

де  $RealizedVol_T(t)$  – змодельоване значення ринкової волатильності для експірації  $T$  у точці  $t$ , а  $LocalVolATM_T(t)$  – локальна волатильність «у грошах» для експірації  $T$  у точці  $t$ ,  $T_1, \dots, T_6$  – всі проміжні значення експірації.

Тоді:

$$MSE_T = \sum_t \frac{abs(RealizedVol_T(t) - \widehat{RealizedVol}_T(t))}{RealizedVol_T(t)} . \quad (6)$$

Доведено, що саме довгострокова локальна волатильність є значущим фактором в прогнозуванні як короткострокової так і довгострокової ринкової волатильності. Це є важливим практичним результатом для наукового та бізнес товариств, адже тепер саме довгострокова локальна волатильність може вважатися ними пріоритетною для побудови арбітражних стратегій та використовуватися при оцінці опціонів на ринку та побудові інших моделей.

В той же час, за допомогою крос- та предиктивної валідації доведено **неможливість** використання локальної волатильності як фактора прогнозування ринкової волатильності і отже відхилено гіпотезу про предиктивну **здатність** моделі.

В цій роботі оцінено предиктивні здатності лінійних моделей на базі часових рядів локальної волатильності «у грошах», отриманих з даних цін на опціони Microsoft.



Доведено наявність лінійної залежності між ринковою волатильністю та довгостроковою локальною волатильністю «у грошах» і, відповідно, значущість довгострокової локальної волатильності в моделі.

Доведено неможливість прогнозування реальної волатильності з використанням фактора локальної волатильності на точках поза вибіркою.

Нарешті, доведено, що саме довгострокова локальна волатильність є значущим фактором в прогнозуванні як короткострокової так і довгострокової ринкової волатильності. Це є важливим практичним результатом для наукового та бізнес товариств, адже тепер саме довгострокова локальна волатильність може вважатися ними пріоритетною для побудови арбітражних стратегій та використовуватися при оцінці опціонів на ринку та побудові інших моделей.

Доведено неможливість використання локальної волатильності як фактора прогнозування ринкової волатильності і отже відхилено гіпотезу про предиктивну здатність моделі.

#### *Література*

1. Dupire, B.: *Pricing with a smile*. *Risk*, 7(1), 18-20 (1994).
2. Christensen, B.J., Prabhala, N.R.: *The relation between implied and realized volatility*, *Journal of Financial Economics*, 50, 125—150 (1998).
3. *Historical Options Data*. Available at : [https://www.ivolatility.com/data/historical\\_data2.html](https://www.ivolatility.com/data/historical_data2.html)
4. Rouaud, M.: *Probability, Statistics and Estimation*. <http://www.incertitudes.fr/book.pdf>. Accessed 3 February 2021.
5. Fisher, R.: *The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52, 399–433 (1918).
6. Durbin, J.; Watson, G. S.: *Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, I*. *Biometrika*, 37 (3–4), 409–428 (1950). doi:[10.1093/biomet/37.3-4.409](https://doi.org/10.1093/biomet/37.3-4.409)
7. Berrar, D.: *Cross-validation*, *Reference Module in Life Sciences*, 2018. DOI: [10.1016/B978-0-12-809633-8.20349-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20349-X)

## РОЗДІЛ 7.

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

### Про моделювання деформування ортотропної циліндричної оболонки еліптичного перерізу з нелінійно-пружних композитних матеріалів

Абросов Ю.Ю., Максимюк В.А., Чернишенко І.С.  
*Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ*

Циліндричні оболонки еліптичного поперечного перерізу є цікавими як в сучасній інженерній справі [1], так і теоретичних дослідженнях [2]. Розрахунки напружено-деформованого стану (НДС) таких оболонок чисельними сітковими методами ускладнюються через так зване явище мембранного замикання (locking) [3]. Воно проявляється у сповільненій, але стійкій, збіжності класичних чисельних методів внаслідок значних згинів за невеликих розтягів. Застосування нелінійно-пружних композитних матеріалів для виготовлення оболонок веде до необхідності врахування в теорії оболонок нелінійних властивостей композитів [3]. Особливістю даного підходу є застосування змішаного функціоналу та нелінійних фізичних співвідношень для нелінійно-пружного ортотропного композитного матеріалу.

В декартовій системі координат  $(x, y, z)$  рівняння серединної поверхні циліндричної оболонки (рис. 1) з півосями еліпса  $a$  і  $b$  має вигляд [2]

$$F(x, y) = \left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 - 1 = 0. \quad (1)$$

Поверхня (1) є віднесеною до криволінійної системи координат  $(s, z, \gamma)$ .

Вісі ортотропії нелінійно-пружного композитного матеріалу [3] збігаються з лініями головних кривин оболонки. Нелінійні фізичні співвідношення в довгій оболонці ( ) за плоского напруженого стану для простих навантажень згідно з теорією пластичності анізотропних середовищ [3] матимуть вигляд:

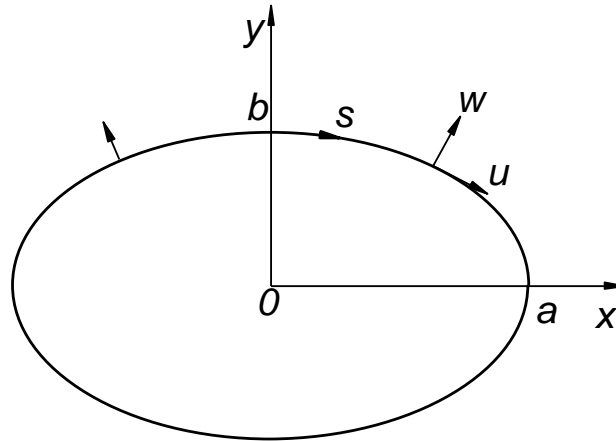


Рисунок 1 – Поперечний переріз циліндричної оболонки

$$\begin{aligned} \left( \frac{1}{E_{ss}} + \Psi q_{ss} \right) \sigma_{ss} + \left( -\frac{\nu_{sz}}{E_{zz}} + \Psi q_{sz} \right) \sigma_{zz} &= e_{ss}, \\ \left( -\frac{\nu_{zs}}{E_{zz}} + \Psi q_{zs} \right) \sigma_{ss} + \left( \frac{1}{E_{zz}} + \Psi q_{zz} \right) \sigma_{zz} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $e_{ss}$  – колова деформація;  $\sigma_{ss}$  і  $\sigma_{zz}$  – компоненти колових і поздовжніх напружень;  $E_{ss}$ ,  $E_{zz}$  та  $\nu_{sz}$ ,  $\nu_{zs}$  – модулі пружності та коефіцієнти поперечної деформації ортотропного матеріалу. Його нелінійні властивості в (2) описуються функцією  $\Psi(f)$  [3], яка залежить від квадратичної форми напружень  $f$ . Рівняння (2) є суттєво нелінійними.

Моделювання НДС оболонки базується на основі варіаційних принципів з використанням змішаного функціонала [3, 4]. Виходячи з принципу віртуальної роботи, вважаючи, що згідно з методом послідовних наближень у формі додаткових напружень величини нелінійних складових відомі з попереднього наближення і не варіюються, варіаційне рівняння можна подати у вигляді

$$\delta \Pi = \delta(\Pi^L + \Pi^N) = 0,$$

де позначено [4]

$$\Pi^L = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} \left( T_{ss}^L \varepsilon_{ss} + T_{zz}^L \varepsilon_{zz} + M_{ss}^L \kappa_{ss} \right) d\Omega - \iint_{\Omega} p w d\Omega + \iint_{\Omega} T_{s\gamma}^f \varepsilon_{s\gamma} d\Omega - \frac{1}{2} \iint_{\Omega} C_{ss} (\varepsilon_{ss} - \varepsilon_{ss}^f)^2 d\Omega, \quad (3)$$

$$\Pi^N = \iint_{\Omega} \left( T_{ss}^{Nf} \varepsilon_{ss} + T_{zz}^{Nf} \varepsilon_{zz} + M_{ss}^N \kappa_{ss} \right) d\Omega. \quad (4)$$

Функціонал  $\Pi(u, w, \varphi, T_{s\gamma}^f, \varepsilon_{ss}^f)$  залежить від чотирьох варійованих функцій: двох переміщень, кута повороту, зусилля  $T_{s\gamma}^f$ , яке має фізичний зміст перерізуючої сили, та колової деформації-функції  $\varepsilon_{ss}^f$ . Переваги такої побудови функціонала викладено в [4]. В лінійній частині функціонала (3) перший доданок є енергією пружних деформацій, другий – роботою поверхневої сили, третій реалізує геометричну частину гіпотез Кірхгофа-Лява методом множників ( $T_{s\gamma}^f$ ) Лагранжа., четвертий сприяє зменшенню мембранного замикання. В нелінійній частині функціонала (4) нелінійні складові зусиль  $T_{ss}^{Nf}$  і  $T_{zz}^{Nf}$  на відміну від лінійних  $T_{ss}^L$  і  $T_{zz}^L$  залежать від деформації-функції  $\varepsilon_{ss}^f$ , а не деформації-формули  $e_{ss}$ . Слід відмітити використання у (3-4) позначень верхнім індексом ( $f$ ) для зусиль і деформації, що підкреслює відмінність між величиною-формулою й величиною-функцією і має певне методологічне значення.

Лінеаризована задача зводиться до знаходження варіаційно-різницеvim методом в кожному наближенні стаціонарних значень функціонала [4]

$$\Pi^{LN} = \Pi^L + \Pi^N.$$

Математичне моделювання НДС циліндричної оболонки з нелінійно пружного ортотропного 8-шарового органопластику [3] для ряду значень  $a/b$  дозволило зробити висновки щодо особливостей її деформування.

Врахування фізичної нелінійності веде до зменшення напружень та збільшення прогинів і деформацій біля полюсів еліпса циліндричної оболонки. Можна очікувати, що в деформуванні тонких довгих циліндричних оболонок неколового перерізу геометрична нелінійність проявиться за нижчих рівнів навантаження ніж фізична. Колові напруження в лінійно-пружній оболонці на відміну від нелінійно-пружної не залежать від властивостей матеріалу.

#### Література

*I. Boulle A., Dubé M., Gosselin F.P. Parametric study of an elliptical fuselage made of a sandwich composite structure // Mech. Res. Comm. –2015.– 69.– P. 129–135.*

2. Abrosov Yu. Yu., Maksimyyuk V.A., Chernyshenko I.S. *Influence of Cross-Sectional Ellipticity on the Deformation of a Long Cylindrical Shell* // *Int. Appl. Mech.* – 2016. – 52, N 4. – P. 529–534.

3. *Концентрация напряжений* / Гузь А.Н., Космодамианский А.С., Шевченко В.П. и др. – К.: “А.С.К.”, 1998. – 387с. – (Механика композитов: В 12-ти т.; Т. 7).

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

## **Параметричне моделювання при автоматизованому проєктуванні індивідуального спінального імпланту**

**Мироненко Н.В., Гладкова О.М., Пархоменко А.В.**  
*Національний університет «Запорізька політехніка»*

Як відомо, тривимірне параметричне моделювання лежить в основі ідеології сучасних CAD-систем, а параметричний опис об'єкта є базою для всього процесу автоматизованого проєктування (АП). Тим не менш, параметризація біомедичних конструкцій має свою специфіку та базується на пошуку компромісу між анатомічною правильністю, надійністю, вагою, складністю та вартістю виробу. Зокрема, є низка проблем, пов'язаних з проєктуванням імплантів та протезів з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнтів, рівня їх потреб та активності [1].

Як показали проведені дослідження, хоча можливості табличної параметризації досить обмежені, тим не менш вона знаходить широке застосування у сучасних параметричних CAD-системах, оскільки дозволяє істотно спростити та прискорити створення бібліотек стандартних і типових деталей. Саме тому, таблична параметризація може бути рекомендована для використання при АП протезів та імплантів при створенні різних типорозмірів в залежності від індивідуальних анатомічних особливостей пацієнтів [2].

Система PTC Creo [3] надає інтелектуальне середовище проєктування, тому може бути рекомендована для розробки параметричної моделі біомедичної конструкції. В якості об'єкта проєктування було обрано популярний спінальний імплант Coflex®, який традиційно виготовляється п'яти стандартних розмірів [4]. Тим не менш, варіації розмірів певних частин імплантату можуть

знадобитися для повного врахування індивідуальних особливостей пацієнта. Тому, тема роботи є актуальною.

Запропонована архітектура інтегрованого середовища розробки базується на організації взаємодії Creo Parametric з інструментами Excel Analysis та Program. Вхідні дані для проєктування індивідуального імплантату Coflex можуть бути отримані методом комп'ютерної томографії пацієнта. Виявлення та аналіз порушень здійснює лікар, який приймає рішення про особливості протезування, формує вимоги щодо модифікації базової конструкції імплантату (рис.1, а) та вносить дані в таблицю Excel (рис.1, б).

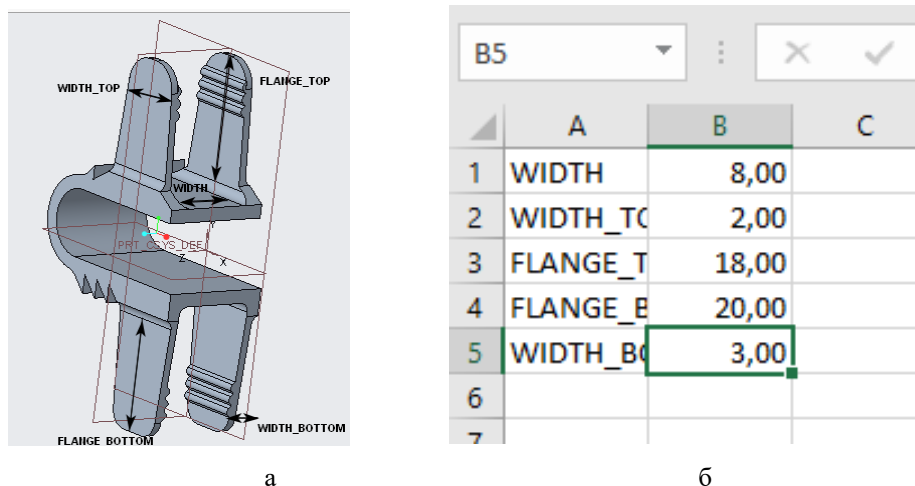
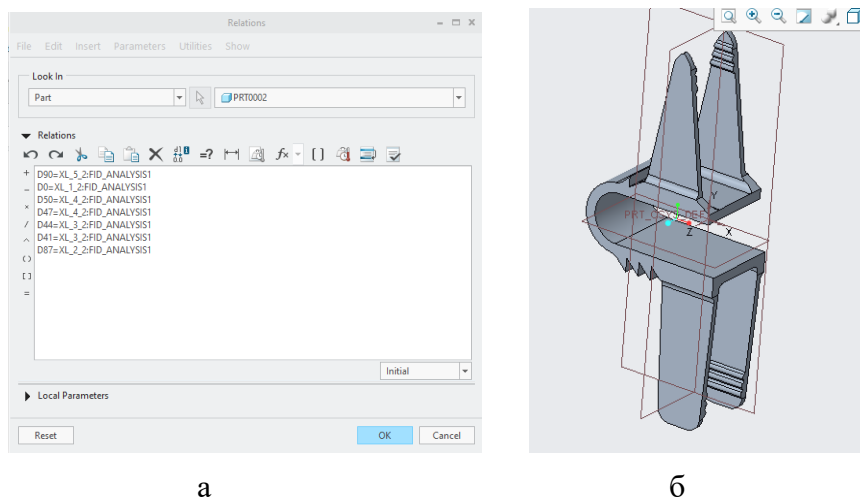


Рисунок 1 – Базова конструкція імпланту (а) та Excel таблиця розмірів (б)

За допомогою інструменту Excel Analysis дані комірок створеного файлу Excel завантажуються у середовище Creo Parametric та будуються відношення між параметрами моделі та значеннями таблиці. У результаті отримуємо параметричний опис моделі (рис. 2, а), згідно з яким можна регенерувати модель відповідно до заданих параметрів. Результати побудови індивідуальної конструкції спінального імпланту наведено на рисунку 2, б.

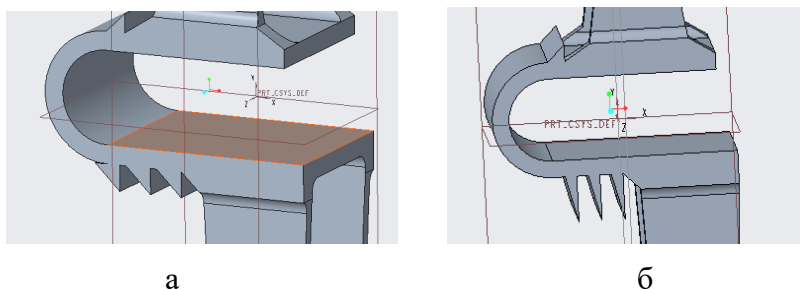


а

б

Рисунок 2 – Параметричний опис (а) та індивідуальна конструкція імпланту (б)

Для швидкого редагування унікальних частин імпланту (наприклад, масиву зубців) можливо застосувати інструмент Program та створити параметризований опис моделі. Для взаємодії з проєктувальником створюється блок із запитом щодо побудови масиву зубців з подальшим введенням їх розмірів. Базовий варіант геометрії масиву зубців та результат регенерації моделі з застосуванням розробленої програми наведено на рисунку 3.



а

б

Рисунок 3 – Базовий (а) та модифікований (б) варіанти масиву зубців імпланту

Використання створеного інтегрованого середовища розробки унікальних частин біомедичної конструкції на основі базової 3D-моделі дозволяє прискорити процес автоматизованого проєктування спінального імпланту з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнтів.

Впровадження інструментарію Excel Analysis та Program відкриває шляхи для подальшого удосконалення форми та масо-габаритних показників

біомедичних конструкцій. Запропонований підхід може бути реалізований при автоматизованому проєктуванні інших імплантів та протезів.

#### *Література*

1. *Parkhomenko, A. Investigation and realization of prototyping technologies for robotic-prostheses computer aided design / A. Parkhomenko, O. Gladkova, Y. Zalyubovskiy // The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics: XV International Conference, Lviv, February 26 – March 2, 2019: proceedings. – Los Alamitos: IEEE.–2019.–P. 5-8*
2. *Information technology of robotic prosthesis computer-aided design based on parametric modeling / [A. V. Parkhomenko, O. M. Gladkova, Y. I. Zalyubovskiy et al.], in 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 1016, 012016*
3. *Gaget, L. Top 8 of the best parametric modeling software in 2021 [Online]. / L. Gaget. – Available: <https://www.sculpteo.com/blog/2018/03/07/top-8-of-the-best-parametric-modeling-software/> (Last access 14.04.2021).*
4. *How the coflex® Device Works [Online]. Available: <http://surl.li/lvat> (Last access 14.04.2021).*

### **Автоматизована система налаштування листопрямильної машини на основі регресійного моделювання процесу правки товстих листів**

**Грибков Е.П., Трошин В.Д.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Виправлення листів є одним з важливих етапів отримання якісної металопродукції. Підвищення вимог до геометричних характеристик листопрокатної продукції визначає розвиток листопрямильних машин з точки зору підвищення ефективності процесу і розширення їх можливостей для реалізації правки не тільки поздовжньої кривизни, а й хвилястості, що можливо при використанні вигину робочих роликів [1-3]. Зазначене робить актуальним розвиток математичних моделей процесу правки для визначення необхідних параметрів налаштування роликів.

Основне завдання математичного опису процесу правки листового металопрокату полягає у визначенні енергосилових параметрів, необхідних для проєктування обладнання та у визначенні залишкової кривизни листа, необхідної для визначення технологічних параметрів машини. В якості методів моделювання використовуються аналітичні та скінченно-елементні моделі. Чисельні моделі мають високу швидкодію, що дозволяє їх використовувати в



автоматичній системі керування. Скінченно-елементні моделі вимагають великих витрат машинного часу на розрахунок, але дозволяють отримувати більш точні результати з широким урахуванням впливу факторів на процес, а також отримувати рішення в тривимірній площині, що є необхідним для виправлення поперечної хвилястості. Але вирішення задач на основі методу скінченних елементів неможливо через великий час розрахунку, що робить актуальним регресійне моделювання даного процесу.

Метою даної роботи є визначення впливу величини вигину і перекриття робочих роликів листоправильної машини на виправлення дефекту повздожньої та поперечної хвилястості листів на основі регресійних моделей, отриманих на результатах скінченно-елементного моделювання.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені та вирішені наступні завдання:

- створення тривимірної моделі процесу правки листового прокату на основі використання методу скінченних елементів;
- на основі реалізації розробленої скінченно-елементної моделі встановити вплив технологічних параметрів роликів на виправлення дефекту хвилястості листів;
- на основі отриманих результатів скінченно-елементної моделі розробити регресійну модель за умовами її роботи в системі автоматизованого керування листоправильною машиною.

Типовий процес розробленого програмного комплексу полягає в наступному: користувач ввів сортамент листів в програму; відбувається розрахунок налаштування роликів для виправлення повздожньої кривизни на основі аналітичної моделі; відбувається розрахунок впливу згину робочого ролика на виправлення поперечної кривизни на основі скінченно-елементної моделі; на основі результатів скінченно-елементної моделі для окремих товщин листа відбувається регресійне моделювання; виконується статистичний аналіз отриманих результатів та видається рішення о можливості використання регресійної моделі в системі керування листоправильною машиною.

Висновки. Розроблені програмні засоби з регресійного моделювання процесу правки товстих листів дозволяють використовувати результати тривимірного скінченно-елементного моделювання процесу в автоматичній системі керування листопрямуючою машиною, що дозволяє підвищити якість готової продукції за рахунок впровадження нової технології правки листів.

#### *Література*

1 Шинкин В. Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатирольковой листопрямой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate / В. Н. Шинкин // Производство проката. – 2014. – № 8. – С. 26–34.

2 Liu Zhifang. A new model for the plate leveling process based on curvature integration method / Zhifang Liu, Yongqin Wang, Xingchun Yan // International Journal of Mechanical Sciences. – 2012. – Vol. 54, Issue 1. – pp. 213-224. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2011.10.011>.

3 Barabash A. V. Straightening of Sheet with Correction of Waviness / A. V. Barabash, E. Yu. Gavril'chenko, E. P. Gribkov, O. E. Markov // Steel in Translation. – 2014. – Vol. 44. – No. 12. – pp. 916–920. <http://dx.doi.org/10.3103/S096709121412002X>.

### **Програмний комплекс для автоматизованого розрахунку фізико-механічних властивостей порошкових матеріалів**

**Грибков Е.П., Панарін М.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

В даний час з'являється безліч порошкових матеріалів різноманітного складу, опис процесу деформації яких вимагає проведення додаткових експериментів. Відзначене робить доцільним розробку програмного комплексу з автоматизованого визначення фізико-механічних властивостей нових порошкових композицій.

Для опису напружено-деформованого стану при обробці тиском порошкових матеріалів необхідним є знання залежностей між напруженнями і щільністю порошкового середовища, тобто знання умови пластичності. Такі феноменологічні моделі механіки ґрунтів як моделі Кулона-Мора, Друкера-Прагера, Cam-Clay і CAP [1...4] широко використовуються для опису властивостей порошків при обробці тиском. Застосування таких моделей поведінки порошкових матеріалів полегшує використання методів скінченних елементів.

Типовий процес розробленого програмного комплексу для автоматизованого розрахунку фізико-механічних властивостей порошкових матеріалів полягає в наступному: користувач ввів дані в програму, відбувається розрахунок коефіцієнтів, що описують фізико-механічні властивості порошку, перевіряються отримані дані в CAE - системі та формується звіт.

Для опису бізнес-логіки в даному випадку доцільно використовувати методологію структурного аналізу і проектування SADT. У контекстній діаграмі SADT-моделі виконавцями є користувач і ПК. Структурно-функціональна діаграма 0-го рівня процесу автоматизованого розрахунку фізико-механічних властивостей металевих порошків має на вході результати експериментальних досліджень процесу пресування досліджуваної порошкової композиції в закритій матриці у вигляді масивів висоти заготовки, значень осьових та радіальних напружень та відносної щільності порошку. SADT-модель регламентується вимогами на результати експерименту, методикою аналітичного розрахунку та вимогами до моделей в Abaqus CAE в динамічній постановці. На виході отримуються коефіцієнти, що описують фізико-механічні властивості порошку, поля розподілів напружень, деформацій і щільності при пресування та результати статистичної обробки результатів отриманих рішень в співвідношенні до експерименту

На першому етапі структурно-функціональної моделі першого рівня розробленого програмного комплексу проводиться введення результатів експериментальних досліджень процесу пресування досліджуваної порошкової композиції в закритій матриці у вигляді масивів висоти заготовки, значень осьових та радіальних напружень та відносної щільності порошку. Всі вибрані параметри перевіряються на відповідність вимогам до результатів експерименту. На виході з даного блоку видається розподіл напружень та щільності від ступеня деформації.

На другому етапі проводиться аналітичний розрахунок фізико-механічних властивостей металевих порошків. Вхідними параметрами даного етапу є дані з першого етапу. Регламентується розрахунок вимогами з методики аналітичного

розрахунку, а саме діапазоном її реалізації. У разі досягнення відносної щільності порошку більше одиниці видається помилка і здійснюється повертання на перший етап для корегування вхідних даних. На виході з даного етапу видаються коефіцієнти, що описують фізико-механічні властивості металевих порошків за аналітичною моделлю на основі еліптичної умови пластичності.

На третьому етапі проводиться розрахунок процесу пресування порошків в закритій матриці на основі отриманих фізико-механічних властивостей аналітичної моделі та оброблених результатів експериментів за допомогою скінченно-елементної моделі. Вхідними параметрами на даному етапі є результати першого та другого етапів. Регламентуючим фактором на даному етапі є вимоги до моделей Dynamic Explicit Abaqus CAE. Вихідними даними на даному етапі є поля розподілів напружень, деформацій та щільності при пресуванні.

На четвертому, заключному, етапі перевіряються отримані фізико-механічні властивості порошків на основі аналітичної моделі з результатами скінченно-елементного моделювання. Вхідними параметрами на даному етапі є оброблені результати експериментів та поля розподілів напружень, деформацій та щільності при пресуванні. Регламентується розрахунок вимогами з методики аналітичного розрахунку. Вихідним параметром четвертого етапу є результати статистичної обробки результатів отриманих рішень в співвідношенні до експерименту. У разі невідповідності більше 15% видається помилка «невідповідність аналітичної та скінченно-елементної моделей» і здійснюється повертання на перший етап.

Висновки. Ефективність розробленого програмного комплексу полягає в зниженні трудомісткості та часу на розрахунок фізико-механічних властивостей металевих порошків. Крім цього скорочується вплив людського фактору при проведенні розрахунків, що дозволяє опрацювати набагато більшу кількість варіантів опису властивостей. Економічний ефект від впровадження результатів програмного комплексу полягає в зниженні термінів розрахунку, а також більш точне визначення коефіцієнтів за рахунок співставлення результатів аналітичної та скінченно-елементної моделей.

### Література

1 Es-Saheb M. H. *Diametral compression test: validation using finite element analysis* / M. H. Es-Saheb, A. Albedah, F. Benyahia // *Int J Adv Manuf Technol.* – 2011. – № 57 (5-8). – pp. 501–509. – doi: 10.1007/s00170-011-3328-0.

2 *Modeling the powder compaction process using the finite element method and inverse optimization* / M. Hrairi, H. Chtourou, A. Gakwaya, M. Guillot // *Int J Adv Manuf Technol.* – 2011. – № 56(5-8). – pp. 631–647. – doi: 10.1007/s00170-011-3211-z.

3 Keshavarz Sh. *Genetic algorithm-based numerical optimization of powder compaction process with temperature-dependent cap plasticity model* / Sh. Keshavarz, A. R. Khoei, Z. Molaeinia // *Int J Adv Manuf Technol.* – 2013. – № 64(5-8). – pp. 1057–1072. – doi: 10.1007/s00170-012-4053-z.

4 *Numerical simulation and experimental study on geometry variations and process control method of vertical hot ring rolling* / X. Wang, L. Hua, X. Han, X. Wang, D. Wang, Y. Liu // *Int J Adv Manuf Technol.* – 2014. – № 73(1-4). – pp. 389–398. – doi: 10.1007/s00170-014-5770-2.

## **Програмний комплекс для автоматизованого проєктування обладнання для виробництва U-образного профілю**

**Грибков Е.П., Діденко А.О.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

З кожним роком зростає споживання листа металу, зігнутого особливим способом - профільованого листа. Найбільше застосування даний продукт знайшов себе в будівництві. Найсучаснішим процесом виробництва такого листа є його формозміна в спеціальних прокатних лініях, де основним інструментом є ролики різного профілювання.

Сучасні вимоги до обладнання вимагають постійного вдосконалення й технологічних й конструктивних параметрів процесів згинання та профілювання за такими основними напрямками: широке оснащення обладнання сучасними високочутливими і швидкодіючими засобами контролю, а також системами автоматичного регулювання технологічних параметрів процесів згинання та профілювання; повна механізація допоміжних операцій і, як наслідок, зведення до мінімуму непродуктивних витрат робочого часу.

Існуючі сучасні САЕ системи, засновані на методі скінченних елементів, в необхідному ступені вирішують поставлене завдання, проте істотним їх недоліком є складність введення вихідних даних і тривалість розрахунку, яке при певному наборі початкових умов навіть на найсучасніших ЕОМ може досягати

декількох діб. Тому, виникає завдання створення алгоритму, що дозволяє виробляти автоматизований розрахунок енергосилових параметрів, з подальшим розрахунком на міцність робочого інструмента, за рахунок впровадження нових ефективних інформаційних комп'ютерних технологій. Це стало причиною для створення автоматизованої системи з розрахунку енергосилових параметрів процесів профілювання заготовок інструментом різної конфігурації.

Метою роботи є зниження термінів на проектування обладнання, а також підвищення конкурентоспроможності обладнання на світовому ринку. З огляду на вищесказане, був розроблений програмний продукт, призначений для розрахунку енергосилових параметрів процесу профілезгинання. У розробленому програмному продукті використовується математична модель [1...3] визначення енергосилових параметрів процесу профілезгину.

Типовий процес розробленого програмного комплексу для для автоматизованого проектування обладнання для виробництва U-образного профілю полягає в наступному: користувач ввів дані в програму, відбувається розрахунок енергосилових параметрів процесу на основі аналітичної моделі, обробляються дані для всього сортаменту, обирається з бази даних електродвигун агрегату і розраховуються профілезгинальні валки на міцність з вибором підшипників для опор та формується звіт з параметрами основних елементів машини.

Структурно-функціональна діаграма 0-го рівня процесу автоматизованого проектування обладнання має на вході сортамент продукції з вказівкою матеріалів, товщини листа та геометричних розмірів профілю. SADT-модель регламентується вимогами на сортамент, методикою аналітичного розрахунку та ДСТУ на гнуті профілі. На виході отримуються енергосилові параметри процесу, параметри електродвигуна з каталогу, геометричні розміри валків та параметри підшипників.

Висновки. Розроблені програмні засоби з автоматизованого розрахунку енергосилових характеристик і конструктивних параметрів дозволяють істотно знизити час на проектування обладнання, виключити помилки, що виникали

через людський фактор і, як наслідок, отримати можливість конкурувати з кращими зарубіжними виробниками профілезгинальних агрегатів.

#### *Література*

1. Грибков Э.П. Математическое моделирование профилирования полос / Э.П. Грибков, А.В. Завгородний, В.А. Горохов // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2015. – № 3 (36). – С. 38-45.

2 Дослідження впливу радіусу згину заготовки на енергосилові параметри процесу профілезгину / Грибков Е. П., Доброносів Ю. К. Свешников І. А. // Обработка материалов давлением : сборник научных трудов. – № 1 (46). – Краматорск : ДГМА, 2018. – С. 66-72.

3 Математическое моделирование профилирования ободьев колес / Грибков Э.П., Гаврильченко Е.Ю., Мережко Д.В. // Актуальные проблемы в машиностроении. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – №3 – С. 330-335.

### **Удосконалення методики автоматизованого розрахунку технології гнуття листів та конструкції роликозгинальної машини**

**Гурковська С.С.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Способи отримання коліс методами листового штампування, як і інші альтернативні технологічні процеси не можуть бути застосовані для масового виробництва габаритних ободів коліс в силу різних причин техніко-економічного характеру. В даний час основним напрямком у виробництві ободів коліс автотранспортних засобів з листового матеріалу є технологія профілювання [1–3]. Така технологія дозволяє змінити форму вихідної об'ємної порожнистої заготовки – зварної циліндричної обичайки, надавши їй геометрію та розміри готового виробу – автомобільного колеса. Тривалий світовий досвід отримання ободів коліс показав, що подібні вироби найдоцільніше виготовляти за допомогою профілювальних роликів. Елементи заготовки-обичайки в осередку деформації піддаються багаторазової циклічної та миттєвої дії локальних деформувальних сил при безперервному переміщенні зони контакту [4]. Такий спосіб виготовлення ободів коліс називають радіальним або радіально-ротаційним профілюванням.

Однак слід зазначити, що ряд питань, пов'язаних з підвищенням ефективності промислових умов реалізації процесів гнуття заготовок –

циліндричних обичайок є невивченим або вивчені недостатньо повно, зокрема, з точки зору енергосилових параметрів, що робить актуальним проведення подальших досліджень закономірностей цих процесів для виробництва зазначеної продукції. Все це робить актуальним подальший розвиток методів автоматизованого розрахунку і проектування обладнання для гнuttя листового металопроката. Крім того, доцільним є постановка і вирішення завдань оптимізаційного плану з подальшим виходом на створення відповідних систем автоматизованого проектування і систем автоматичного регулювання.

В рамках аналізу напружено-деформованого стану металу при його згинанні на тривалкових листозгинальних машинах був виконаний розрахунок з використанням методу скінченних елементів в системі Abaqus CAE. Виконувалася дискретизація обсягу (побудова кінцево-елементної сітки), займаного моделлю, на елементарні області (кінцеві елементи). Для моделювання роликів були використані тривимірні елементи, що деформуються. Моделювання листа відбувалося з використанням елементів S4R - чотирьох вузлові, прямокутні елементи оболонки з контролем руйнування.

Як приклади результатів чисельної реалізації моделі на рис. 1 представлені розрахункові розподіли основних компонент напружено-деформованого стану металу по висоті поперечного перерізу листа, що піддається вигину.

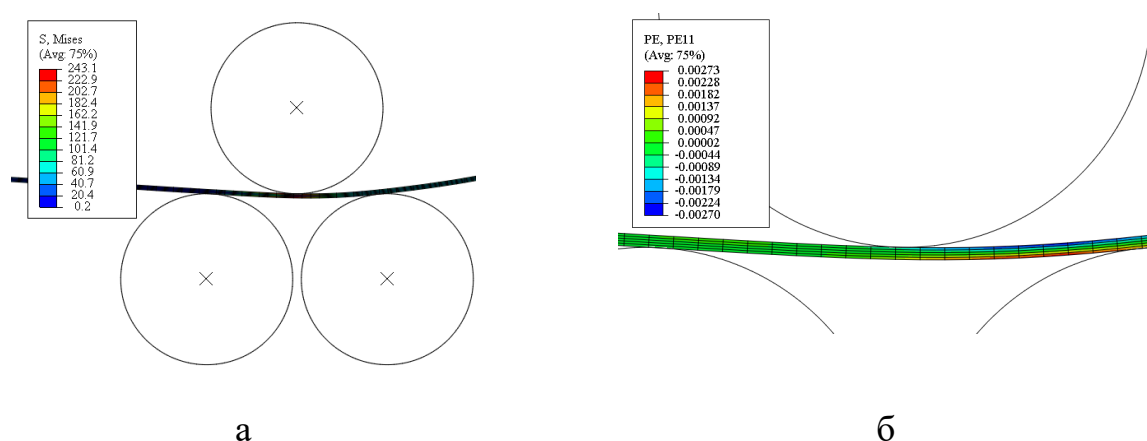


Рисунок 1 – Розрахункові розподіли еквівалентних напружень (а) і деформацій (б) в листі при розрахунку процесу гнuttтя в пакеті Abaqus CAE

Експериментальні дослідження результируючих геометричних



характеристик листів при згинанні були проведені на лабораторних експериментальній 3-х роликової листозгинальна машина 100x105x250 ДДМА, загальний вигляд якої представлений на рис. 2. Крок машини 105 мм, діаметр бочки валків 100 мм, довжина бочки валка 250 мм.

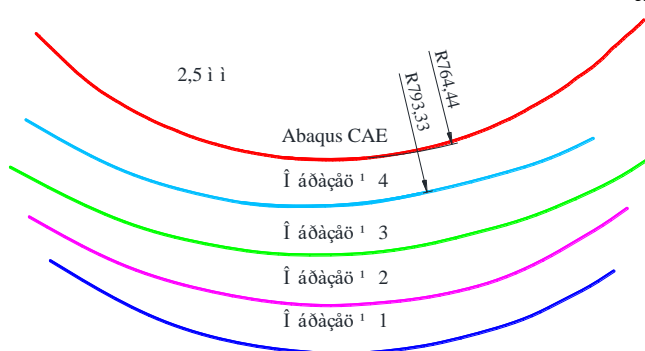
Кількісна і якісна оцінка ступеня відповідності результатів експериментальних досліджень і скінченно-елементної моделі представлена на рис. 3.



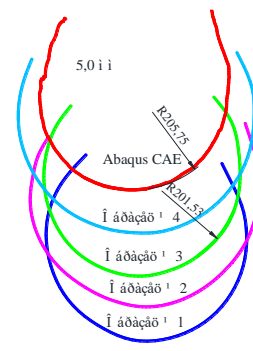
Рисунок 2 – Загальний вигляд лабораторної експериментальної машини



а



б



в

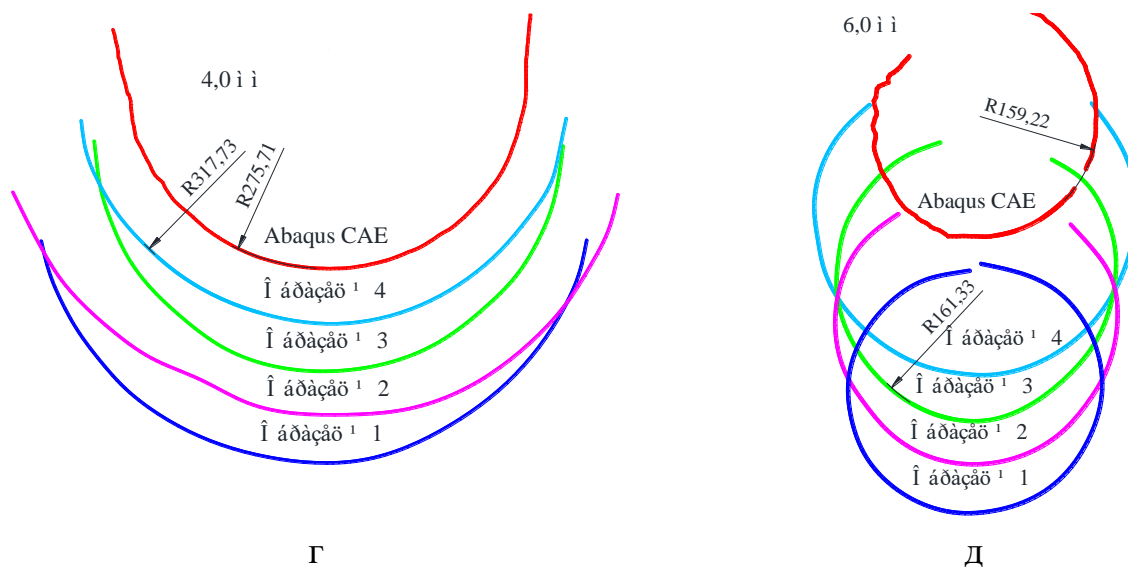


Рисунок 3 – Емпіричні і теоретичні види заготовки після гнуття в залежності від зміщення середнього ролика:

а – загальний вид заготовок; б – 2,5 мм; в – 5,0 мм; г – 4,0 мм; д – 6,0 мм

Крім скінченно-елементної в роботі була використана чисельна аналітична модель на основі рекурентного рішення кінцево-різницевої форми умов статичної рівноваги виділених елементарних об'ємів осередку деформації. Порівняння результатів експериментальних досліджень і результатів використовуваних моделей представлені на рис. 4. На основі статистичної обробки отриманих масивів було встановлено, що критерій Фішера при порівнянні результатів експериментів і чисельної аналітичної моделі склав - 0,949, а при порівнянні експериментів і скінченно-елементної моделі - 0,931, що цілком задовільно і підтверджує можливість використання аналітичної моделі для вирішення задач оптимізаційного плану, а скінченно-елементної - для дослідження напружено-деформованого стану при вдосконаленні процесів згинання листового металопрокату на роликовій гибочній машині.

Крім моделювання безпосередньо процесу гнуття необхідно враховувати особливості проектування обладнання. Важливим етапом при створенні обладнання є розробка технічної пропозиції, яка ґрунтується на технічному завданні і визначає вид, конструктивне виконання, масу і ціну обладнання. Даний вид робіт виконує інженер-конструктор і при цьому він вирішує наступні питання:



Рисунок 4 – Результати експериментальних і теоретичних досліджень процесу гнуття листів

- вибір параметрів роликосгинальної машини за інженерними методиками на основі заданого в технічному завданні сортаменту (визначення діаметру і кроку роликів);
- розрахунок силових параметрів процесу гнуття (сили, моменту, потужності);
- виконання розрахунків міцності основних вузлів і механізмів;
- розрахунок налаштувань роликосгинальної машини для всього типорозміру листів;
- визначення якості процесу гнуття та її відповідності стандартам;
- ескізне опрацювання основних вузлів машини;
- розробка технічної пропозиції.

Для проектування конструктивних параметрів роликосгинальної машини (РЗМ) був розроблений програмно-методичний комплекс, який виконує розрахунок в наступній послідовності:

1) Необхідно ввести вихідні дані з сортаменту листів та радіусу згину, що вимагається. На першому етапі проектування РЗМ необхідно виконати розрахунок діаметру та кроку роликів. При цьому отримані значення пропонуються користувачу підтвердити.

2) На другому етапі виконується вибір підшипників робочих роликів. Підпрограма використовує зовнішній файл з параметрами підшипників в форматі xls.

3) Надалі безпосередньо виконується розрахунок технологічних режимів гнуття з викликом бібліотеки Gibka. На цьому етапі розраховується увесь діапазон сортаменту листів.

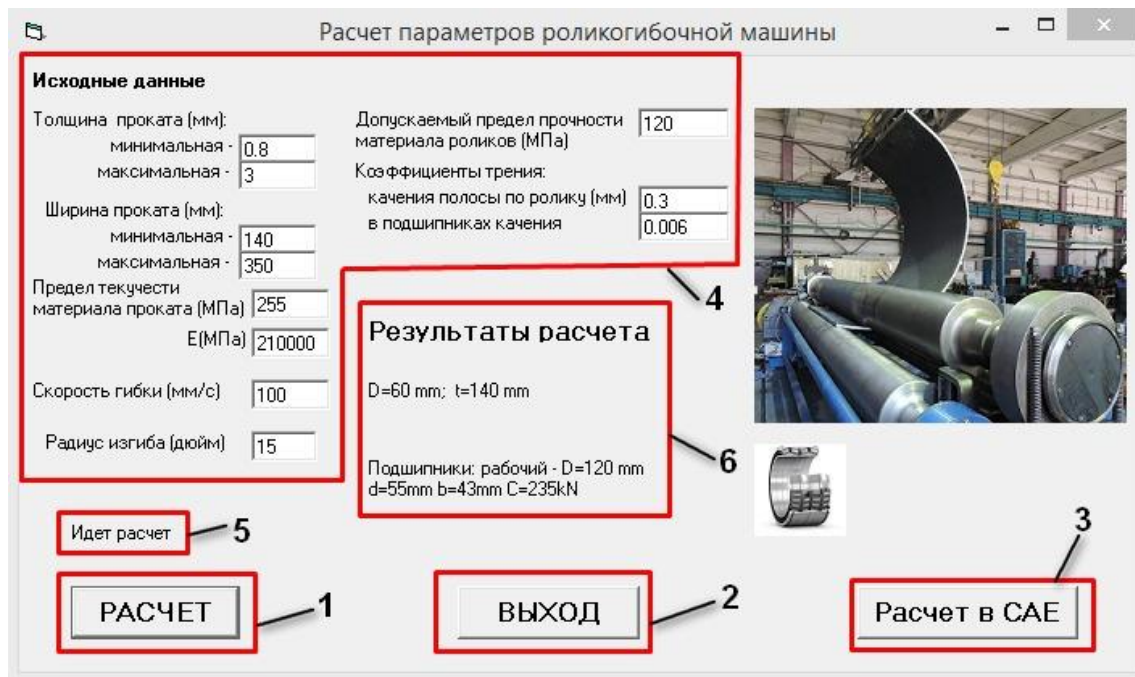
4) Для відображення результатів проектування викликається клас Processing, який візуалізує отримані залежності, а також по запиті формує файл результатів в форматі xls.

5) Для перевірки отриманих технологічних режимів, а також оцінки адекватності прийнятих рішень користувач з головної форми може викликати клас CalcCAE, що формує скрипт-файл моделі процесу гнуття листів в форматі Python і викликає зовнішнє середовище Simulia Abaqus CAE для розрахунку.

При наявності файлу розрахунку в середовищі Simulia Abaqus CAE користувач має можливість отримати безпосередньо на форму результати статистичного аналізу сталості процесу гнуття на основі аналізу розподілу сили за часом, а також геометричну форму отриманої заготовки. Ці обидва аналізи виконуються також на основі побудови скрипт-файлу, запуску Abaqus CAE та обробки зовнішніх файлів результатів, отриманих експортом з Abaqus CAE.

Програмний комплекс для автоматизованого проектування конструктивних параметрів роликотгинальної машини представляє собою віконний додаток, що реалізує розрахунок конструктивних параметрів РЗМ та елементи інтерфейсу для взаємодії з користувачем. Інтерфейс з основними елементами зображений на рисунку 5.

Після розрахунків користувачеві автоматично буде завантажено форму з результатами розрахунку, вигляд якої представлено на рис. 6. В разі активації в головній формі користувачем режиму «Розрахунок в CAE» активується форма відповідного класу, вигляд якої представлений на рис. 7.

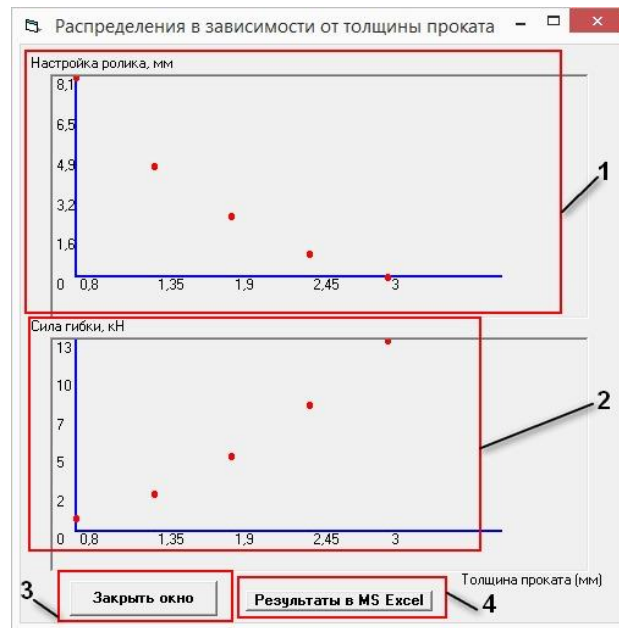


1 – запуск режиму розрахунку конструктивних параметрів РЗМ; 2 – вихід з ПК; 3 – запуск режиму розрахунку технології процесу гнуття листів на РЗМ за допомогою зовнішнього середовища Simulia Abaqus CAE; 4 – поле вводу вихідних даних; 5 – статус розрахунку; 6 – поле результатів розрахунку конструктивних параметрів РЗМ.

Рисунок 5 – Елементи інтерфейсу головної форми ПК для автоматизованого проектування конструктивних параметрів РЗМ

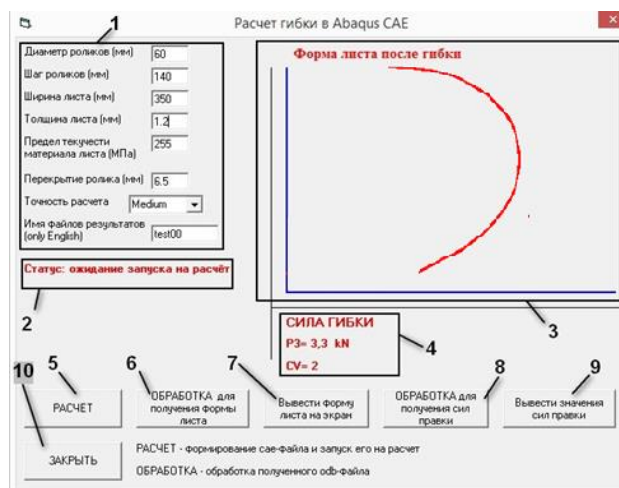
В даній роботі розглядалася науково-практична проблема створення програмного комплексу з автоматизованого проектування конструктивних параметрів роликгогибочної машини, що дозволить знизити витрати на проектування обладнання та технології згинання листів. Розроблена методика розрахунку конструктивних параметрів РЗМ з урахуванням технологічних режимів обробки всього сортаменту яка дозволяє знайти їх раціональні значення, але для уточнення напружено-деформованого стану з урахуванням нерівномірності розподілу деформацій по довжині заготовки, а також визначення стабільності процесу необхідно використання САЕ-системи. Перспективними напрямками досліджень для подальшого вдосконалення програмного комплексу для автоматизованого проектування конструктивних параметрів РЗМ є

підвищення інформаційного забезпечення інженерної діяльності в машинобудуванні.



1 – залежність необхідного обтиснення від товщини листів; 2 – залежність сили гнуття від товщини листів; 3 – закрити вікно та повернутися на головну форму; 4 – сформувати файл результатів розрахунку в форматі xls.

Рисунок 6 – Елементи інтерфейсу ПК результатів розрахунку конструктивних параметрів РЗМ



1 – поле для введення вихідних даних; 2 – статус розрахунку; 3 – поле зображення геометричної форми листа після гнуття; 4 – поле зображення значення сил гнуття; 5 – активація режиму розрахунку в середовищі Simulia Abaqus CAE; 6 – активація режиму обробки файлів результатів розрахунку форми заготовки; 7 – активація режиму відображення результатів розрахунку форми заготовки; 8 – активація режиму обробки файлів результатів розрахунку сили гнуття; 9 – активація режиму відображення результатів розрахунку сили гнуття; 10 – закрити вікно та повернутися на головну форму.

Рисунок 7 – Елементи інтерфейсу ПК для розрахунку середовищі Abaqus CAE

#### *Література*

1. Мошин Е. Н. Гибка и правка на ротационных машинах. М. : Машиностроение, 1967. 272 с.
2. Мошин Е. Н. Гибочные и правильные машины. М. : МАШГИЗ. 1956. 252 с.
3. Пасечник Н. В. Машиностроительная энциклопедия. В 40 т. Т. 4, 5 Машины и агрегаты металлургического производства / под ред. В. М. Сеницкого, Н. В. Пасечника. М. : Машиностроение. 2000. 912 с.

## **РОЗДІЛ 8. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ТА ЗНАНЬ (DATA MINING), ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ ДЛЯ САПР, РОЗРОБКА СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ І МЕРЕЖАХ**

### **Нечітка міра помилковості послідовності дій оператора**

**Резніченко Ю.С., Жданова В.В., Лісіцина К.В.**  
*ПрАТ “ПВНЗ “Запорізький інститут економіки та інформаційних  
технологій”*

Автоматизована робота людини-оператора (далі оператора) є складною та відповідальною діяльністю [5, 6]. Незважаючи на збільшення кількості та якості програмного забезпечення для підготовки операторів різних спеціальностей, на існуючий досвід упровадження такого програмного забезпечення на різних підприємствах, статистика аварійності показує високий відсоток помилок операторів. Частка помилок операторів у загальній кількості причин аварій у таких галузях як авіація, морський транспорт, енергетика тощо, становить 63-80% [1, 5]. Проблему підвищення рівня професійної підготовки операторів складних систем можливо вирішити шляхом удосконалення як теоретичних, так і практичних підходів до оцінювання, зокрема помилковості дій операторів [4-6].

Сучасні моделі оцінювання помилковості дій операторів, які закладено до модулів програмного забезпечення, потребують удосконалення. Використання сучасних інформаційних технологій, освоєння нових технологічних процедур, стресовий характер роботи, першорядна необхідність розвивати знання, вміння

та навички, які не регламентовано промисловими стандартами та посадовими інструкціями, та інші особливості автоматизованої роботи оператора зумовлюють необхідність формалізації не лише помилковості результатів дій оператора, але й помилковості послідовності дій оператора. Даний фактор має складну та неточну природу. Існує безліч класифікацій помилок оператора, але найбільшу кількість з них спрощено поділяють на чотири групи [1, 5]: помилки, які викликані недостатнім засвоєнням предметної галузі, помилки набору інформації, помилки зчитування показників складної системи, моторні помилки. Також існують класифікації, які орієнтовано на рівень негативного ефекту помилок оператора [1], наприклад: помилки, які можливо виправити під час виконання дій; помилки, які можливо виправити після виконання дій; помилки, які проблематично виправити; помилки, які неможливо виправити.

Метою даної роботи є розробка міри помилковості послідовності дій оператора з урахуванням її нечіткої природи. Традиційно помилковість результатів дій оператора оцінюється за допомогою кількості помилок. Помилковість послідовності дій оператора оцінюється за допомогою відхилень фактичної послідовності дій оператора від нормативної послідовності дій. Для визначення відхилень у даній роботі запропоновано модифікувати відстань Левенштейна. Відстань Левенштейна та її узагальнення [2, 4] ефективно використовуються у комп'ютерній лінгвістиці та теорії інформації для виправлення помилок у слові (у пошукових системах, базах даних, при введенні тексту, при автоматичному розпізнаванні відсканованого тексту або мови), для порівняння текстових файлів утилітами типу diff, а також у біоінформатиці для порівняння генів, хромосом та білків. Традиційно відстань Левенштейна визначається як мінімальна кількість операцій вставки одного символу, видалення одного символу та заміни одного символу на інший, необхідних для перетворення одного рядка до іншого. Застосування відстані Левенштейна у даній роботі дозволяє оцінити мінімальну кількість помилок, яких припустився оператор у результаті виконання зайвих дій, невиконання належних дій та порушення порядку дій.



Особливістю застосування відстані Левенштейна у даній роботі є використання нечіткості для оцінки помилковості окремих дій оператора. Наступні дії розглядаються як помилкові: дія, яку оператор виконав замість стандартного дії (replace-дія); дія, яку оператор виконав, але це не передбачено стандартною процедурою (insert-дія); дія, яку оператор не виконав, але це передбачено стандартною процедурою (delete-дія). Запропоновано використовувати нечіткі складові помилковості дій оператора за допомогою лінгвістичних змінних {«нульова», «незначна», «значна»}. Реєстрованими даними для визначення помилковості дій оператора є фактична кількість помилок та фактична послідовність дій оператора. Експертними даними для визначення помилковості дій оператора є категорії помилок оператора, важливість помилки кожної категорії, нормативна послідовність дій та вид дії (заборонена, звичайна, обов'язкова).

Таким чином, авторами запропоновано нове рішення актуальної науково-технічної проблеми удосконалення оцінювання помилковості дій оператора за допомогою нечіткої відстані Левенштейна: обґрунтовано нечітку природу помилковості послідовності дій оператора; для визначення нечіткої міри помилковості послідовності дій оператора модифіковано відстань Левенштейна; перевірено справедливість обмежень на застосування нечіткої відстані Левенштейна.

#### Література

1. Дозорцев В.М. *Компьютерные тренажёры для обучения операторов технологических процессов* /В.М. Дозорцев. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 372 с.
2. *The Levenshtein-Algorithm* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.levenshtein.net>. – Дата звернення: 07.04.2021.
3. Пегат А. *Нечёткое моделирование и управление* /А. Пегат; пер. с англ. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.: ил.
4. *Нечеткие модели и нейронные сети в анализе и управлении экономическими объектами: моногр.* / [Ю.Г. Лысенко, Е.Е. Бизянов, А.Г. Хмелев и др.]; под ред. чл.-кор НАН Украины, д-ра экон.наук, проф. Ю.Г. Лысенко – Донецк: Юго-Восток, 2012. – 388 с.
5. *Рефлексивные процессы в экономике: концепции, модели, методы: моногр.* / [Р.Н. Лепа, О.Е. Кузьмин, Н.Ю. Рекова и др.]; под ред. Р.Н. Лепы / НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. – Донецк, ИЭП НАН Украины, 2012. – 224 с.
6. Руденська В. В. *Моделі інформаційної підтримки процесів інтеграції у металургійній галузі* / В. В. Руденська, С. І. Левицький, Д. П. Михайлик // *Часопис економічних реформ.* – 2016. – № 4. – С. 34-40.

## **Інформаційна підтримка діяльності фахівців з матеріально-технічного постачання промислових підприємств та медичних закладів на основі програмного комплексу з використанням методу Correspondence Analysis**

**Сагайда П.І., Зорі А.А., Васильєв М.Е.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія  
Донецький національний технічний університет*

У комплексі функцій фахівців машинобудівного підприємства одне з провідних місць посідає управління матеріально-технічним забезпеченням виробничих процесів [1-2]. Реалізації цієї функції повинна приділятися велика увага в силу її високої значимості у забезпеченні розвитку машинобудівного підприємства та підвищенні ефективності його діяльності. Висока значимість цього процесу проявляється, перш за все, забезпеченням оперативності обслуговування замовників і постачальників. Це є одним із дієвих форм участі промислових підприємств та медичних закладів в конкуренції на споживчому ринку, забезпечення його конкурентної переваги [3-4].

*Мета дослідження:* підвищення якості інформаційного забезпечення процесу матеріально-технічного постачання підприємства на основі сучасних методів візуалізації даних.

Аналіз процесів матеріально-технічного постачання підприємства дозволив виділити й формалізувати етапи виконання завдань даного процесу та визначити потреби і вузькі місця у інформаційному забезпеченні фахівців на підприємстві, сформулювати вимоги до алгоритмічного та програмного забезпечення, яке повинно бути розроблене.

За результатами проведених досліджень побудована модель реалізації ефективного методу розвідницького аналізу даних – методу аналізу відповідностей (correspondence analysis – CA) [5], який забезпечує візуалізацію багатовимірного представлення даних, що дозволило забезпечити інформаційну підтримку діяльності фахівця з матеріально-технічного постачання підприємства під час аналітичної обробки даних про його об'єкти і їх властивості.

Під час експериментальних досліджень обґрунтовано ефективність застосування методу CA як такого, що забезпечує наочність представлення і

візуалізації багатовимірних даних та дозволяє отримати релевантний результат кластеризації та класифікації об'єктів предметної області.

Розробка й реалізація бази даних про об'єкти предметної області (устаткування, обладнання та матеріали, що витрачаються на виробництві, їх постачальників), зв'язки між ними, забезпечує інформаційну підтримку функціонування ПМК, організацію сховища даних для реалізації алгоритмів аналізу даних.

На основі досліджень, проведених в даній роботі і розроблених математичної та інформаційної моделей, спроектовано програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес обробки та візуалізації даних про товари і їх постачальників для інформаційної підтримки діяльності відповідних фахівців. Використання мови моделювання UML під час розробки логічної і фізичної структури програмного комплексу для автоматизації обліку даних про матеріально-технічне постачання машинобудівного підприємства дозволило формалізувати прецеденти використання ПМК, класи програмного забезпечення й логіку їхньої взаємодії.

Обчислення результатів аналізу відповідностей для постачальників об'єктів матеріально-технічного постачання за показниками їхньої діяльності, та побудова графіків їх взаємного розташування на умовній площині, виконувалася за допомогою бібліотеки статистичної обробки даних `prince` [<https://github.com/MaxHalford/prince#correspondence-analysis-ca>] та бібліотеки `matplotlib` [<https://matplotlib.org/>] у середовищі розробки `Spyder` [<https://www.spyder-ide.org/>] на мові програмування `Python` [<https://www.python.org/>]. Розроблено модуль програми, яка виконує обробку даних про постачальників або об'єкти постачання, методом аналізу відповідностей, а також забезпечує візуалізацію розташування об'єктів аналізу у площині умовних координат.

Вхідні дані, отримані шляхом експертного оцінювання діяльності та результатів попередньої взаємодії з ними, виконані за 6-ма показниками експертами і фахівцями машинобудівного підприємства, наведено у таблиці 1.

Координати профілів постачальників в умовній площині, отримані в процесі виконання аналізу відповідностей для даного набору вхідних рейтингових оцінок, наведено у таблиці 2. Координати профілів показників в умовній площині, отримані в процесі виконання аналізу відповідностей, наведено у таблиці 3.

Таблиця 1 – Рейтингові оцінки постачальників за визначеними показниками їх функціонування та попередньої взаємодії з ними

| Позначка постачальника | Показник 1 (Пкз_1) | Показник 2 (Пкз_2) | Показник 3 (Пкз_3) | Показник 4 (Пкз_4) | Показник 5 (Пкз_5) | Показник 6 (Пкз_6) | Постачальна спроможність фірми |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| Пст_1                  | 1                  | 1                  | 3                  | 1                  | 0                  | 6                  | 100                            |
| Пст_2                  | 7                  | 0                  | 5                  | 2                  | 10                 | 5                  | 20                             |
| Пст_3                  | 8                  | 9                  | 2                  | 4                  | 7                  | 4                  | 30                             |
| Пст_4                  | 2                  | 7                  | 1                  | 6                  | 6                  | 8                  | 50                             |
| Пст_5                  | 9                  | 6                  | 1                  | 8                  | 1                  | 6                  | 10                             |
| Пст_6                  | 10                 | 4                  | 6                  | 9                  | 2                  | 9                  | 5                              |
| Пст_7                  | 5                  | 7                  | 9                  | 3                  | 8                  | 5                  | 70                             |
| Пст_8                  | 10                 | 8                  | 8                  | 2                  | 5                  | 4                  | 45                             |
| Пст_9                  | 4                  | 8                  | 8                  | 2                  | 3                  | 3                  | 60                             |
| Пст_10                 | 1                  | 6                  | 0                  | 7                  | 10                 | 0                  | 10                             |

Таблиця 2 – Координати профілів постачальників в умовній площині, отримані в процесі виконання аналізу відповідностей

| Позначка постачальника | Результати (ПМК) |          | Результати (Statistica) |           |
|------------------------|------------------|----------|-------------------------|-----------|
|                        | Coord 1          | Coord 2  | Coord 1                 | Coord 2   |
| Пст_1                  | -0,79416         | 0,181238 | 0,794161                | -0,181238 |
| Пст_2                  | 0,063368         | -0,31906 | -0,063368               | 0,319055  |
| Пст_3                  | 0,19833          | 0,017133 | -0,198330               | -0,017133 |
| Пст_4                  | 0,196927         | 0,296935 | -0,196927               | -0,296935 |
| Пст_5                  | -0,08546         | 0,524591 | 0,085457                | -0,524591 |
| Пст_6                  | -0,28035         | 0,294798 | 0,280352                | -0,294798 |
| Пст_7                  | -0,0386          | -0,33643 | 0,038603                | 0,336430  |
| Пст_8                  | -0,18395         | -0,26083 | 0,183945                | 0,260829  |
| Пст_9                  | -0,20199         | -0,33587 | 0,201991                | 0,335874  |
| Пст_10                 | 0,94977          | 0,043168 | -0,949770               | -0,043168 |

Таблиця 3 – Координати профілів показників в умовній площині, отримані в процесі виконання аналізу відповідностей

| Позначка показника | Результати (ПМК) |          | Результати (Statistica) |           |
|--------------------|------------------|----------|-------------------------|-----------|
|                    | Coord 1          | Coord 2  | Coord 1                 | Coord 2   |
| Пкз 1              | -0,19046         | 0,043698 | 0,190459                | -0,043698 |
| Пкз 2              | 0,155561         | -0,00757 | -0,155561               | 0,007572  |
| Пкз 3              | -0,43959         | -0,47641 | 0,439588                | 0,476411  |
| Пкз 4              | 0,24853          | 0,474118 | -0,248530               | -0,474118 |
| Пкз 5              | 0,556628         | -0,30021 | -0,556628               | 0,300210  |
| Пкз 6              | -0,37666         | 0,263372 | 0,376660                | -0,263372 |

На рисунку 1 наведено розташування строк та стовпців, які представляють постачальників товарів та обладнання для машинобудівного підприємства (строки) і оцінки результатів взаємодії з ними підприємства і його фахівців під час попередніх заходів з постачання. Розташування на графіку наведено в умовних одиницях, тобто в обчислених координатах двох головних компонентів. Загальна інерція, що пояснюється цими компонентами, складає більше ніж 65%, тому дана модель має достатньо високу точність (малу долю втраченої інформації). Розмір маркерів на графіку відповідає значенням постачальної спроможності фірми. Постачальник, розташований у центрі координат (постачальник №3) має середні значення розглянутих при моделюванні показників серед всіх постачальників. Постачальники, вектори яких близькі за напрямком до окремих векторів показників, мають з цими показниками високу кореляцію (наприклад, постачальник №3 з показником №2), а постачальники з більшою довжиною проекції на вектор відповідного показника – більше відносне значення за цим показником (наприклад, постачальники №№7-9 з показником №3).

Результати виконання СА для вхідних даних, наведених у таблиці 1, які було отримано з використанням пакету статистичної обробки Statistica, представлені на графіку (рисунок 2). Відстані між профілями строк (постачальників) та стовпців (показників, за якими оцінені постачальники) представлено на цьому графіку схожим з рисунком 1 чином. Деяка різниця полягає в орієнтації осей (розмірностей), які застосовано під час моделювання.

Але абсолютні значення отриманих умовних координат та пояснена інерція співпадають з результатами, отриманими в таблиці 2 та на рисунку 1

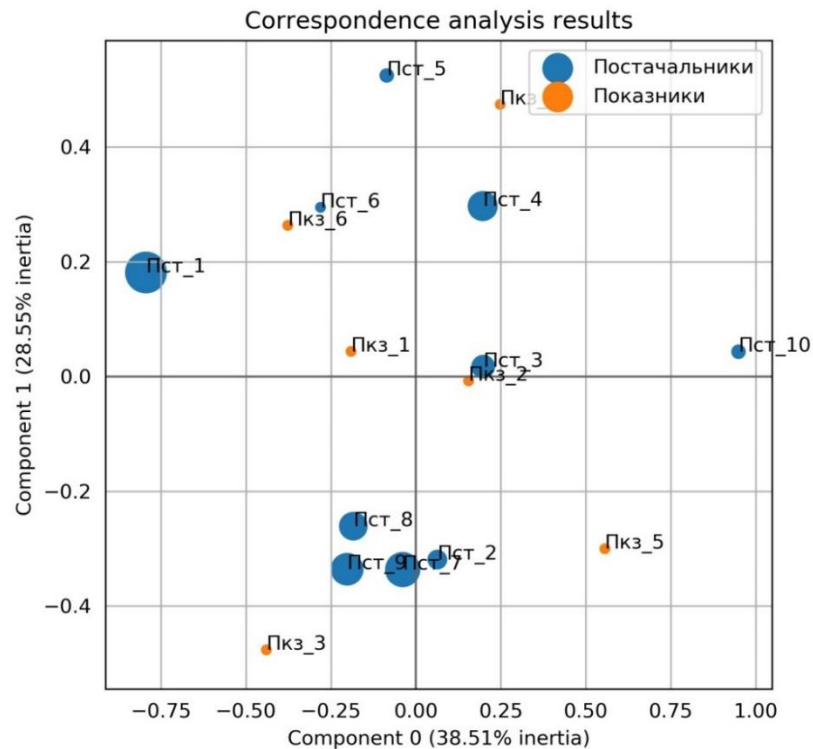


Рисунок 1 – Результати аналізу відповідностей для варіанту 1 оцінювання показників роботи постачальників підприємства (отримано за допомогою розробленого ПК)

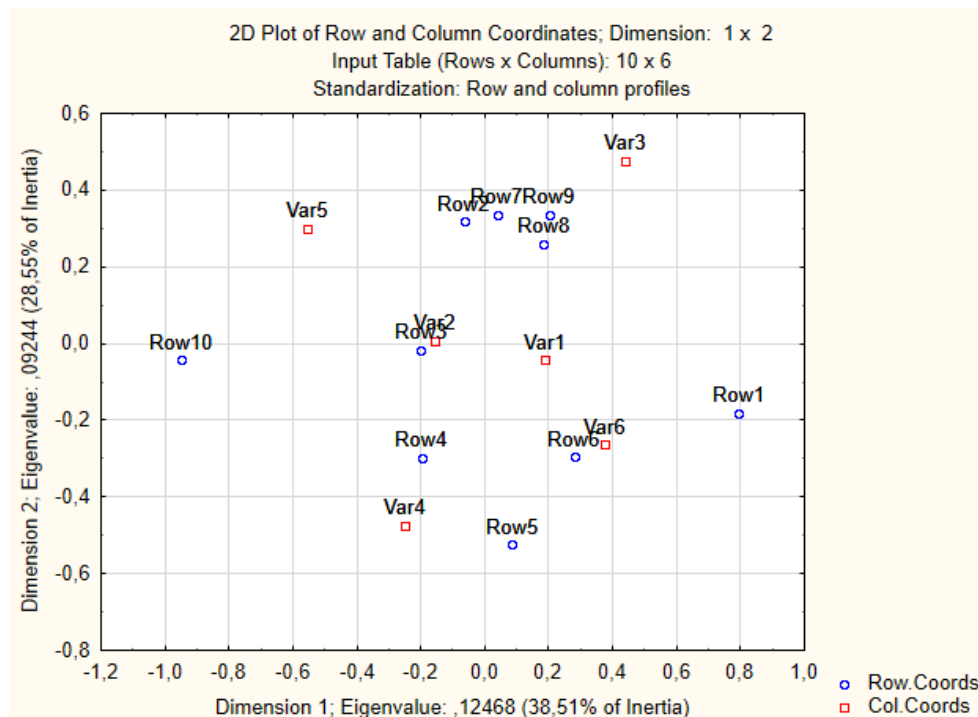


Рисунок 2 – Результати аналізу відповідностей для варіанту 1 оцінювання показників роботи постачальників підприємства (отримано за допомогою Statistica), де rows – позначки постачальників, vars – позначки показників

Розроблене в даній роботі програмне забезпечення є більш зручним для аналітика, ніж існуючі пакети (на прикладі пакета Statistica), тому що пропонує фахівцям, які будуть його використовувати, разом з візуалізацією скупчень та відстаней між постачальниками та їх показниками, також відомості про постачальну спроможність фірм. Це забезпечить прийняття більш обґрунтованих рішень про постачальника продукції, товарів та обладнання.

Важливою можливістю, після побудови та візуалізації результатів СА, є визначення кластерів постачальників, для яких характерні схожі напрямки відповідних векторів з початком у початку координат на графіку. Їхня близькість за цими напрямками пояснюється спорідненістю та схожістю тенденцій та напрямків взаємодії даного підприємства з цими постачальниками. Крім того, можна надати трактування новим координатним осям. Так, позитивна вісь «Component 0» має зміст показника №5, та в меншому ступені, показника №5, і за цією властивістю вирізняються від інших постачальник №3 та постачальник №10.

### **Висновки.**

В процесі виконання досліджень виділено й формалізовано етапи автоматизації обробки даних про матеріально-технічне постачання підприємства, розроблено відповідне програмне забезпечення;

Побудована модель зниження розмірності і візуалізації даних з використанням методу аналізу відповідностей, для підтримки роботи фахівців з матеріально-технічного постачання підприємства;

За результатами експериментів визначено ефективні режими використання програмного забезпечення та візуалізації даних, що забезпечує необхідну якість аналітичної обробки даних.

Розроблені моделі і реалізовані алгоритми рекомендується застосувати при підтримці прийняття рішень менеджерами та фахівцями промислових підприємств стосовно раціонального обрання постачальників, підрядників, обладнання та в інших випадках (в тому числі в медичних закладах, на фармацевтичних виробництвах, тощо).

### Література

1. Бойчук І. В. *Напрями стратегічно орієнтованого управління підприємствами на засадах маркетингу // Торгівля, комерція, підприємництво : збірник наукових праць / [редакц. кол.: Апогій В. В., Дайновський Ю. А., Скибінський С. В. та ін.]. – Львів : Львівська комерційна академія, 2011. – Вип. 13. – С. 126-131.*
2. Гриньова В. М. *Організація виробництва : підручник / В. М. Гриньова, М. М. Салун; Затверджено МОНУ. – К, 2009. – 582 с.*
3. Желібо Є. П. *Основи технологій виробництва в галузях народного господарства : навч. посіб. / Є. П. Желібо, М. А. Авраменко, В. М. Буслик та ін.; [2-ге вид., зі змін. та допов.]. – К. : Кондор, 2009. – 520 с.*
4. Колодій Г. С. *Врахування особливостей маркетингової діяльності при розробці маркетингових програм промислових підприємств // Г. С. Колодій ; Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2011, № 1 (4). – С. 173-177.*
5. *Greenacre Michael J. Correspondence analysis in practice / Michael Greenacre. - Boca Raton, Florida: CRC Press, 2017. - 313 p.*

## **Модуль визначення розташування цистерн в системі підтримки прийняття рішень для оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках**

**Мельников О. Ю., Закабула О. Ю.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Система водопостачання, яка діє у більшості невеликих українських міст, може бути порушена в результаті екстремальних подій, і доставка води споживачеві буде здійснюватися за допомогою спеціалізованого автотранспорту. У районах (мікрорайонах, окремих кварталах) міста розташовуються тимчасові пункти розливу питної води з автоцистерн у тару споживача [1].

Було поставлено й вирішено задачу створення системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє при наявності даних про кількість жителів у кожному районі й відстанях між районами розрахувати оптимальний маршрут пересування цистерни з водою. З використанням таких параметрів, як середній час обслуговування, об'єм цистерни, середній відсоток населення, що виходить за водою, і обмеження на обсяг видаваної води, система дозволяє скласти розклад (графік) руху цистерни, а також дати рекомендації щодо збільшення кількості цих цистерн і оптимального їхнього розподілу по районах [2-3].

Далі було поставлено і вирішено наступне завдання: визначити в кожному



районі таке місце розміщення цистерни, щоб воно було рівновіддаленим від усіх прилеглих будинків з урахуванням кількості мешканців [4]. У систему мають завантажуватися карти районів у вигляді графічних файлів-схем із вказівкою будинків. Адміністратор системи відзначає на схемі житлові будинки, потім алгоритм визначає центр «кластера», і адміністратор «коректує» його на карті, щоб він «потрапив» на дорогу. Використано наступні допущення: координатами будинку вважаємо його «геометричний центр» (кількість будинків «особливої форми» невелике, і до розрахунку їх не приймаємо); оскільки в кожному районі розташовані дома приблизно однакової поверховості, кількість жителів у кожному будинку розраховуємо пропорційно площі дому.

Новий модуль системи також було реалізовано у середовищі візуального програмування. Деякі приклади роботи нової системи для міста Торезьк Донецької області наведено на рис. 1-2. Як можна побачити, геометричний центр району, центр з урахуванням розташування домівок та центр з урахуванням мешканців є різними.

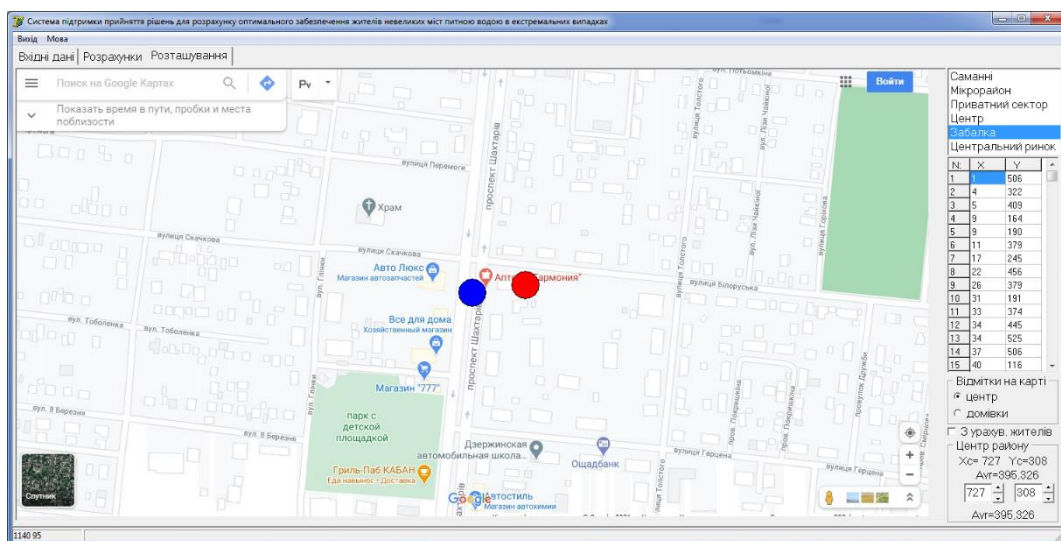


Рисунок 1 – Розрахунок центрів району Забалка з урахуванням домівок

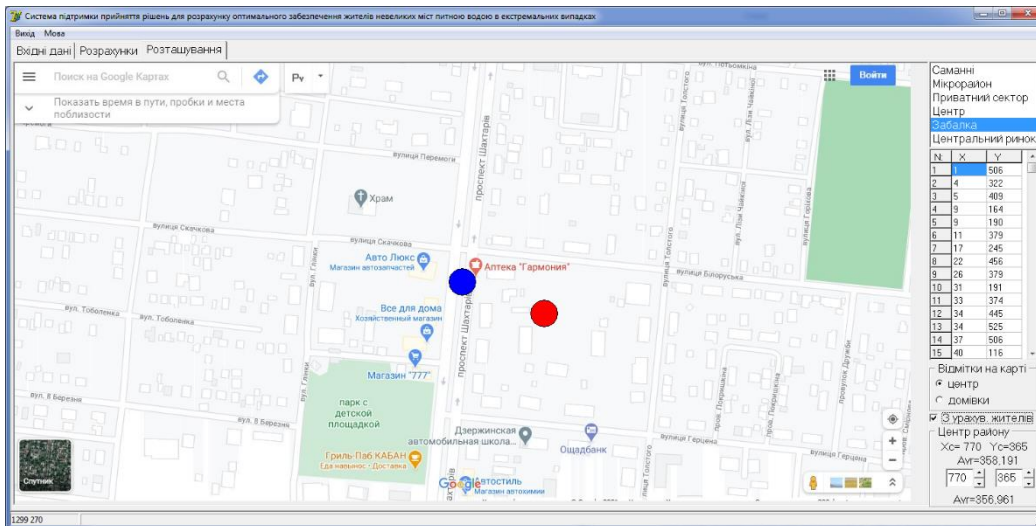


Рисунок 2 – Розрахунок центрів району Забалка з урахуванням жителів

Ще одна можливість, яку надає новий модуль користувачам – це визначення точних координат розташування цистерни на місцевості. Створюються файли, які містять GPS-координати, під час переключення до пункту «Вхідні дані» / «Карта міста» система перевіряє наявність доступу до інтернету, і якщо такий є, то завантажує гугл-карту з автоматичним відміченням центру (рис. 3).

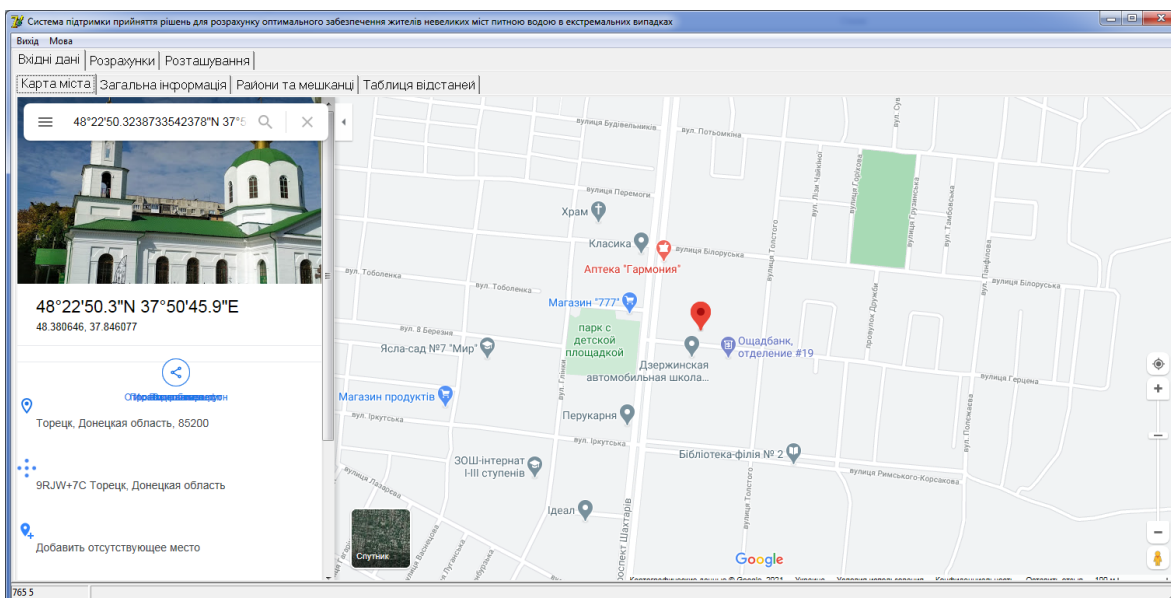


Рисунок 3 – Google-карта району Забалка

Таким чином, новий модуль системи дозволяє як визначити «центри

районів» для оптимального розташування цистерн з водою, так і відобразити їх на гул-карті.

#### *Література*

1 Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16) // Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2047-19>.

2 Закабула О.Ю. Задача розрахунку оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних // Наукові записки молодих учених, 2020. – №6. – <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1749>.

3 Закабула О.Ю., Мельников О.Ю. Моделювання оптимального маршруту проїзду автоцистерни для забезпечення невеликого міста питною водою в екстремальних // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць / Під редакцією Г.О. Райко. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. – С.238-241.

4. Мельников О.Ю., Закабула О.Ю. Постановка задачі визначення розміщення цистерн під час розрахунку оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках / О.Ю. Мельников, О.Ю. Закабула // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. – С. 68-70.

### **Створення програмного забезпечення для автоматизованого складання розкладу занять з урахуванням умов закладу вищої освіти**

**Мельников О. Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Складання розкладу занять – надзвичайно важливий і відповідальний процес, він є дуже трудомістким, не гарантує відсутність помилок і традиційно є предметом застосування інформаційних систем і технологій. Існує ряд рішень для автоматичного (автоматизованого) складання розкладу, однак ті з них, що є вільно розповсюджуваними, не завжди можуть бути застосовані до існуючих умов й обмежень, інші вимагають додаткових ресурсів для придбання й адаптації. Тому доцільним є розробка нового програмного забезпечення для автоматизованого складання розкладу з урахуванням умов й обмежень конкретного закладу вищої освіти, особливо вважаючи накопичений досвід [1-2].

У ДДМА послідовність дій при складанні розкладу занять на семестр є наступною: диспетчерська створює «шаблон» розкладу з розміщенням

«потоків» предметів – дисциплін гуманітарного циклу загальної підготовки або «вибору студента»; «шаблон» передається на випускаючі кафедри, де відповідальний за складання розкладу заповнює «порожні місця» предметами кафедри. Процес ускладнюється тим, що після безпосереднього складання в розклад можуть неодноразово вноситися зміни й доповнення.

Сформулюємо основні вимоги до системи:

- можливість як «ручного» складання розкладу, так й автоматичного з можливістю подальшого «ручного» коректування;
- можливість внесення змін у складений розклад (заміна предметів, викладачів, аудиторій);
- облік виконання навантаження;
- роздруківка розкладу по курсах, групах, викладачах, аудиторіях (виведення до Excel).

Прийmemo наступні припущення [3]:

- кожен предмет припускає одного лектора та одного або двох асистентів;
- якщо під предметом мається на увазі курсова робота, то поле «лектор» залишається порожнім;
- потік може містити від однієї до чотирьох груп;
- є перелік «кафедральних» аудиторій, у той же час можна вказувати будь-яку іншу («зовнішню») аудиторію (у цьому випадку відповідальність лягає на користувача-укладача).

Усі файли даних об'єднаємо в три категорії: основний файл, вхідний файл і вихідні файли.

Таблиця основного файлу даних – «shedule.xls» – має наступні поля: Група – День – Пари – /\* – Предмет – Заняття – Аудиторія – Викладач – Викладач2. Цей файл по своїй суті є одночасно й вхідним, і вихідним.

Вхідний файл – «subjects.xls» – містить три листа. Перший лист: Група – Скорочена назва предмета – Повна назва предмета – Викладач – Викладач2. Перший лист використовується для двох цілей: – перевірка переліку предметів у групи; – створення таблиці відповідностей повних і скорочених назв предметів.

Прізвища викладачів із цього листа поки що не використовуються.

Другий лист є необхідним для безпосереднього складання розкладу: Повна назва предмета – Годин у тиждень на лекцію – Лектор – Годин у тиждень на лабораторну роботу (практичне заняття) – Викладач 1 – Викладач 2 (або порожнє поле) – Група 1 – Група 2 (або порожнє поле) – Група 3 (або порожнє поле) – Група 4 (або порожнє поле). Поля 7 – 10 можуть складатися як з назви групи, так і містити уточнення по числу годин (наприклад, в одному потоці можуть бути групи на основі ПЗСО й прискореної підготовки, де лекційні години однакові, а години на лабораторні заняття є різними).

Третій лист – список аудиторій. У першому стовпці розташовуються лекційні аудиторії, у другому – комп'ютерні класи.

Вихідні файли – `shedule_results.xls` – розклад по групах; – `teachers.xls` – розклад по викладачах; – `auditors.xls` – розклад по аудиторіях.

Форму цих файлів наведено до «стандартів» випускаючої кафедри.

Інформаційну модель проєктованої системи було створено уніфікованою мовою моделювання UML [4]. Структуру представлено на діаграмі класів (рис. 1). Далі було здійснено реалізацію моделі у середовищі візуального програмування (рис. 2-3). Розроблений додаток було використано при створенні розкладу занять для семестру 2б поточного навчального року на кафедрі інтелектуальних систем прийняття рішень.

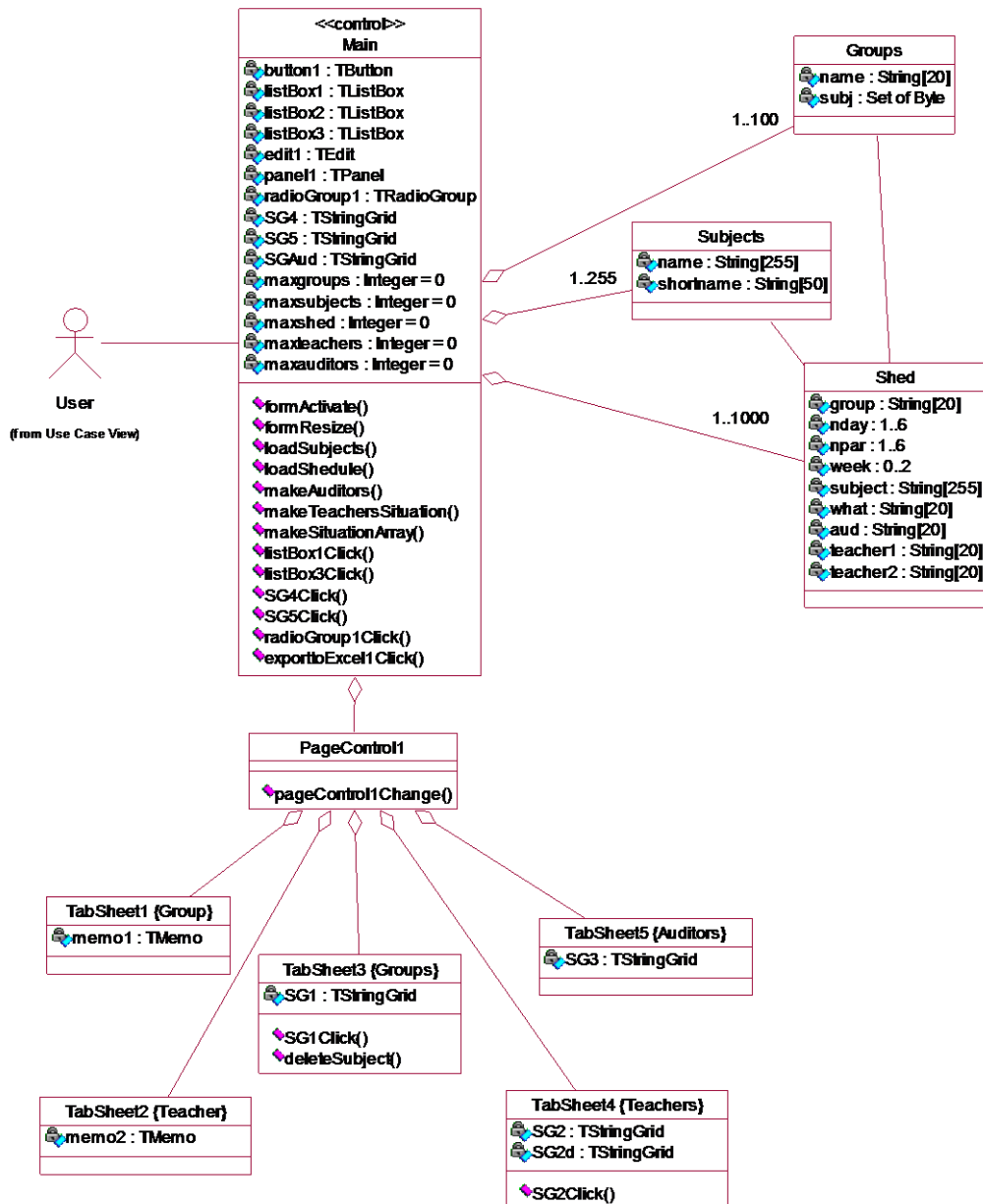


Рисунок 1 – Діаграма класів

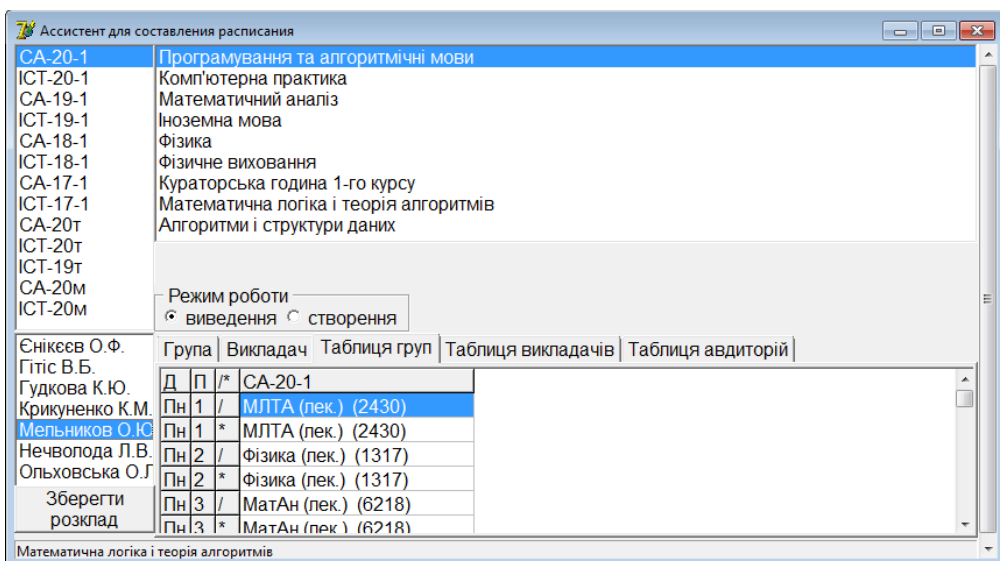


Рисунок 2 – Додаток для створення розкладу занять, режим «Робота»

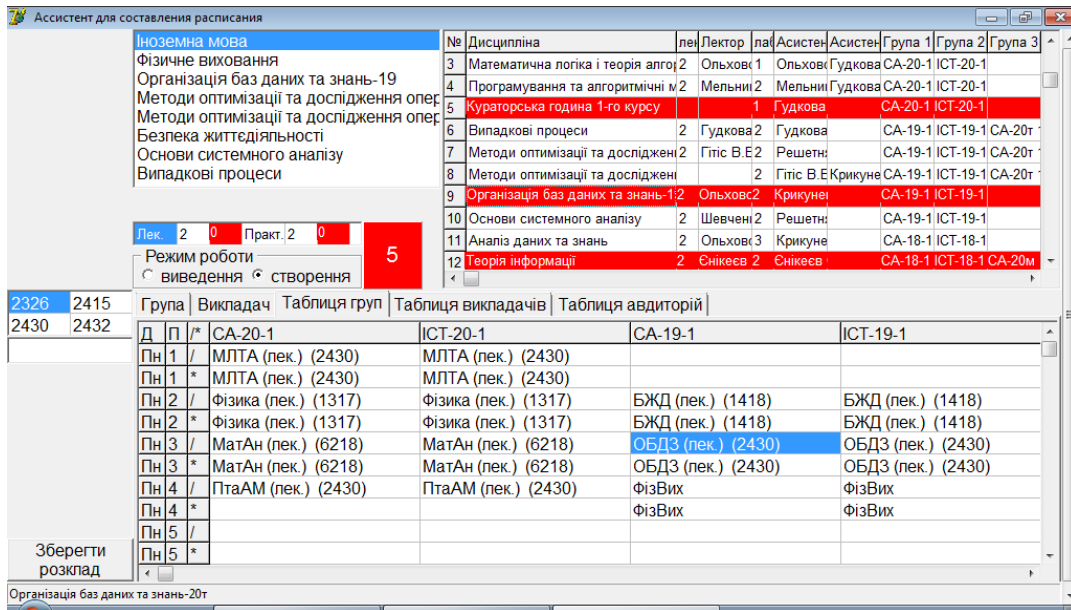


Рисунок 3 – Додаток для створення розкладу занять, режим «Створення»

#### Література

1. Мельников А.Ю., Сусяк Н.М. Система для автоматизированного составления расписания занятий в высшем учебном заведении // Открытое и дистанционное образование. – Томск, 2006. № 2 (22). – С. 52-56.
2. Мельников А.Ю., Мороз В.В. Информационная система для составления расписания занятий в высшем учебном заведении // Матеріали науково-методичного семінару «Інформаційні технології в навчальному процесі». – Одеса: Вид. ВМВ. – 2009. – С. 20-23.
3. Мельников О. Ю. Постановка задачі створення програмного забезпечення для автоматизованого складання розкладу занять з урахуванням умов закладу вищої освіти // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. – С. 154-156.
4. Мельников О. Ю. Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування інформаційних систем : посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології». – Вид. 3-є, перероб. та доп. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 208 с.

### Використання модулю нейромережевого моделювання в системі підтримки прийняття рішень для розрахунку показників спортсмена-метальника ядра

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, для чого доцільно використовувати математичне

моделювання та інформаційні технології.

Для проведення розрахунків дальності польоту ядра залежно від початкової швидкості його виштовхування, кута до обрію та висоти над землею, на якій ядро залишає руку, по формулах з [1] була створена система підтримки прийняття рішень – застосунок [2], що дозволяє провести моделювання штовхання ядра з місця та визначити оптимальне сполучення показників для певного ядра. Але опис спортивної техніки винятково рівняннями механіки не враховує деякі фактори, які є малозначущими для абсолютних значень результатів, але 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 факторів. У [6] було наведено перелік з 14 факторів, які впливають на результат штовхання ядра. Ці фактори було розподілено на 5 груп: зросту та висоти; підривні; силові; швидкісні; кутові. Вихідний фактором є дальність штовхання ядра. Наявні дані та архітектуру нейронної мережі наведено на рис. 1.

| H0  | Dr   | ZT   | LJ  | TJ   | LT  | LS  | VG  | TK  | WS  | Vr   | Vf    | Wo   | Go   | Y    |
|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|------|------|
| 2,2 | 1,82 | 1,82 | 1,5 | 4,5  | 144 | 209 | 129 | 127 | 90  | 3,05 | 5,7   | 31,3 | 37,9 | 0,29 |
| 2,2 | 1,83 | 1,83 | 3,4 | 10,2 | 118 | 112 | 86  | 68  | 81  | 2,81 | 6,35  | 35,8 | 44,3 | 0,1  |
| 2,2 | 1,82 | 1,82 | 2,4 | 7,2  | 157 | 246 | 117 | 130 | 98  | 1,65 | 9,59  | 35,2 | 41,1 | 0,14 |
| 1,7 | 1,85 | 1,85 | 1,4 | 4,2  | 178 | 220 | 121 | 148 | 123 | 1,01 | 8,77  | 26,2 | 36,7 | 0,23 |
| 1,6 | 1,82 | 1,82 | 2,8 | 8,4  | 117 | 196 | 119 | 115 | 76  | 2,46 | 11,13 | 30,7 | 32,1 | 0,03 |
| 2   | 1,83 | 1,83 | 1,7 | 5,1  | 143 | 203 | 87  | 145 | 100 | 2,48 | 10,2  | 43   | 31,3 | 0,71 |
| 1,8 | 1,75 | 1,75 | 3,1 | 9,3  | 138 | 103 | 108 | 150 | 123 | 1,95 | 11,87 | 40   | 30,8 | 0,69 |
| 1,9 | 1,82 | 1,82 | 3,1 | 9,3  | 95  | 219 | 73  | 92  | 110 | 1,74 | 8,31  | 27,2 | 36,4 | 0,15 |
| 2,1 | 1,83 | 1,83 | 3,3 | 9,9  | 120 | 237 | 124 | 75  | 124 | 2,19 | 6,58  | 33,3 | 42,1 | 0,25 |
| 1,9 | 1,82 | 1,82 | 2,6 | 7,8  | 198 | 108 | 142 | 105 | 130 | 2,06 | 6,36  | 37,9 | 34,2 | 0,66 |
| 2,1 | 1,85 | 1,85 | 3,1 | 9,3  | 154 | 122 | 64  | 67  | 70  | 2,3  | 8,22  | 26,6 | 26,3 | 0,55 |
| 2,1 | 1,75 | 1,75 | 3,1 | 9,3  | 146 | 249 | 103 | 82  | 81  | 2,52 | 9,24  | 42,5 | 29,3 | 0,57 |
| 2   | 1,6  | 2    | 2,9 | 8,7  | 190 | 119 | 74  | 83  | 94  | 1,32 | 9,07  | 31,5 | 30,4 | 0,18 |
| 1,6 | 1,83 | 1,9  | 1,4 | 4,2  | 117 | 190 | 111 | 111 | 104 | 1,19 | 5,12  | 27   | 38,9 | 0,24 |
| 1,7 | 1,82 | 1,95 | 2,9 | 8,7  | 182 | 124 | 61  | 137 | 107 | 1,77 | 11,77 | 27,3 | 32,2 | 0,55 |
| 1,8 | 1,85 | 1,85 | 3,2 | 9,6  | 114 | 165 | 132 | 137 | 103 | 2,95 | 10,58 | 29,4 | 26,3 | 0,09 |
| 2,3 | 1,9  | 2    | 2,7 | 8,1  | 157 | 125 | 101 | 98  | 82  | 3,44 | 5,38  | 26,1 | 33,8 | 0,48 |
| 1,7 | 1,9  | 2,04 | 1,4 | 4,2  | 120 | 167 | 100 | 136 | 75  | 1,61 | 9,9   | 41,9 | 35,7 | 0,32 |
| 1,6 | 1,9  | 1,8  | 1,4 | 4,2  | 109 | 239 | 145 | 80  | 91  | 2,38 | 5,32  | 25,9 | 27,5 | 0,04 |
| 2,1 | 1,9  | 1,9  | 1,7 | 5,1  | 116 | 153 | 73  | 101 | 75  | 2,5  | 6,2   | 37,4 | 29,6 | 0,69 |
| 1,9 | 1,9  | 1,9  | 1   | 3    | 119 | 222 | 92  | 123 | 74  | 2,28 | 11,96 | 28,7 | 28,1 | 0,42 |
| 2   | 1,9  | 1,9  | 3,2 | 9,6  | 100 | 103 | 79  | 92  | 128 | 3,02 | 11,28 | 42,4 | 26   | 0,41 |
| 1,6 | 1,9  | 1,9  | 2,9 | 8,7  | 128 | 233 | 124 | 120 | 123 | 2,76 | 6,99  | 39,4 | 33,4 | 0,41 |
| 2,2 | 1,9  | 1,7  | 2,9 | 8    | 120 | 160 | 120 | 120 | 95  | 1,4  | 9,5   | 45   | 39,6 | 1    |
| 2   | 1,9  | 1,7  | 2,9 | 8    | 120 | 160 | 120 | 120 | 95  | 1,4  | 9,5   | 45   | 39,6 | 0,9  |
| 2   | 1,9  | 1,7  | 2,9 | 8    | 120 | 160 | 120 | 120 | 95  | 1,4  | 9,5   | 45   | 41   | 0,8  |

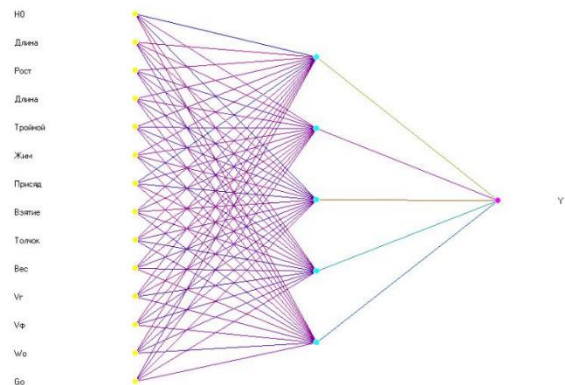


Рисунок 1 – Наявні дані і граф і нейронної мережі



Далі до системи з [2] було додано розділ «Корекція техніки». При натисканні на кнопку «Навчити мережу» запускається компонент «TProcess», додаючи до потоку програму «neural\_learn.exe», після чого нейронна мережа навчається. Кнопка «Здійснити розрахунки» проводить розрахунок на базі «навчених» нейронів та видає форму результату (рис. 2). Отримані результати свідчать, що прогнозний вихід нейронної мережі знаходиться у нормі до 10%, що є доволі гарним показником.

Для перевірки роботи системи було обрано приклади двох спортсменів з різними даними.

| Показники   | H0  | Dr  | ZT  | LJ  | TJ  | LT  | LS  | VG  | TK  | WS  | Vr   | Vф   | Wo   | Go   |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Спортсмен А | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,9 | 8,7 | 130 | 200 | 120 | 120 | 120 | 2,76 | 8,99 | 39,4 | 33,4 |
| Спортсмен Б | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 2,9 | 8   | 120 | 160 | 120 | 120 | 95  | 1,4  | 9,5  | 45   | 39,6 |

Рисунок 2 – Дані спортсменів А та Б для експерименту

Після аналізу результатів (рис. 3) можна зробити висновок, що спортсмен А більш сильніший, ніж спортсмен Б, у наступних показниках: жим лежачи – 130 кг, присяд зі штангою – 200 кг, потрійний стрибок – 8,7 м, зріст - 1,9 м., однак відсоток корекції вище у спортсмена Б, бо він раціональніше виконує спробу. Можна побачити, що зі зростом 1,9 м спортсмен А штовхає ядро на висоті 1,8, коли спортсмен Б зі зростом 1,8 м на висоті 2,2 м під більш значущим кутом (45 градусів).

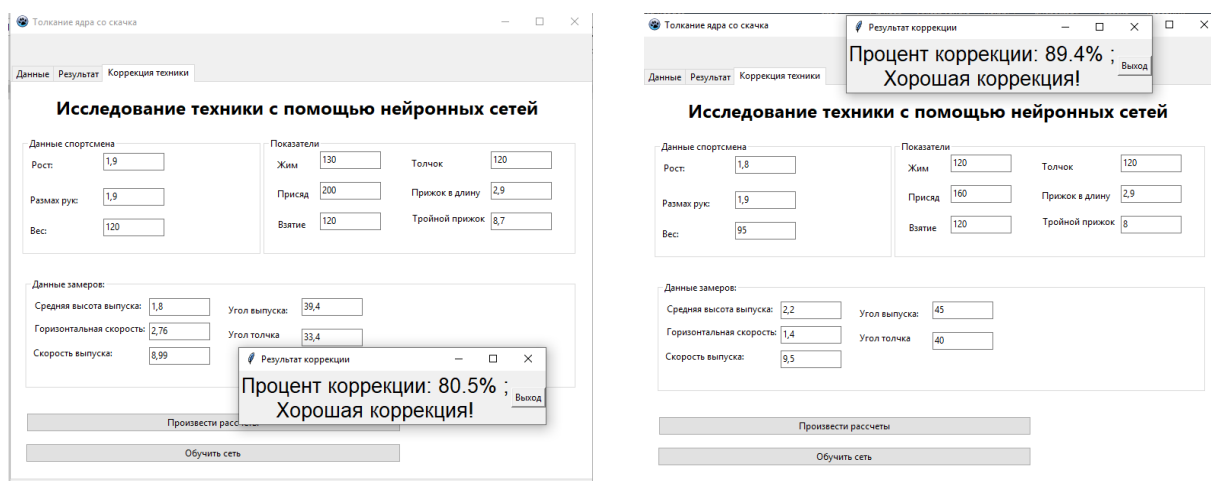


Рисунок 3 – Результаты для спортсменов А і Б

Таким чином, створена система може допомогти спортсменам та тренеру у деяких моментах тренувального процесу.

#### Література

1. Тугевич В.Н. Теория спортивных метаний. – Москва, 1956. – 310 с.
2. Мельников А. Ю., Кадацкий Н.А. Разработка информационной системы для приблизительного нахождения показателей спортсмена-метателя при помощи математического моделирования толкания ядра и применения нейросетевых технологий // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – №2 (46). – С.145-149.
3. Касюк С. Т., Вахтомова Е. М. Использование нейронных сетей для анализа и прогнозирования данных в физической культуре и спорте. Научно-теоретический журнал «Ученые записки». – 2013. – № 12 (106). – С.72-77.
4. Wilko Schaa. Biomechanical Analysis of the Shot Put at the 2009 IAAF World Championships in Athletics. New Studies in Athletics. № 3-4. 2010. – С.9-21. URL: <https://www.researchgate.net/publication/265661202>
5. Мельников А. Ю., Кадацкий Н. А. Использование нейросетевых технологий для приблизительного нахождения показателей спортсмена-метателя ядра // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2019. – С. 87-89.
6. Кадацький М.А., Мельников О.Ю. Розрахунок показників спортсмена-метальника ядра за допомогою штучної нейронної мережі з 14 вхідними факторами // Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (4-5 червня 2020р., м. Херсон) / за заг. ред. Г.О. Райко. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. – С.280-283.

### Види асоціативної пам'яті

**Слонь С. І., Богданова Л. М.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Асоціативна пам'ять може бути визначена як система для запису, зберігання, пошуку, обробки і зчитування інформації, в якій дані (знання) про об'єкт можуть бути ініційовані (доповнені) за заданим фрагменту цих даних, використовуваному в якості пошукового.

Є безліч програм для моделювання нейронних мереж, серед їх конфігурацій зустрічаються такі, що вони не підходять ні до навчання з учителем, ні до навчання без вчителя (класифікація за принципом навчання). У них вагові коефіцієнти синапсів розраховуються тільки один раз перед початком функціонування мережі на основі інформації про оброблювані дані, і все навчання мережі зводиться саме до цього розрахунку. Мережа фактично просто

запам'ятовує зразки до того, як на її вхід надходять реальні дані, і не може змінювати свою поведінку, тому вчитель не потрібен. Прикладом таких моделей є мережі Хопфілда і Хеммінга, які використовуються для організації асоціативної пам'яті [1].

Мережа Хопфілда (рисунок 1) складається з єдиного шару нейронів, число яких є одночасно числом входів і виходів мережі. Кожен нейрон пов'язаний синапсами з усіма іншими нейронами, а також має один вхідний синапс, через який здійснюється введення сигналу. Вихідні сигнали, як зазвичай, утворюються на аксонах. У процесі роботи динаміка таких мереж сходиться (конвергує) до одного з положень рівноваги, які є локальними мінімумами функціоналу. Така мережа може бути використана як автоасоціативна пам'ять, як фільтр, а також для вирішення деяких завдань оптимізації та розпізнавання образів. Мережа Хопфілда працює до досягнення рівноваги, коли наступний стан мережі дорівнює попередньому [3]. Плюсами цієї мережі є швидкість при апаратній реалізації та слабка залежність збіжності від розмірності мережі. Мінусами є локальні мінімуми та невелика ємність.

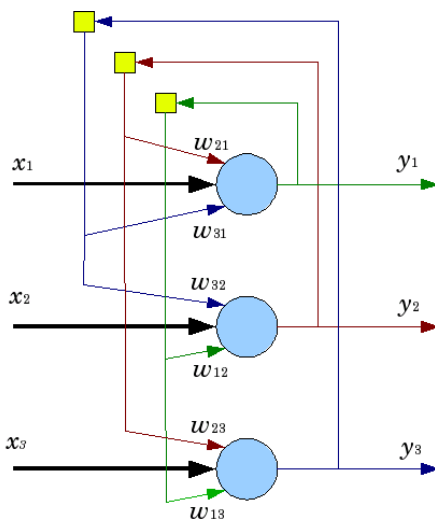


Рисунок 1 – Схема мережі Хопфілда з трьома нейронами

Кожен нейрон системи може приймати на вході і на виході одне з двох станів (що аналогічно виходу нейрона з пороговою функцією активації):

$$y_i = \begin{cases} 1, \\ -1 \end{cases}$$

Кожен нейрон пов'язаний з усіма іншими нейронами. Взаємодія нейронів мережі описується виразом:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^N w_{ij} x_i x_j$$

де  $w_{ij}$ - елемент матриці взаємодій  $W$ , яка складається з вагових коефіцієнтів зв'язків між нейронами.  $E$  - штучна енергія мережі (витрата ресурсів),  $x_i$  – вхід  $i$ -того нерона,  $x_j$  - вхід  $j$ -того нерона.

В процесі навчання формується вихідна матриця  $W$ , яка запам'ятовує  $m$  еталонних «образів» -  $N$ -мірних бінарних векторів:  $S_m = (s_{m1}, s_{m2}, \dots, s_{mN})$ , ці образи під час експлуатації мережі будуть висловлювати відгук системи на вхідні сигнали, або інакше – остаточні значення виходів  $y_i$  після серії ітерацій [4].

В процесі еволюції станів нейронної мережі відповідно до рівняння вона зменшується і досягає локального мінімуму, в якому зберігає постійну енергію. Це дозволяє вирішувати завдання комбінаторної оптимізації і є головною властивістю енергетичної функції [5].

У мережі Хопфілда матриця зв'язків є симетричною  $w_{ji} = w_{ij}$ , а діагональні елементи матриці покладаються рівними нулю  $w_{ii} = 0$ , що виключає ефект впливу нейрона на самого себе і є необхідною для мережі Хопфілда, але не достатньою умовою стійкості в процесі роботи мережі. Достатнім є асинхронний режим роботи мережі.

Мережа Хопфілда може завершити або виправити вхідний образ, але не може асоціювати його з іншим чином. Відновлений образ не може бути стимулом для генерації нової інформації.

Нейронна мережа Хопфілда влаштована так, що її відгук на успішної реєстрації  $m$  еталонних «образів» складають самі ці образи, а якщо образ трохи

спотворити і подати на вхід, він буде відновлений і в вигляді відгуку буде отримано оригінальний образ. Так мережа Хопфілда здійснює корекцію помилок і перешкод.

Мережа Хеммінга складається з двох шарів, схема приведена на рисунку 2. Перший і другий шари мають по  $m$  нейронів, де  $m$  – число зразків. Нейрони першого шару мають по  $n$  синапсів, з'єднаних з входами мережі. Нейрони другого шару пов'язані між собою негативними зворотними синаптичними зв'язками. Єдиний синапс з позитивним зворотним зв'язком для кожного нейрона з'єднаний з його ж аксоном. Ідея роботи мережі полягає в знаходженні відстані Хеммінга від тестованого образу до всіх зразків. Відстанню Хеммінга називається число відрізняються бітів в двох бінарних векторах. Мережа повинна вибрати зразок з мінімальною відстанню Хеммінга до невідомого вхідного сигналу, в результаті чого буде активізований тільки один вихід мережі, відповідний цим зразком. За допомогою мережі Хеммінга можлива класифікація за критерієм максимальної правдоподібності [4]. Переваги мережі Хеммінга: простий алгоритм роботи, простий алгоритм навчання, ємність не залежить від розмірності вхідного сигналу. Недоліки: невизначеність результату, при однаковій відстані до двох і більше векторів; здатність розпізнавати тільки легкозашумлені образи [6].

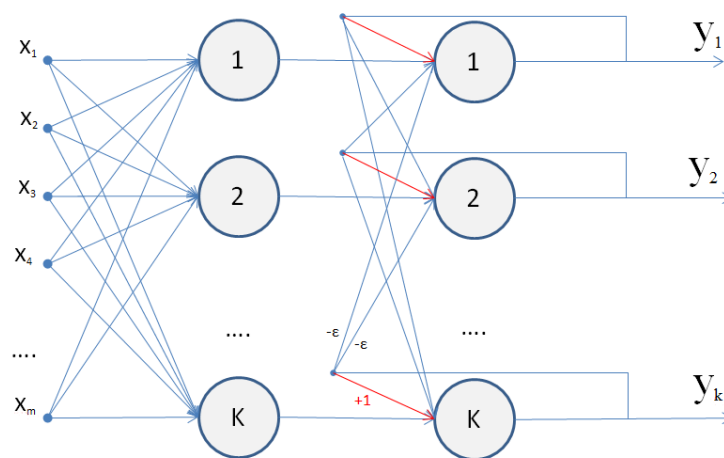


Рисунок 2 – Схема мережі Хеммінга

Нейронна мережа Коско (рисунок 3) є логічним розвитком мережі Хопфілда, до якої для цього досить додати другий шар. Така мережа здатна запам'ятовувати пари асоційованих один з одним образів. Вхідний вектор надходить на один набір нейронів, а відповідний вихідний вектор з'являється на іншому наборі нейронів. Як і мережа Хопфілда, ДАП здатна до узагальнення, виробляючи правильні реакції, незважаючи на зашумлені входи [2,7]. Ця мережа призначена для вирішення задачі встановлення асоціації між невідомим вхідним образом з деяким еталонним образом.

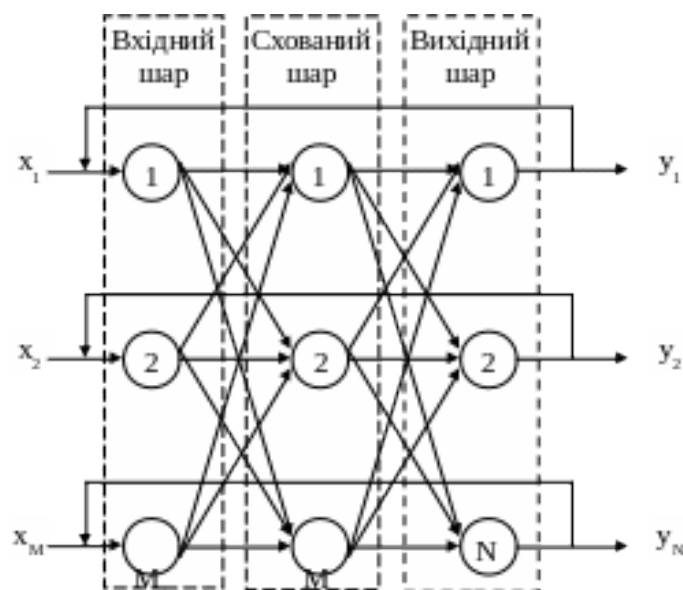


Рисунок 3 – Архітектура нейронної мережі Коско

В загальному випадку мережа Коско складається з трьох шарів: вхідного, схованого та вихідного. Вхідний шар тільки розподіляє інформацію між нейронами, тому досить часто його виключають із розгляду. Кожен з нейронів цього шару з'єднаний з кожним із нейронів вихідного шару. Зв'язки між нейронами в середині шару відсутні, але нейрон сполучений з самим собою. Завдяки цьому в мережі Коско діагональні елементи матриці міжнейронних зв'язків можуть відрізнитися від 0.

На сьогодні найбільш дослідженими та апробованими є дискретні гомогенні бінарні мережі Коско [8, 9]. В таких мережах стани нейронів

змінюються дискретно. Це значить, що на протязі деякого терміну часу вхідні сигнали одного шару, які є вихідними сигналами іншого шару стоять в черзі на обробку. Після закінчення вказаного терміну одночасно по всім нейронам відбувається обробка вхідних сигналів і нові вихідні сигнали займають місце в черзі на обробку. При цьому відповідність невідомого образу з еталонним оцінюється за допомогою відстані Хеммінга. Для нейронів схованого та вихідного шарів використовується сигмоїдальна (логістична) або порогова функції активації. Розрахунок стану нейронів відбувається з використанням нульового порогу активації. Навчання мережі відбувається за допомогою правила Хеба і полягає в розрахунку вагових коефіцієнтів прямих та зворотніх зв'язків між нейронами схованого та вихідного шарів з метою визначення асоціацій між всіма парами вхідних та вихідних векторів.

Переваги:

- двонаправлена асоціативна пам'ять дає можливість будувати асоціації між векторами  $A$  і  $B$ , що в загальному випадку мають різні розмірності. За рахунок таких можливостей гетероасоціативна пам'ять має більш широкий клас застосувань, ніж автоасоціативна пам'ять;

- стабільність після процесу навчання завдяки математичній моделі навчання;

- висока швидкість навчання та висока швидкість відтворення інформації;

- процес формування синаптичних ваг простий і швидкий. Мережа швидко сходиться в процесі функціонування.

- сигнали в мережі можуть бути як дискретними, так і аналоговими [9].

Недоліки мережі Коско: ємність двобічної асоціативної пам'яті жорстко обмежена [10].

Таким чином, мережі Хопфілда, Хеммінга і Коско дозволяють просто і ефективно вирішити задачу відтворення образів за неповною інформацією. Невисока ємність мереж (число образів, що запам'ятовуються) пояснюється тим, що, мережі не просто запам'ятовують образи, а дозволяють проводити їх узагальнення. Разом з тим, легкість побудови програмних і апаратних моделей

роблять ці мережі привабливими для багатьох застосувань. Наприклад, асоціативна пам'ять використовується для роботи з базами даних, для створення мультимедійних інформаційних баз даних, а двонаправлена асоціативна пам'ять для запам'ятовування і відновлювання ланцюжка асоціацій і виконання адресації пам'яті.

#### *Література:*

- 1 Каллан, Роберт *Основные концепции нейронных сетей.* : Пер. с англ. - М. : Издательский дом "Вильямс", 2001. - с. 291 ISBN 5-8459-0210-X (рус.)
- 2 Хайкин, Саймон. *X15 Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.* : Пер. с англ. - М. ООО "И.Д. Вильямс" 2016. - 1104 с. ISBN 978-5-8459-2069-0 (рус.)
- 3 Jose C. Principe, Neil R. Euliano, Curt W. Lefebvre "Neural and adaptive systems: fundamentals through simulations", Inc., USA, 2000, ISBN 0-471-35167-9
- 4 *Artificial Neural Networks: Concepts and Theory*, IEEE Computer Society Press, 1992 ISBN: 0-8186-8997-8
- 5 Гафаров Ф.М Г12 *Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов.* – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с ББК 32.973.2-018+32.813 URL: [https://kpfu.ru/staff\\_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf](https://kpfu.ru/staff_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf)
- 6 Осовский С. *Нейронные сети для обработки информации.* — М.: Финансы и статистика, 2002. — 344 с. ISBN 5-279-02567-4
- 7 *Bidirectional Associative Memory for Short-term Memory Learning*, January 2014, Conference: *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* URL: [https://www.researchgate.net/publication/322243149\\_Bidirectional\\_Associative\\_Memory\\_for\\_Short-term\\_Memory\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/322243149_Bidirectional_Associative_Memory_for_Short-term_Memory_Learning)
- 8 Люгер Ф. *Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.*: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003. 864 с. ISBN 5-8459-0437-4
- 9 Терехов С.А. *Нейронные сети. Лаборатория Искусственных Нейронных Сетей НТО-2, ВНИИТФ, Снежинск.* URL: [http://alife.narod.ru/lectures/neural/Neu\\_index.htm](http://alife.narod.ru/lectures/neural/Neu_index.htm).
- 10 Kosko B., Guest C. *Optical bi-directional associative memories.* // *Society for Photo-optical and Instrumentation Engineers Proceedings: Image Understanding.* — 1987. — с. 758 ISBN 0-13-612334-1

## **Проблеми завдання кластеризації**

**Трусова А. О., Богданова Л. М.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Якщо у вас є великий масив даних, то найбільш ефективний спосіб його дослідити – розсортувати дані в групи для первинного аналізу за допомогою класифікації або кластеризації.



Цінність і основна відмінність кластеризації полягає в тому, що із початкового масиву даних виявляються і об'єднуються параметри зі схожими рисами.

Кластерний аналіз є актуальним в різних прикладних сферах і предметних областях, зокрема: в інформаційних технологіях під час роботи з базами даних, аналізі інтернет-документів; в бізнесі при формуванні споживчого кошика; прийнятті рішення про надання споживчого кредиту; в медицині при виявленні потенційних хвороб пацієнтів; тощо. Актуальність результатів кластеризації дозволяє особам, які приймають рішення (ОПР), виявляти проблемні кластери, які змушують ОПР використовувати більше ресурсів для досягнення цільового результату.

Кластеризація – об'єднання об'єктів або спостережень в непересічні групи, які називаються кластерами, на основі близькості значень їх ознак. В результаті в кожному кластері будуть знаходитися об'єкти, схожі за своїми властивостями один на одного і відрізняються від об'єктів, які містяться в інших кластерах. При цьому чим більше подібність об'єктів всередині кластера і чим сильніше їх відміну від об'єктів в інших кластерах, тим краще кластеризація [1].

Кластеризація виконує такі основні завдання:

- розробка типології або класифікації;
- дослідження корисних концептуальних схем групування об'єктів;
- породження гіпотез на основі дослідження даних;
- перевірка гіпотез або дослідження для визначення, чи дійсно типи (групи), виділені тим чи іншим способом, присутні в наявних даних.

Для зняття невизначеності отриманого результату кластеризації використовується деяка міра якості класифікації, яка є функціоналом. Найкращим за обраним функціоналом слід вважати таке розбиття, при якому досягається його екстремальне (мінімальне або максимальне) значення.

Найбільш поширеними є такі функціонали якості:

1. Сума квадратів відстаней до центрів класів:

$$F_1 = \sum_m \sum_{i \in S_m} d^2(X_i, \bar{X}_l),$$

де  $m$  – номер кластера ( $m = 1, 2, \dots, k$ );

$\overline{X}_m$  – центр  $m$ -го кластера;

$S_m$  –  $m$ -тий кластер;

$X_i$  – вектор значень змінних для  $i$ -го об'єкта, що входить в  $m$ -й кластер;

$d(X_i, \overline{X}_m)$  – відстань між  $i$ -м об'єктом і центром  $m$ -го кластера.

При використанні цього критерію прагнуть отримати таке розбиття сукупності об'єктів на  $k$  кластерів, при якому значення  $F_1$  мінімально.

2. Сума внутрікласових відстаней між об'єктами:

$$F_2 = \sum_m \sum_{i,j \in S_m} (d_{i,j})^2$$

У цьому випадку найкращим слід вважати таке розбиття, при якому досягається мінімальне значення  $F_2$ . Об'єкти, що потрапили в один кластер, близькі між собою за значеннями тих змінних, які використовувалися для класифікації.

3. Сумарна внутрікласова дисперсія:

$$F_3 = \sum_m \sum_j (\sigma_{mj})^2$$

де  $(\sigma_{mj})^2$  – дисперсія  $j$ -й змінної в кластері  $S_m$ .

В даному випадку розбиття, при якому сума внутрікласових (всередині групових) дисперсій буде мінімальною, слід вважати оптимальним [2].

Кластеризація застосовується в біології, соціології та інформатиці.

На сьогоднішній день в області кластерного аналізу актуально вирішення наступних проблем:

- обґрунтований вибір найбільш підходящого методу;
- відсутність рекомендацій щодо застосування існуючих методів для використання в конкретній предметній області;
- вибір кількості кластерів.

Однією з проблем є накож проблема стійкості групуючи рішень. У класичних алгоритмах рішення задач кластер-аналізу результати угруповання можуть сильно змінюватися в залежності від вибору початкових умов, порядку об'єктів, параметрів роботи алгоритмів. І останнім часом різними авторами такими як: Fern X.Z., Brodley C.E, Fred A., Jain, A.K., Strehl A., Ghosh J

пропонуються способи підвищення стійкості групуючих рішень, заснованих на застосуванні ансамблів алгоритмів. При цьому використовуються результати угруповання, отримані різними алгоритмами, або одним алгоритмом, але з різними параметрами налаштування, за різними підсистем змінних і т.д [3, 4].

Недослідженими є такі проблеми кластеризації як порівняння ієрархічних методів кластеризації з нейронними мережами. Ієрархічна кластеризація – сукупність алгоритмів упорядкування даних, спрямованих на створення ієрархії вкладених кластерів.

Метою роботи є порівняння кластеризації за допомогою нейронної мережі Кохонена з методом середнього зсуву на прикладі лікарських даних.

Нейронна мережа – математична модель, а також її програмне або апаратне втілення, побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Вона представляє систему з'єднаних і взаємодіючих між собою простих процесорів (штучних нейронів)

Нейронні мережі не програмуються, вони навчаються. В нашому випадку буде навчання без вчителя (мережа Кохонена).

Нейронні мережі Кохонена — клас нейронних мереж, основним елементом яких є слой Кохонена. Слой Кохонена складається з адаптивних лінійних суматорів (лінійних формальних нейронів). Як правило, вихідні сигнали слою Кохонена обробляються за правилом «переможець забирає все»: найбільший сигнал перетворюється в одиничний, решта перетворюються в нуль. Нейронна мережа Кохонена використовується в різних областях: біологія, розпізнавання образів, психодіагностика, у Веб-розробках, медицині [5, 6].

Метод середнього зсуву – це непараметрична техніка аналізу простору ознак для визначення місця розташування максимуму щільності ймовірності, так званий алгоритм пошуку моди. Зазвичай область застосування техніки – кластерний аналіз в комп'ютерному зорі і обробці зображень. Алгоритм середнього зсуву є ітеративним і починається з початкової оцінки  $x$  [7].

Існує багато програм, які проводять кластеризацію даних. Найвідоміші серед них:

–Deductor Studio – подібний клас завдань реалізується за допомогою алгоритму k-means та його різновиди g-means;

–SPSS Statistics – комерційний модульний, повністю інтегрований програмний комплекс, що охоплює всі етапи аналітичного процесу, орієнтований на рішення бізнес-проблем і супутніх дослідницьких завдань. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс має безліч функцій управління даними і статистичними. Включає в себе алгоритми кластеризації як частина пакету статистичних методів.

#### *Література*

1. Кластеризация (Clustering) [Електронний ресурс] URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/clustering.html>

2. Критерии качества классификации. [Електронний ресурс] URL: [http://ecocyb.narod.ru/513/MSM/msm2\\_6.htm](http://ecocyb.narod.ru/513/MSM/msm2_6.htm)

3. В.Б. Бериков, Г.С. Лбов, *Современные тенденции в кластерном анализе. Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, д. 4, с.– 13.* URL: <http://window.edu.ru/resource/161/56161/files/62315e1-st02.pdf>

4. Fern, X.Z., Brodley, C.E. *Clustering ensembles for high dimensional data clustering // InProc. International Conference on Machine Learning, 2003. P.186-193.* URL: <https://arxiv.org/pdf/2003.08533.pdf>

5. Нейронная сеть. [Електронний ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронная_сеть)

6. Нейронные сети Кохонена. [Електронний ресурс] URL: <https://morphs.ru/posts/2016/11/09/nn-kokhonena>

7. Сдвиг среднего значения [Електронний ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сдвиг\\_среднего\\_значения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сдвиг_среднего_значения)

### **Інформаційні технології для стеогоаналізу відео файлів на основі використання нейронних мереж**

**Дамян І.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Нейронні мережі показали високу ефективність у рішенні задач автоматичного стеогоаналізу цифрових зображень. В теорії, цей інструмент можна також ефективно використовувати для стеогоаналізу інших видів файлів.

На даний момент самим надійним стега-контейнером вважаються відео файли. Перспективою дослідження впливу структури нейронної мережі на ефективність стеганографії відео файлів – є захист контенту відеохостингів від стеганографії. До сих пір не доведена ефективність застосування нейронних мереж у задачах сліпого стегааналізу відео файлів. Немає даних щодо кореляції глибини нейронної мережі, типу її структури, критерію точності та методу навчання із точністю її відео стегааналізу. Для вирішення цієї проблеми була спроектована штучна нейронна мережа та підготовлений дата сет відео файлів, половина з яких містить стеганографію. Під час експерименту, структура нейронної мережі, її глибина, критерій точності та метод навчання змінювалась для того, щоб відстежити зміни показників точності відео стегааналізу. Таким чином, у роботі буде досліджуватись кореляція між параметрами нейронної мережі та ефективністю проведення автоматичного стегааналізу відео файлів, що в перспективі може вирішити проблему захисту відеохостингів від стаганографії, тому тема даної роботи є актуальною.

Мета дослідження – підвищення точності стегааналізу, на основі створення штучної нейронної мережі і визначення кореляції між структурою, глибиною, критерієм якості, методом навчання нейронної мережі та точністю відео стегааналізу з похибкою в межах 10%.

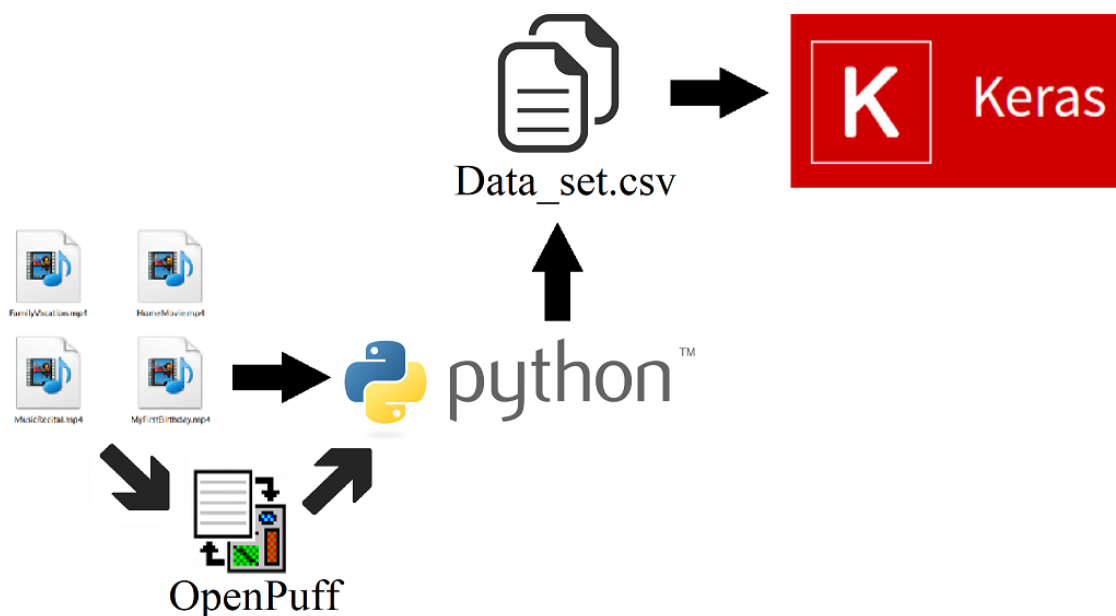


Рисунок 1 – Схема проведення дослідження

Об'єктом даного дослідження є – стегоаналіз відео файлів.

Предметом даного дослідження є – вивчення кореляції між структурою, глибиною, критерієм якості, методом навчання нейронної мережі та точністю відео стегоаналізу.

Під час експериментів було встановлено, що збільшення кількості прихованих шарів мережі негативно впливає на її точність. Також негативно впливає їх повна відсутність – найкращі показники були з одним прихованим шаром. Найкращий варіант функції активації нейронів вхідного та прихованого шарів – «relu», вихідного шару – «softmax». Найкращим критерієм якості для цієї задачі стала «категоріальна крос-ентропія»[2]. Найкращим оптимізатором навчання мережі став «Adagrad»[1]. Кращий показник точності мережі склав **100%** на навчальній та **72,22%** на тестовій вибірці.

У подальшому дослідженні слід зробити більший акцент на структурі файлу, ніж на сліпому побайтному аналізі. Спробувати інші архітектури нейронних мереж, наприклад рекурсивні чи згорткові. Перевірити ефективність мережі при різних показниках наповненості стего-контейнера.

#### *Література*

1. Riedmiller, M., & Braun, H. (1993). A direct adaptive method for faster backpropagation learning: The RPROP algorithm. In *Neural Networks, 1993., IEEE International Conference on* (pp. 586-591). IEEE. DOI: 10.1109/ICNN.1993.298623

2. Javid Nabi. *Estimators, Loss Functions, Optimizers – Core of ML Algorithms [towards data science]*: 2019.

## **Прогнозування цукрового діабету за допомогою нейронної мережі та логістичної регресії**

**Жуков М.С., Гетьман І.А.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Сьогодні ми спостерігаємо збільшення потреби застосування комп'ютерних технологій в галузі медицини. Однією з глобальних проблем на сьогоднішній день є прогресивне зростання цукрового діабету. Вирішенням цієї

проблеми є використання нейронних мереж та точних методів для прогнозування стану пацієнта.

Враховуючи, що статистичні моделі, такі як модель логістичної регресії, є точними, тому ця стаття спробувана шляхом поєднання цієї статистичної моделі та нейронної мережі, створює нове з'єднання, яке має найменшу похибку та максимальну надійність та аналіз. У цьому дослідженні критеріями є продуктивність для мінімізації функції помилок в навчанні нейронної мережі за допомогою нейронної мережі гібридної моделі, отримавши, що функція помилки нейронної мережі становить 0,1, а комбінована модель нейронної мережі становить 0,0002.

Адаптивна штучна нейронна мережа - це непараметричний метод класифікації, що в медичній галузі базується на основі вхідних змінних для класифікації суб'єктів на хворих чи здорових. Класифікація і прогнозування стану пацієнта на основі факторів ризику є застосуванням штучних нейронних мереж [1]. Штучні нейронні мережі подібні до структури людського мозку. Мільярд нервових клітин (нейронів) через спілкування між собою (синапси) створюють біологічну нейронну мережу в мозку людини, які присвячені діяльності людини, такі як : читання, розуміння, розмова, дихання, рух, розпізнавання голосу, виявлення обличчя, також вирішення проблем та зберігання даних. Насправді штучні нейронні мережі імітують частину мозку функції [1,2].

Нейронні мережі - це нелінійне моделювання інтелектуальних обчислювальних прийомів, які за останні роки в ролі прогресу в обчислювальній техніці та інструментах обробки інформації отримали важливе і прогресивне місце в науці, результати яких були сприятливими. Зворотній зв'язок нейронних мереж є корисним типом штучних нейронних мереж, тому що подача нейронної мережі із прихованим шаром, підходяща функція активації в прихованому шарі і достатньо прихованого шару нейронів здатних прогнозувати будь-яку функцію з довільною точністю.

Регресійний аналіз - це статистичний прийом для вивчення зв'язку між собою залежної змінної та незалежної змінної, яка має на меті передбачити залежну змінну на основі незалежної змінної або змінних. Основна відмінність регресії та кореляції полягає в тому, що регресія має характер передбачення залежної змінної від моделі, що незалежна змінна є одним із її компонентів. Хоча кореляція просто відображає інтенсивність взаємозв'язку між незалежними та залежними змінними. [3]. Модель логістичної регресії для двосторонніх залежних змінних, таких як хвороба або здоров'я, смерті чи життя. Цю модель можна взяти до уваги, як узагальнену лінійну модель, як функція зв'язку та її помилку внаслідок розподілу поліномів [4].

При обговоренні регресії часто йдеться про зв'язок між залежною змінною та набір незалежних змінних. У багатьох дослідженнях залежною змінною є два режими, це означає, що відповіді мають лише два режими, наявність або відсутність відношення, яке означає, що залежна змінна є номінальною, і в цьому випадку ми використовуємо логістичну регресію.

Логістика показує можливість нульового або одного зв'язку, або показує наявність або відсутність стосунків і базується на  $x_i$ -квадрат. Для лінійної регресії залежна змінна повинна бути кількісною, а на рівні вимірювання - інтервальна/відносна. Але іноді трапляється так, що залежна змінна дослідження знаходиться не в інтервалі/відносному масштабі, а в його номінальному масштабі (двовимірному чи багатовимірному). У цьому випадку програмне забезпечення надало це місце для нас, щоб ми могли ідентифікувати предиктори зміни однієї номінальної змінної. Техніка, що отримала назву логістичної регресії, наприкінці 1960-х та 1970-х років була введена, як альтернатива лінійній регресії та дискримінантному аналізу. Коли залежною змінною є рівень номінальними та незалежними змінними є порядкові та інтервальні, метод простої лінійної регресії, дискримінантний аналіз, показують, що оціночне значення менше фактичного. Однією з вимог до регресійного аналізу, "інтервалу" масштабу залежної змінної. Але існує безліч додатків, в яких залежна змінна може бути номінальною за лише двома режимами. Наприклад,



кваліфікована особа відповідно до незалежних змінних, таких як рак, хвороба серця, захворювання нирок та діабет передбачають, хто хворий або ні? Оскільки залежна змінна - це номінальний масштаб, метод найменших квадратів, щоб вирішити цей тип застосування - це недоречно, і замість цього треба використовувати інший спосіб, наприклад, логістичну регресію. Тому використовується логістична регресія для оцінки ймовірності виникнення конкретної події та залежної змінної - це коефіцієнт шансів, який є іншим способом вираження можливості.

Хоча логістичну регресію можна використовувати для упорядкованих категорій, відсортованих за класифікацією два або більше режимів (наприклад, часті запитання в анкетах), але якщо залежні змінні, такі як назва великого міста з кількома класифікаціями, є нерегулярними, ви можете використовувати багатовимірний дискримінантний аналіз. Логістична регресія подібна до лінійної регресії, за винятком того, що коефіцієнти цих двох методів різні. Це означає, що логістична регресія замість того, щоб мінімізувати квадратні помилки максимізує ймовірність того, що відбудеться подія.

У цій роботі представлена гібридна модель нейронної мережі використання комбінованої штучної нейронної мережі з використанням логістичної регресії, яка вміє прогнозувати діабет.

За допомогою моделі штучних нейронних мереж може бути розроблена та реалізована модель складних медичних процесів за допомогою програмного забезпечення. Програмні системи є більш ефективними у різних галузях медицини, включаючи прогнозування, діагностику, лікування та допомогу хірургам, та населенню. Ці системи можуть бути реалізовані паралельно і розподіляються в різних масштабах. Загалом, штучні нейронні мережі - це системи паралельної обробки, які використовуються для виявлення складних закономірностей в даних, логістична регресія є методом прогнозування, та може бути різностороннім статистичним методом використання для оцінки зв'язку між незалежними змінними.

Метою цього дослідження було визначити ефективні змінні, їх вплив на діабет та оцінити гібридну модель нейронної мережі та логістичну регресію для прогнозування діабету.

Запропонований спосіб з меншою кількістю помилок передбачає, що людина, яка захворіла цим захворюванням або не дізналася про це на ранній стадії та вжила необхідних заходів для контролю над захворюванням. Критеріями ефективності є мінімізація функції помилок у навчанні нейронних мереж використовуючи комбіновану модель нейронної мережі і дійшовши висновку, що функція помилки нейронної мережі дорівнює 0,1, а гібридна модель нейронної мережі дорівнює 0,0002. Діабет можна передбачити методом, який має найменшу похибку.

#### *Література:*

1 Livingstone, D., Totowa, NJ, *Artificial Neural Networks Methods and Application*. 1th ed. Totowa, NJ: Hummana Press; 2008.

2 Dunne, RA., Wiley, J., Inc, S., "A Statistical Approach to Neural Networks for Pattern Recognition", New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2007.

3 Ruczinski, I., Kooperberg, C., et al., *Logic Resregion. Journal of Computational and Graphical statistic*, Vol.12, No.3, pp.475-511, 2003.

4 Danesh-Pour, MS., Mehrabi, Y., Hedayati, M., Azizi, F., "Multivariable survey of factors correlated with metabolic syndrome using factor analysis (Persian)", *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, Vol.30, pp.139-46, 2006.

5 Васильєва Л.В. *Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проектування»*/ Л.В.Васильєва, І.А.Гетьман. – Краматорськ: ДДМА, 2016. –114 с. – ISBN 978-966-379-755-7.

6 Жуков М.С., Гетьман І.А. *Інформаційні технології для коригування ваги хворих на цукровий діабет за допомогою нейронної мережі. Прикладна математика та комп'ютерні науки: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції (в авторській редакції), м. Маріуполь, 26 лютого 2021 року. – Маріуполь, 2021. [Електронне джерело] – Режим доступу: <http://rp.dsum.edu.ua/handle/123456789/3034>*

3 Жуков М.С., Гетьман І.А. *Використання мобільних додатків при відстеженні свого стану і контролі над хворобою хворих на цукровий діабет // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 20–22 квітня 2019 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – С.14-16 ISBN 978-966-379-891-2. [Електронне джерело – Режим доступу: <http://dspace.dgma.donetsk.ua:8080/jspui/handle/DSEA/585>*

## РОЗДІЛ 9. НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

### Інформаційна система оцінки очікуваної довговічності експлуатації прокатних валків

**Приходько І.Ю., Бобирь С.В., Воробей С.О., Захарчук С.С.<sup>1</sup>**

*Інститут чорної металургії НАН України, Дніпро  
<sup>1</sup>ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»*

Розроблена інформаційна система оцінки очікуваної довговічності експлуатації прокатних валків, що базується на розрахунку сумарної маси прокату з використанням коефіцієнтів живучості валка відповідно в стані постачання ( $K_{Ж0}$ ) і експлуатації ( $K_{Ж1}$ ):

$$M_{ПР} = (H_{ЗАК}/S_{ШЛ}) \cdot m_{СР} \cdot K_{Ж0} \cdot K_{Ж1} \dots\dots\dots (1),$$

де  $H_{ЗАК}$  – товщина загартованого робочого шару валка, мм;

$S_{ШЛ}$  – середня глибина знімання при перешліфовуванні валка, мм;

$m_{СР}$  – середня маса монтажної партії прокату, т.

Середня глибина знімання при перешліфовуванні валка визначається, головним чином, максимальною величиною зносу за період прокатки однієї монтажної партії або глибиною найбільш глибокого дефекту на поверхні валка (скол, відшарування і т.д.).

Коефіцієнт живучості валка в стані постачання визначається

$$K_{Ж0} = \left( \frac{HRC}{HRC_0} \right)^{n1} \cdot \left( \frac{D_0}{D} \right)^{n2} \cdot (1 - A_\gamma)^{n3} \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_{max}}{\sigma_B} \right), \quad (2)$$

де  $HRC$  – фактична твердість поверхні валка;

$HRC_0$  – базове значення твердості поверхні валка;

$D$  – фактична щільність дендритної структури загартованого шару валка;

$D_0$  – базове значення щільності дендритної структури загартованого шару

валка;

$A_\gamma$  - частка залишкового аустеніту в загартованому шарі валка;

$\sigma_{max}$  – максимальна величина залишкових напружень, МПа;

$\sigma_B$  – розрахункове значення тимчасового опору розриву матеріалу прокатного валка, МПа;

$n_1, n_2, n_3$  – показники ступеня впливу факторів, для яких складено базу даних. Величину  $\sigma_B$  можна визначити, наприклад, за відомою твердістю сталі.

Коефіцієнт живучості валка в стані експлуатації  $K_{Ж1}$  визначається за такою залежністю, в якій враховується вплив дефектів на поверхні бочки валка в разі їх появи на будь-якому етапі експлуатації:

$$K_{Ж1} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{n_4} \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^{n_5} \cdot \left(1 - \frac{K_{def} \cdot L_{def}}{H_{зак}}\right)^{n_6} \quad (3),$$

де  $T$  – фактична середньо масова робоча температура валка, °С;

$T_0$  – базова середньо масова робоча температура валка, °С;

$p$  – фактичне середнє приведене питоме навантаження на валок з урахуванням внутрішніх напружень і динамічних навантажень, МПа;

$p_0$  – базове значення навантаження, МПа;

$K_{def}$  – коефіцієнт виду дефекту;

$L_{def}$  – характерний розмір дефекту, мм;

$H_{зак}$  – товщина загартованого шару валка, мм;

$n_4, n_5, n_6$  – показники ступеня впливу факторів.

### **Алгоритм підвищення надійності комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів**

**Лебедєв В.А., Лактіонов І.С., Лактіонова Г.А.**  
*ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»*

Під час тестування впровадженої комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів в умовах відкритого ґрунту для ДДСДС НААН України було виявлено певні недоліки алгоритмічної реалізації програмного забезпечення [1]. Один із таких недоліків проявлявся у систематичному співпадінні часових інтервалів під час інтенсивних атмосферних опадів. Згідно з якими відбувається обробка функції, яка відповідає

за підрахунок кількості атмосферних опадів, під час її виклику зовнішнім перериванням, та функції обробки, що викликається згідно внутрішнього режиму роботи системи, яка відповідає за відправку пакетів даних результатів вимірювання до онлайн сервісу агрегації інформації за допомогою бездротових технологій GSM та GPRS зв'язку.

Під час діагностування такого недоліку [2] було проаналізовано серію архівованих даних, які відображають послідовність виконання планових операцій із опитування сенсорів, обробки та відправки вимірювальної інформації під час моніторингу при інтенсивних атмосферних опадах (див. рис. 1).

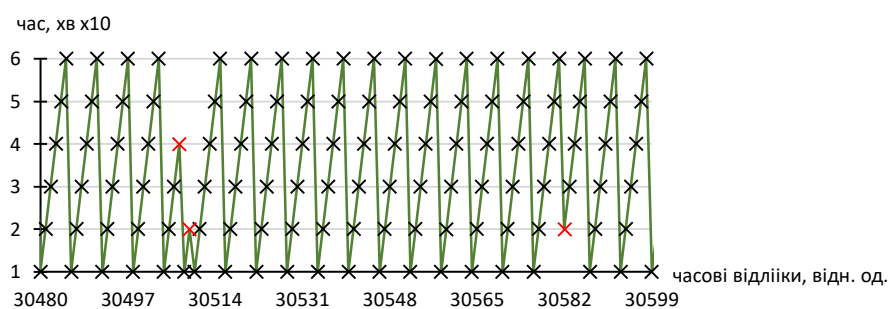


Рисунок 1 – Графічне представлення послідовності виконання планових операцій

На графіку (див. рис. 1) червоними позначками зазначено моменти зриву планових операції, де під час обробки функції відправки даних спрацьовувало зовнішнє переривання на обробку функції підрахунку кількості атмосферних опадів. Це призводило до збоїв у послідовності виконання відповідних команд реєстрації в мережі стільникового оператора, підготовці даних до відправки та з'єднанні й відправки інформаційного пакету.

Для вирішення цієї задачі до головного алгоритму програми були внесені зміни щодо роботи блоку апаратних переривань та пріоритетності їх обробки [2]. А саме, реалізовано алгоритмічну пріоритетність виконання планових операцій зі захистом обробки функції передачі даних, як показано на рис. 2.

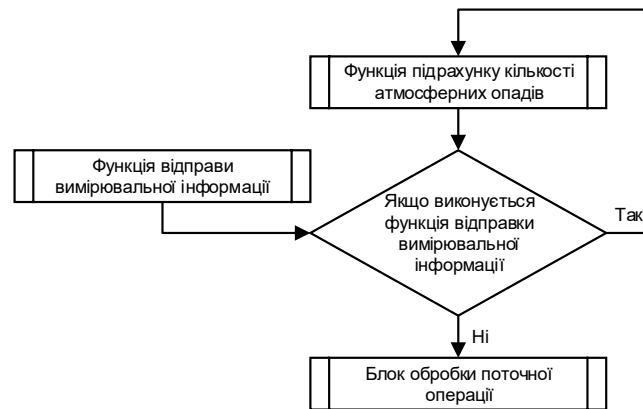


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму пріоритетності обробки функції

Отже, таке рішення дозволило підвищити показник надійності роботи комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів під час відправки вимірювальної інформації за інтенсивних атмосферних опадів.

#### Література

1. Лактіонов І.С., Вовна О.В., Лебедєв В.А., Лактіонова Г.А. Результати розробки та дослідження комп'ютеризованої системи моніторингу кліматичних параметрів для сільськогосподарських об'єктів. *Технічна інженерія*. 2020. № 1 (85). С. 165–170.
2. Вовна О.В., Лактіонов І.С., Лебедєв В.А. *Комп'ютерно-інтегрований моніторинг та керування в промислових теплицях: поточні результати і перспективи досліджень: монографія*. Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. 255 с.

## РОЗДІЛ 10. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ТОЩО

### Робоча модель системи підтримки сталого мікроклімату в закладах охорони здоров'я

Азархов О.Ю., Сілі І.І.

*Приазовський Державний Технічний Університет*

Зниження вологості є найважливішим завданням кондиціонування повітря системи для підтримки якості повітря в медичних приміщеннях в максимально комфортних та санітарних значеннях. Хоча осушувачі парокомпресійного типу

сьогодні широко використовуються, термоелектричні осушувачі повітря останнім часом привертають все більшу увагу через низку переваг, пов'язаних з розв'язанням екологічних проблем.

Термоелектричні системи використовують ефект Пельтьє, за допомогою якого тепло переходить із холодної на гарячу сторону у відповідь на протікаючий електричний струм через переходи неоднорідних напівпровідників р та n типу в термоелектричних гранулах елемента. Водяна пара конденсується на твердій поверхні, що стикається з холодною стороною елемента Пельтьє, поки її гаряча сторона охолоджується зовнішнім виділенням тепла, переданого ефектом Пельтьє [1]. Науковцями ПДТУ, зокрема на кафедрі «Біомедична інженерія» запропоновану робочу модель подібного пристрою для осушення повітря в медичних закладах міста Маріуполь [2] (рис.1).

Використання термоелектричного модуля Пельтьє, в якості осушувача дозволяє знизити вартість обладнання, досягти невеликих компактних розмірів і знизити ризик ураження електричним струмом при використанні некваліфікованим персоналом. Також важливим фактором є здатність осушувача на елементі Пельтьє ефективно підтримувати низьку температуру однієї із сторін, порівняно з температурою навколишнього середовища

Для осушувача було обрано алюмінієву пластину приблизно 36 см<sup>2</sup>, товщиною близько 0,5 мм, три термоелектричні елемента Пельтьє ТЕС1-12706, радіатор, Arduino Uno, плата для з'єднань, перемички, зовнішній блок живлення 220/12В, три транзистори ТІР 122, три резистори 1 кОм. Елемент Пельтьє монтувався на зворотній стороні пластини холодною стороною до алюмінієвої пластини. Дана модель осушувача повітря є досить ефективним пристроєм, який конденсуючи краплі води з пари у повітрі з більшою концентрацією мікро крапель на алюмінієвій пластині по-перше зменшує вологість повітря у приміщенні, а по-друге є джерелом технічної води в невеликих кількостях.

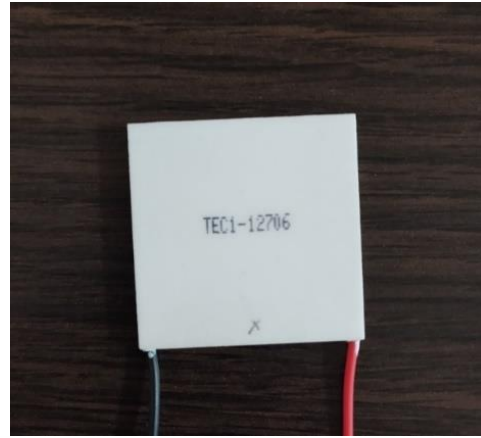


Рисунок 1 - Модель пристрою осушення повітря в закладах охорони здоров'я

Іноземними розробниками запропоновано інший вид осушувача на базі термоелектричних елементів Пельтьє, який складається з трьох частин: елементу Пельтьє, холодоагенту та радіатора. По обидва боки елементу знаходяться радіатори холоду та тепла, які обмінюються теплом з навколишнім повітрям. При подачі електричної напруги на модель, поглинання тепла відбувається через холодоагент, в той час як тепловіддача відбувається через радіатор.

#### Література

1. Азархов О.Ю. Модель безструмового апарату підігрівання імплантантів / І.І. Сілі, О.Ю. Азархов. - Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – с. 417 – 419..
2. Азархов О.Ю. Осушувач повітря на базі елемента Пельтьє та Ардуіно. / В. С. Волошин, О.Ю. Азархов, І.І. Сілі - Медична інформатика та інженерія, 2020. – Вип. (2). – с. 90-95. <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.2.11180>.

## Математичний опис серводвигуна на базі СДПМ

**Гаркуша С.А., Івченков М. В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Синхронні двигуни з постійними магнітами (СДПМ) - це синхронна машина, індуктор якого складається з постійних магнітів. Перевага таких машин в порівнянні з іншими машинами є малий момент інерції і високий коефіцієнт корисної дії [1], малі електромеханічні і електромагнітні постійні часу, малі



масогабаритні показники. Незважаючи на перераховані переваги, це не дозволяє поєднувати високу швидкість і точність, тому в високопродуктивному обладнанні, де головним критерієм є продуктивність, застосовуються серводвигуни.

Серводвигун - це обертовий двигун з датчиком зворотного зв'язку, призначений для роботи в широкому діапазоні швидкостей, що забезпечує поліпшену плавність ходу, знижену вібрацію і акустичні шуми. Головна відмінність серводвигуна від звичайного двигуна в тому, що він дозволяє точно контролювати кутове положення, швидкість і прискорення виконавчого механізму, відповідно серводвигун, можливо, використовувати для завдань позиціонування промислових роботів і високоточних фрезерних ЧПУ верстатів. Як правило, в його склад включений датчик положення або швидкості. Управління серводвигуном відбувається за допомогою перетворювача частоти. Серводвигуни можуть розрізнятися формою, розмірами і конструкцією [2].

Як і будь-яка електрична машина, серводвигун має ряд переваг і недоліків. До переваг можна віднести:

- плавність і підвищена точність переміщень яка доступні навіть на низьких швидкостях, що дозволяє використовувати серводвигун для створення одно або багато координатних систем позиціонування;
- тиха робота і висока вихідна потужність при будь-якій швидкості в поєднанні з невеликими розмірами;
- основною перевагою – є дуже низький момент інерції ротора щодо обертального моменту. Це дозволяє реалізувати дуже високу швидкість.

До недоліків можна віднести, високу вартість серводвигунів і серводрайверів, яка іноді робить застосування серводвигуна необґрунтованим.

**Мета роботи** – математичний опис та розробка структурної схеми векторного управління серводвигуном на базі синхронного двигуна з постійними магнітами.

Головна ідея векторного управління полягає в тому, щоб контролювати не тільки величину і частоту напруги живлення, але і фазу. Іншими словами,

контролюється величина і кут просторового вектора [3]. Векторне управління в порівнянні зі скалярним володіє більш високою продуктивністю і позбавляє від усіх недоліків скалярного управління. Застосовувати схеми векторного управління має сенс тільки в претензійних електроприводах високоточних верстатів, дозаторів.

Введемо ортогональну систему координат  $d, q$ , яка обертається з довільною швидкістю відносно нерухомої. Одну вісь визначаємо як дійсну  $d$ , а іншу - як уявну  $q$ , тоді зв'язок між системами координат буде визначатися певним кутом [4, 5]. Зв'язок між рухомою ( $d, q$ ) і нерухомою ( $\alpha, \beta$ ) системами координат має вигляд (1):

$$\begin{cases} X_{d,q} = X_{\alpha,\beta} e^{-j\theta}, \\ X_{\alpha,\beta} = X_{d,q} e^{j\theta}. \end{cases} \quad (1)$$

При переході до обертових координат рівняння електричної рівноваги перетвориться до вигляду (2):

$$U_s = R_s \cdot I_s + L_s \cdot \frac{dI_s}{dt} + j \cdot \omega \cdot L_s \cdot I_s + j \cdot \omega \cdot \Phi_0. \quad (2)$$

$$\text{де } U_s = u_d + j u_q;$$

$$I_s = i_d + j i_q.$$

Розкладаючи вектори електромагнітних змінних стану по осях  $d$  і  $q$ , отримуємо скалярний опис машини [6]. При цьому вісь  $d$  об'єднується з віссю потоку ротора (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} U_d = R_s \cdot i_d + L_s \cdot \frac{di_d}{dt} - \omega \cdot L_s \cdot i_q, \\ U_q = R_s \cdot i_q + L_s \cdot \frac{di_q}{dt} + \omega \cdot L_s \cdot i_d + \omega \cdot \Phi_0, \\ M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Phi_0 \cdot i_q, \\ J \cdot \frac{d\omega}{dt} = M - M_H. \end{array} \right. \quad (3)$$

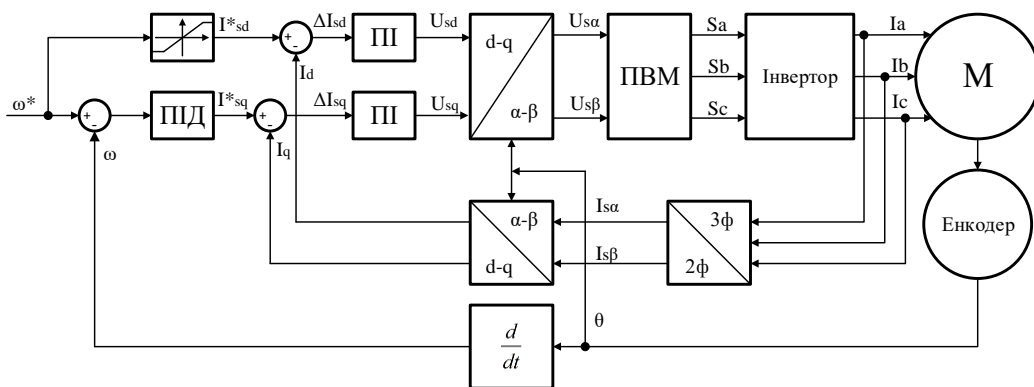


Рисунок 1 – Структурна схема векторного управління серводвигуном

#### Література

1. Lindegger, M. *Economic viability, applications and limits of efficient permanent magnet motors* / M. Lindegger // *Swiss Federal Office of Energy SFOE. – Switzerland. – 2009. – P. 6–27.*
2. *Сервопривод // Докл. науч.-метод. семинара. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 88 с.*
3. Ronald T. Azuma *A Survey of Augmented Reality* // *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. – 1997. – № 4. – P. 355–385.*
4. Виноградов А.Б. *Векторное управление электроприводами переменного тока* // ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2008. – 298 с.
5. Герман – Галкин С.Г. *Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие СПб.: КРОНА принт, 2001- 320с., ил.*
6. Marian P. Kazmierkowski, Leopoldo G. Franquelo, Jose Rodriguez, Marcelo A. Perez, Jose I. Leon. *High-Performance Motor Drives: IEEE Industrial Electronics, vol. 5, no. 3, pp. 6-26, Sep.2011*
7. Клиначёв, Н.В. *Определение положения ротора синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов*/ Н.В. Клиначёв, Н.Ю. Кулёва, С.Г. Воронин// *Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2014. – Т. 14. – № 2. – С. 49–54.*
8. *Электропривод с вентильными двигателями // Докл. науч.-практ. семинара. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 120 с.*

## **Аналіз енергоспоживання академії за структурними підрозділами та видами енергоносіїв**

**Квашнін В.О., Бабаш А.В., Щербинін О.О.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

На даний момент однією з найважливіших економічних проблем України є її імпортозалежність від ключових енергоносіїв – газу, нафти, вугілля, атомного палива. 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. Затрати на виробництво електроенергії більші, ніж ціна продажу споживачам, а плата за споживані енергоресурси перевищує значно розмір фактичних витрат [1].

Окрім цього, власне сам електроенергетичний комплекс потребує все більш активних заходів щодо раціоналізації та модернізації його матеріально-технічної бази з урахуванням вимог часу:

- впровадження сучасних енергозберігаючих технологій;
- модернізація та вдосконалення енергетичного обладнання;
- заміщення неефективного та застарілого обладнання;
- скорочення усіх енергетичних витрат;
- підвищення рівня використання вторинних енергоресурсів [2].

Нераціональне використання електроенергії сильно зменшує ефективність функціонування промислових і приватних підприємств, що, в свою чергу, гальмує економічний розвиток держави та залишає її на низькому рівні енергетичної самодостатності [3].

Очевидно, що актуальною дана проблема є і для структурних підрозділів системи освіти, зокрема для вищих навчальних закладів четвертого рівня акредитації, таких як Донбаська державна машинобудівна академія.

Цей навчальний заклад здійснює освітню діяльність, пов'язану зі здобуттям вищої освіти та кваліфікації в галузях машинобудування, верстатобудування, металургії, та суміжних галузях. Система електропостачання

ДДМА повинна забезпечувати безперебійне живлення електроприймачів, до яких відносяться електродвигуни, трансформатори, різноманітні стенди для практичних робіт (в аудиторіях ДДМА), електронні пристрої, освітлювальні установки та інше.

На даний час в Донбаській державній машинобудівній академії використовується декілька видів джерел енергії – це електроенергія, централізоване опалення та газ. В період з 2014 по 2020 роки змінилась не тільки кількість споживаної енергії, а також самі джерела енергії для різних структурних підрозділів ДДМА.

Так, до 2017 року лише перший корпус з п'яти опалювався від централізованої системи теплопостачання, в той час опалення інших чотирьох здійснювалось з використанням природного газу.

З листопада 2017 року всі п'ять корпусів повністю перейшли на централізоване опалення. Схожа ситуація спостерігається з гуртожитками, де перший та третій обігрівалися від централізованого опалення, а другий опалювався газом.

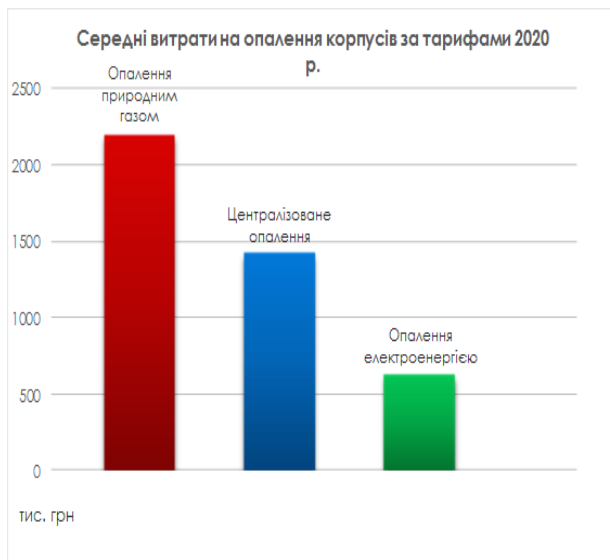
З листопада 2015 року другий гуртожиток був також переведений на централізоване опалення.

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

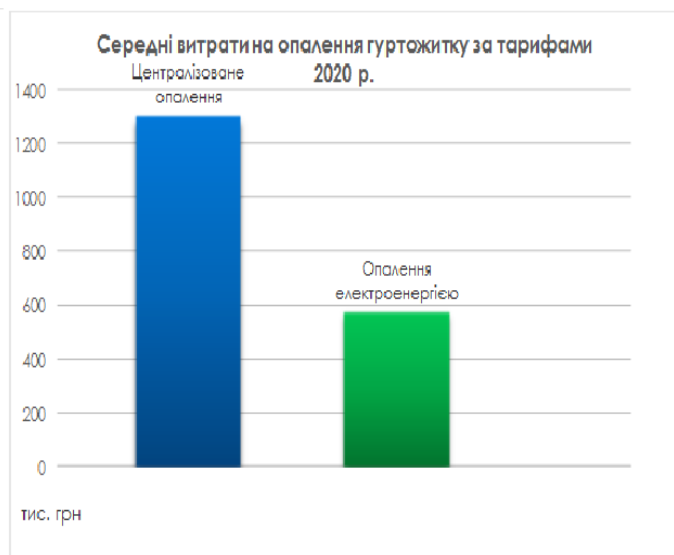
В рамках роботи був виконаний аналіз витрат на опалення з використанням різних способів (централізоване опалення, природним газом та електроенергією) з 2014-го по 2019-й роки [4,5] для корпусів та гуртожитку у перерахунку на тарифи на енергоресурси на 2020 рік [5].

Діаграма витрат на опалення корпусів ДДМА з використанням різних способів опалення (централізоване опалення, природним газом, опалення електроенергією) наведена на рисунку 1 (а).

Діаграма витрат на опалення гуртожитку відповідно представлена на рисунку 1 (б).



(а)



(б)

Рисунок 1 – Діаграма середніх витрат на опалення корпусів (а) та гуртожитків (б) ДДМА за тарифами 2020 року на всі види опалення

Таким чином із аналізу середнього значення витрат на різні види палива, можна встановити, що на 2020 рік з відповідними тарифами найбільш вигідно опалювати з використанням електроенергії, а найбільш не вигідно з використанням природного газу.

#### Література

1. Жежселенко И. В., Рабинович М. Л., Божко В. М. *Качество электроэнергии на промышленных предприятиях*. Киев: Техніка, 1981.
2. Мельников Н. А. *Электрические сети и системы*. М.: Энергия, 1975.
3. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua>.
4. Квашін В.О., Бабаши А.В., Тетера В.О. Дослідження та виявлення найбільш енергоефективного способу опалення приміщень Донбаської державної машинобудівної академії / Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2020, С. 120-123.
5. Квашін В. О., Бабаши А. В., Тетера В. О. Дослідження режимів роботи котельної для опалення приміщень ДДМА з метою виявлення найбільш ефективного способу опалення / ISSN 1993-8322. ВІСНИК Донбаської державної машинобудівної академії. № 1 (48), 2020, С. 68-77.
6. Тарифы на электроэнергию для населения и предприятий в Украине [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://taanimo.com>.

## РОЗДІЛ 11. РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕТОДИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ

### Рациональність використання числових інтеграторів високого порядку в цифрових ПІД-регуляторах

**Мороз В., Вакарчук А.**

*Національний університет "Львівська політехніка"*

Сучасна цифрова техніка у системах автоматичного керування дає змогу реалізувати складні закони регулювання. Такі системи передбачають використання алгоритмів та програм, частиною яких є застосування тих чи інших числових методів. Понад 90% усіх промислових контролерів є ПІД-регуляторами, що містить операції інтегрування та диференціювання [1].

Ознакою цифрових систем керування є робота у режимі реального часу, що звужує використання числових методів лише до явних багатокрокових методів з кількох причин:

1. Неявний метод потребує використання наступного, ще не виконаного кроку;
2. Однокрокові методи потребують проміжних значень похідної для виконання дробового кроку. У системах автоматичного керування неможливо отримати інформацію про поведінку інтегрованої функції в проміжку між відліками оперативного сигналу.

Таким чином, актуальним залишається питання використання явних числових методів, а саме, доцільність використання числових інтеграторів високого порядку.

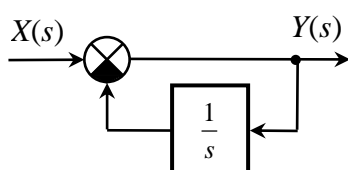
Використання цифрових моделей ПІД-регулятора, які отримані за допомогою різних класичних методів дискретизації, дає змогу зі застосуванням апарату теорії автоматичного керування здійснити аналіз і пошук причин відмінностей у поведінці цифрових регуляторів, розглядаючи їх як цифрові фільтри [2, 3].

**Метою дослідження** є визначення доцільності використання числових інтеграторів високого порядку в цифрових ПІД-регуляторах. Базуючись на

матеріалах існуючих досліджень [4], де уже доведено неефективність використання числових методів вищих порядків у математичному моделюванні, можна припустити, що використання числових методів як числових інтеграторів вищого порядку у цифрових ПД-регуляторах теж є недоцільним та нерациональним.

Одним з основних інструментів аналізу систем керування та їхніх елементів у класичній теорії автоматичного керування є використання методу частотних характеристик, який дає змогу достатньо наочно здійснити аналіз поведінки. Таким чином, розглядаючи числовий інтегратор як цифровий фільтр, можна здійснити аналіз його поведінки методами класичної теорії керування.

У роботі [5] показано, що однією з проблем цифрових реалізацій ПД-регуляторів є реалізація операції цифрового диференціювання. Для цієї операції запропоновано структуру, спрощений варіант якої показано на рис.1 (разом з одержаною передавальною функцією). У колі зворотного зв'язку знаходиться дискретний аналог неперервного інтегратора відповідного порядку – у дослідженнях використано явні формули Адамса з першого по шостий порядок. Для цього з використанням методів [3-5] одержано їхні дискретні передавальні функції.



$$W_d(s) = \frac{1}{1 + \frac{1}{s}} = \frac{s}{s + 1}.$$

Рисунок 1 – Структурна схема і передавальна функція тестової ланки

З отриманих результатів у середовищі MATLAB + Control System Toolbox, а саме – графіків частотних характеристик (рис. 2), стає очевидним, що чим вищий порядок числового інтегратора, тим більші амплітудні та фазні похибки на високих частотах він вносить. Це не дозволяє застосовувати яку-небудь корекцію, оскільки з ростом порядку методу інтегрування, похибки зростають, причому залежності стають менш лінійними. Цікавим результатом є



ефективність і незначні похибки методів низького (першого і другого) порядків.

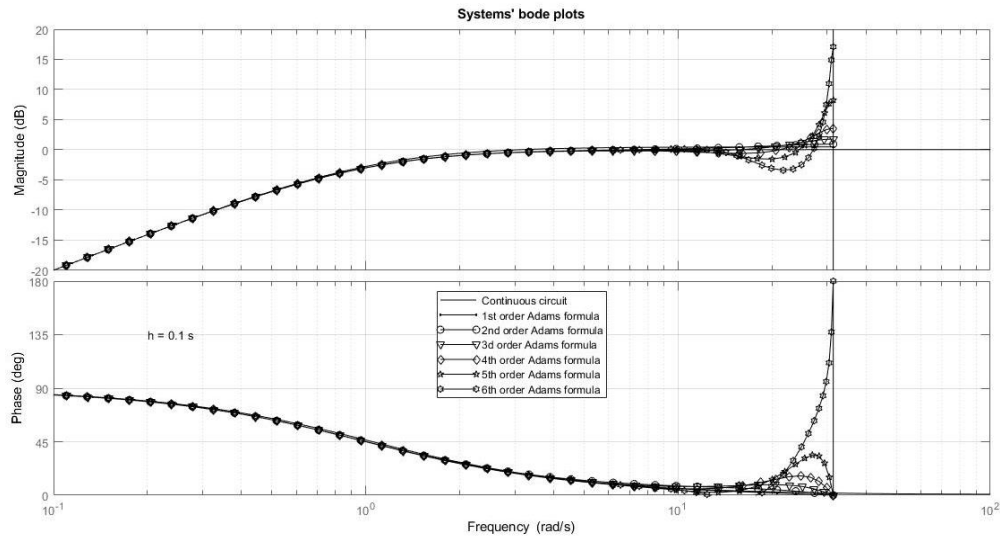


Рисунок 2 – Частотні характеристики тестової ланки для випадку використання числових інтеграторів з 1-го по 6-ий порядок

**Висновки.** Дослідження методом частотних характеристик показали нераціональність використання явних числових інтеграторів високого порядку в цифрових системах керування, зокрема, у випадку реалізації операції цифрового диференціювання.

#### Література

1. Karl J Åström, Björn Wittenmark. *Computer-Controlled Systems: Theory and Design, Third Edition*. – 2013, Published by Dover Books on Electrical Engineering. – 578 p. [ISBN-13: 978-0486486130; ISBN-10: 0486486133]
2. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. *Modern Control Systems, 12<sup>th</sup> Edition*. – USA: Pearson, 2010. – [ISBN-13: 978-0136024583]. – 1104 p.
3. Elijah Jury. *Sampled-data control systems*. – New York, John Wiley & Sons, Inc., 1958. – 453 p.
4. Мороз В. Аналіз раціонального порядку апроксимації для відновлення інформації за її дискретними відліками // *PIY (Радіоелектроніка. Інформатика. Управління)*. – 2008. – №1 (19). – С. 74-78.
5. V. Moroz, A. Vakarchuk. Influence of the numerical method sampling on the digital PID-controller behavior // *Electrical Power and Electromechanical Systems, 2020, Vol. 2, No. 1s, pp. 35-45*.

## **Визначення функції Ляпунова для двомасової електромеханічної системи**

**Садовой О.В., Волянський Р.С., Байдуж А.О.**  
*Дніпровський державний технічний університет*

**Вступ.** Необхідність інтенсифікації виробництва з метою покращення якості та кількості випускаємої продукції вимагає ретельного розгляду та комплексного врахування процесів, які відбуваються в усіх ланках технологічних процесів. Однією з таких ланок є кінематична ланка електропривода, яка лише в окремих випадках може розглядатися як абсолютно жорстка. В більшості ж випадків ця ланка має розглядатися як багатомасова, що характеризується коливальними перехідними процесами. Неврахування цих процесів може призвести до виникнення в замкнутих електромеханічних системах слабодемпфованих коливань і зменшення запасу стійкості електропривода.

Одним із методів аналітичної оцінки стійкості динамічних систем є другий метод Ляпунова, який базується на використанні спеціальним чином визначених квадратичних функцій [1]. Відомі існуючі методи визначення цих функцій базуються на використанні повного вектору змінних стану [1,2], що є непридатним при дослідженні багатомасових систем через неможливість безпосереднього виміру моментів пружних деформацій [2]. Тому задача визначення функції Ляпунова, що використовує лише деякі компоненти вектору стану є актуальною при аналіз пружних електромеханічних систем.

**Мета роботи** – визначення функції Ляпунова для динамічного об'єкта, не всі змінні стану якого доступні безпосередньому вимірюванню.

### **Задачі дослідження:**

- перетворення рівнянь збуреного руху до форми, яка не містить невимірюваний момент пружних деформацій;
- визначення вигляду та коефіцієнтів функції Ляпунова.

**Матеріали дослідження.** Розглянемо рівняння збуреного руху двомасової електромеханічної системи з безінерційним каналом формування електромагнітного моменту двигуна

$$p\eta_1 = b_{11}\eta_1 + b_{12}\eta_2; \quad p\eta_2 = b_{21}\eta_1 + b_{23}\eta_3; \quad p\eta_3 = b_{32}\eta_2 + b_{33}\eta_3 + m_3 U_3, \quad (1)$$

$$b_{11} = -\frac{h}{J_1}; b_{12} = \frac{M_{\max}}{J_1\omega_0}; b_{21} = -b_{23} = -\frac{c_{12}\omega_0}{M_{\max}}; b_{33} = -\frac{h}{J_2}; b_{32} = -\frac{M_{\max}}{J_2\omega_0}; \quad (2)$$

$$m_2 = -b_{32} = \frac{M_{\max}}{J_2\omega_0}; \eta_1 = \frac{\omega_1 - \omega^*}{\omega_0}; \eta_2 = \frac{M_y - M^*}{M_{\max}}; \eta_3 = \frac{\omega_3 - \omega^*}{\omega_0},$$

тут  $J_1$  та  $J_2$  – моменти інерції зосереджених мас,  $h$  – коефіцієнт в'язкого тертя,  $c_{12}$  – коефіцієнт пружності,  $M_{\max}$  – максимальний момент,  $\omega_0$  – швидкість ідеального холостого ходу електродвигуна,  $\omega_1$  та  $\omega_3$  – швидкості першої та другої зосереджених мас,  $M^*$  та  $\omega^*$  – бажані значення моменту та швидкості обертання,  $p=d/dt$  – оператор диференціювання.

Вважаючи, що момент пружних деформацій не підлягає безпосередньому виміру, виключимо його з рівнянь руху досліджуваної системи та складемо на їх основі рівняння вільного руху

$$p\eta_1 = b_{12}b_{21}\eta_{01} + b_{12}b_{23}\eta_{03} + b_{11}\eta_1; p\eta_3 = b_{21}b_{32}\eta_{01} + b_{23}b_{32}\eta_{03} + b_{33}\eta_3, \quad (3)$$

$$\eta_{01} = \eta_1 / p; \eta_{03} = \eta_3 / p.$$

На відміну від рівнянь (1) рівняння (3) описують динаміку двомасової системи використовуючи лише швидкості мас.

Функцію Ляпунова для вільного руху об'єкта (3) будемо шукати у вигляді

$$V = \eta_{01}^2 v_{001} + 2\eta_{01}\eta_{03} v_{0103} + 2\eta_{01}\eta_1 v_{011} + 2\eta_{01}\eta_3 v_{013} + \eta_{03}^2 v_{003} + 2\eta_{03}\eta_1 v_{031} + \quad (4)$$

$$+ 2\eta_{03}\eta_3 v_{033} + \eta_1^2 v_{11} + 2\eta_1\eta_3 v_{13} + \eta_3^2 v_{33}.$$

В силу рівняння руху (3) повна похідна функції Ляпунова (4) буде

$$pV = (2b_{12}b_{21}v_{011} + 2b_{21}b_{32}v_{013})\eta_{01}^2 + (2b_{12}b_{23}v_{031} + 2b_{23}b_{32}v_{033})\eta_{03}^2 + \quad (5)$$

$$+ (2b_{12}b_{21}v_{031} + 2b_{12}b_{23}v_{011} + 2b_{21}b_{32}v_{033} + 2b_{23}b_{32}v_{013})\eta_{03}\eta_{01} + (2b_{12}b_{21}v_{11} +$$

$$+ 2b_{21}b_{32}v_{13} + 2b_{11}v_{011} + 2v_{001})\eta_1\eta_{01} + (2b_{33}v_{33} + 2v_{033})\eta_3^2 + (2b_{12}b_{21}v_{13} +$$

$$+ 2b_{21}b_{32}v_{33} + 2b_{33}v_{013} + 2v_{0103})\eta_3\eta_{01} + (2b_{12}b_{23}v_{11} + 2b_{23}b_{32}v_{13} + 2b_{11}v_{031} +$$

$$+ 2v_{0103})\eta_1\eta_{03} + (2b_{12}b_{23}v_{13} + 2b_{23}b_{32}v_{33} + 2b_{33}v_{033} + 2v_{003})\eta_3\eta_{03} + (2b_{11}v_{11} +$$

$$+ 2v_{011})\eta_1^2 + (2b_{11}v_{13} + 2b_{33}v_{13} + 2v_{013} + 2v_{031})\eta_3\eta_1.$$

Прирівнюючи коефіцієнти при добутках змінних стану до нуля, запишемо рівняння для визначення шуканих коефіцієнтів функції Ляпунова

$$\begin{aligned}
& b_{11}v_{13} + b_{33}v_{13} + v_{013} + v_{031} = 0; \quad b_{12}b_{21}v_{11} + b_{21}b_{32}v_{13} + b_{11}v_{011} + v_{001} = 0; \\
& b_{12}b_{23}v_{11} + b_{23}b_{32}v_{13} + b_{11}v_{031} + v_{0103} = 0; \quad b_{33}v_{33} + v_{033} = 0; \\
& b_{12}b_{21}v_{031} + b_{12}b_{23}v_{011} + b_{21}b_{32}v_{033} + b_{23}b_{32}v_{013} = 0; \quad b_{12}b_{21}v_{011} + b_{21}b_{32}v_{013} = 0; \quad (6) \\
& b_{12}b_{21}v_{13} + b_{21}b_{32}v_{33} + b_{33}v_{013} + v_{0103} = 0; \quad b_{12}b_{23}v_{031} + b_{23}b_{32}v_{033} = 0; \\
& b_{12}b_{23}v_{13} + b_{23}b_{32}v_{33} + b_{33}v_{033} + v_{003} = 0; \quad b_{11}v_{11} + v_{011} = 0
\end{aligned}$$

та, прийнявши до уваги коефіцієнти (2), знайдемо коефіцієнти  $v_{ij}$

$$\begin{aligned}
v_{001} &= \frac{h^2}{J_2^2}; v_{003} = \frac{h^2}{J_2^2}; v_{0103} = \frac{h^2}{J_2^2}; v_{011} = \frac{J_1 h}{J_2^2}; v_{013} = \frac{h}{J_2}; v_{031} = \frac{J_1 h}{J_2^2}; \\
v_{033} &= \frac{h}{J_2}; v_{11} = \frac{J_1^2}{J_2^2}; v_{13} = \frac{J_1}{J_2}; v_{33} = 1.
\end{aligned} \quad (7)$$

Коефіцієнти функції Ляпунова є додатними, що створює передумови для розгляду функції Ляпунова (4) як позитивно-визначеної квадратичної форми. Доведемо її позитивну визначеність за допомогою критерія Сильвестра. Для цього складемо визначник коефіцієнтів

$$\Delta = \begin{vmatrix} h^2 / J_2^2 & h^2 / J_2^2 & J_1 h / J_2^2 & h / J_2 \\ h^2 / J_2^2 & h^2 / J_2^2 & J_1 h / J_2^2 & h / J_2 \\ J_1 h / J_2^2 & J_1 h / J_2^2 & J_1^2 / J_2^2 & J_1 / J_2 \\ h / J_2 & h / J_2 & J_1 / J_2 & 1 \end{vmatrix}. \quad (8)$$

Значення цього визначника та його старших діагональних мінорів є нульовими і лише найменший діагональний мінор дорівнює одиниці. Таким чином, згідно з критерієм Сильвестра квадратична форма є позитивно-визначеною.

**Висновки.** Наведені матеріали дослідження дозволяють стверджувати, що виключення з рівнянь руху багатомасових систем пружних моментів дозволяє визначити функцію Ляпунова у вигляді адитивної позитивно-визначеної квадратичної функції, яка залежить від кутових швидкостей та положень кожної зосередженої маси.

#### Література

1. Барбашин Е.А. *Функции Ляпунова.* – М.: Наука, 1970, 240 с..
2. Садовой А.В. *Системы оптимального управления прецизионными электроприводами [Текст] / А.В. Садовой, Б.В. Сухинин, Ю.В. Сохина.* – К.: ИСИМО, 1998. – 298 с.

## Динамічна функція Ляпунова

Садовой О.В., Волянський Р.С., Плетенець В.Р.  
Дніпровський державний технічний університет

**Вступ.** В наш час функції Ляпунова широко використовуються в задачах аналізу, синтезу та оптимізації різноманітних електромеханічних систем широкого технологічного призначення [1]. Своє розповсюдження ці функції отримали внаслідок суворо обґрунтованого фізичного сенсу, який полягає у тотожності цих функцій надлишкової енергії, що накопичується на траєкторіях збуреного руху розглядаємого об'єкта керування [2].

Математично така надлишкова енергія визначається квадратичною формою виду

$$V = \sum_{i,j=1}^n v_{ij} \eta_i \eta_j, \quad v_{ij} = v_{ji}, \quad (1)$$

де  $\eta_i, \eta_j$  – координати збуреного руху,  $v_{ij}$  – деякі коефіцієнти,  $n$  – порядок досліджуваного динамічного об'єкта.

Для знаходження вагових коефіцієнтів форми (1) існує велика кількість методів та підходів [1]. Найбільш зручним з них є такий, який базується на припущенні, що надлишкова енергія розсіюється лише під час керованого руху і не змінюється під час вільного руху [2].

Однак, відповідний математичний апарат для визначення коефіцієнтів функції Ляпунова (1) розроблено лише для лінійних динамічних об'єктів, які описуються наступними диференціальними рівняннями збуреного руху

$$p\eta_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} \eta_j + m_n U_n, \quad (2)$$

де  $b_{ij}, m_n$  – коефіцієнти, що визначаються через параметри електромеханічного об'єкта,  $U_n$  – керуючий вплив,  $p$  – оператор диференціювання.

Очевидно, що такі диференціальні рівняння описують рух об'єкта із жорсткими внутрішніми зворотними зв'язками. В той же час, перетворення структурної схеми електропривода можуть призводити до появи динамічних

ланок у зворотних зв'язках, що не дозволяє використовувати відомий метод визначення функції Ляпунова. Таким чином, уточнення методу визначення функції Ляпунова шляхом розширення класу використовуваних рівнянь руху завдяки використанню довільних лінійних інтегро-диференціальних рівнянь є актуальною науковою задачею.

**Мета роботи** – визначення функції Ляпунова для динамічного об'єкта, рух якого описується інтегро-диференціальними рівняннями.

**Задачі дослідження:**

- перетворення рівнянь руху електроприводу у інтегро-диференціальну форму;
- визначення повної похідної функції Ляпунова для перетвореного динамічного об'єкта та знаходження коефіцієнтів функції Ляпунова.

**Матеріали дослідження.** Розглянемо рівняння збуреного руху двигуна постійного струму з незалежним збудженням

$$p\eta_1 = b_{12}\eta_2; \quad p\eta_2 = b_{21}\eta_1 + b_{22}\eta_2 + m_2 U_2, \quad (3)$$

$$b_{12} = \frac{I}{T_m}; b_{21} = b_{22} = -\frac{I}{T_a}; m_2 = -b_{21} = \frac{I}{T_a}; \eta_2 = \frac{\omega - \omega^*}{\omega_0}; \eta_2 = \frac{I - I^*}{I_k}, \quad (4)$$

тут  $T_m$  та  $T_a$  – електромеханічна та електромагнітна сталі часу електропривода,  $I_k$  – струм короткого замикання двигуна,  $\omega_0$  – швидкість ідеального холостого ходу,  $I^*$  та  $\omega^*$  – бажані значення струму та швидкості двигуна.

Приймаючи за регульовану змінну струм двигуна, представимо систему (3) у вигляді інтегро-диференціального рівняння вільного руху. Для цього виразимо з першого рівняння системи (3) відхилення за швидкістю та, підставивши його у друге рівняння системи (3), виключимо з нього напругу

$$p\eta_2 = (b_{21}b_{12} / p + b_{22})\eta_2. \quad (5)$$

На відміну від рівнянь (3) рівняння (5) описує динаміку регульованої змінної без використання інших змінних стану. Очевидно, що перша складова у правій частині рівняння (5) визначає інтегруючий зворотний зв'язок.

Функцію Ляпунова для вільного руху об'єкта (5) будемо шукати у вигляді

$$V = v_{00}(\eta_2 / p)^2 + 2v_{01}(\eta_2 / p)\eta_2 + v_{11}\eta_2^2. \quad (6)$$

В силу рівняння руху (5) повна похідна Ляпунова функції (6) буде

$$pV = (2b_{22}v_{11} + 2v_{01})\eta_2^2 + (2b_{12}b_{21}v_{11} + 2b_{22}v_{01} + 2v_{00})\frac{\eta_2}{p}\eta_2 + 2b_{12}b_{21}v_{01}\left(\frac{\eta_2}{p}\right)^2. \quad (7)$$

Як відомо, при стійкому русі об'єкта керування повна похідна його функції Ляпунова є негативно визначеною. Аналіз виразу (7) показує, що останній доданок є від'ємним для будь-яких значень змінної стану  $\eta_2$ , якщо коефіцієнт  $v_{01}$  є позитивним. Прирівнюючи вирази у дужках в перших двох доданках до нуля, знайдемо цей та інші коефіцієнти

$$v_{00} = -b_{12}b_{21} + b_{22}^2; v_{01} = -b_{22}; v_{11} = 1 \quad (8)$$

або з урахуванням виразів (4)

$$v_{00} = 1/T_a T_m + 1/T_a^2; \quad v_{01} = 1/T_a; \quad v_{11} = 1. \quad (9)$$

Позитивність коефіцієнту  $v_{01}$  та від'ємність похідної (7) доведені.

Прийнявши до уваги коефіцієнти (9) перепишемо функцію Ляпунова (6)

$$V = \frac{T_a + T_m}{T_a^2 T_m} \left(\frac{\eta_2}{p}\right)^2 + \frac{2}{T_a} \frac{\eta_2}{p} \eta_2 + \eta_2^2. \quad (10)$$

Функція (10) визначається регульованою змінною стану та її інтегралом, тому будемо її називати динамічною функцією Ляпунова.

**Висновки.** Наведені матеріали дослідження дозволяють стверджувати, що розгляд динамічних об'єктів з інтегральними зворотними зв'язками призводить до появи інтегральних складових у складі функції Ляпунова. Аналіз коефіцієнтів цієї функції підтверджує позитивну визначеність знайденої динамічної квадратичної форми. Інтегральні складові від похибки керування призводять до негативної визначеності повної похідної функції Ляпунова навіть при розгляді вільного руху об'єкта.

#### Література

1. Барбашин Е.А. *Функции Ляпунова.* – М.: Наука, 1970, 240 с..
2. Садовой А.В. *Системы оптимального управления прецизионными электроприводами [Текст] / А.В. Садовой, Б.В. Сухинин, Ю.В. Сохина.* – К.: ИСИМО, 1998. – 298с.

## Особливості взаємозв'язку та співвідношення параметрів електромеханічної системи при реалізації граничного ступеня демпфірування пружних коливань

Задорожня І.М.

*Донбаська державна машинобудівна академія*

В інженерній діяльності при проектуванні електроприводів (ЕП) нового покоління необхідно параметри і їхні сполучення обирати так, щоб в електромеханічних системах (ЕМС) із пружними зв'язками забезпечувалися обумовлені технологією показники і мінімальна коливальність перехідних процесів [1]. Вирішення такого завдання можливо на підставі знання взаємозв'язку і співвідношення параметрів ЕМС із оцінкою особливого демпфірувального ефекту ЕП, тому визначення взаємозв'язків та співвідношень шляхом аналізу закономірностей електромеханічної взаємодії [2] при використанні узагальнених показників [3] є актуальною науково-практичною задачею.

Зокрема на початкових етапах дослідження доцільним є використання запропонованої форми нормування характеристичного рівняння ЕМС [4, 5], яка при мінімальній кількості узагальнених показників коефіцієнту взаємодії електромагнітної (ЕМП) та механічної (МП) підсистем ЕМС  $K_B$ , коефіцієнту демпфірування  $\xi_D$  та коефіцієнту співвідношення інерційних мас  $\gamma$  дозволяє спростити аналіз динамічних властивостей, при цьому практично цінним є те, що узагальнені показники виражаються через конкретні (часткові) значення параметрів вихідної типової структурної схеми ЕМС [3]

$$K_B = \frac{\Omega_{I2}^2}{\Omega_E^2} = T_{M1} T_E \Omega_{I2}^2, \quad \xi_D = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T_{M1}}{T_E}}, \quad \gamma = (J_1 + J_2) / J_1 = (T_{M1} + T_{M2}) / T_{M1}. \quad (1)$$

Залежності (1) для двомасових ЕМС із пружною механічною підсистемою (МП) встановлюють зв'язок демпфірувальної дії ЕП з параметрами ЕМС і дозволяють за виглядом коренів характеристичного рівняння (ХР)

$$Q(p) = \gamma K_B T_{\gamma p}^4 + 2\xi_D \gamma \sqrt{K_B} T_{\gamma p}^3 + \gamma(1 + K_B) T_{\gamma p}^2 + 2\xi_D \gamma \sqrt{K_B} T_{\gamma p} + 1 = 0. \quad (2)$$

зробити узагальнений аналіз демпфірувальної дії широкого класу ЕП у відносних одиницях. Залежно від величин  $K_B$ ,  $\xi_D$ ,  $\gamma$  формується різна



комплектація коренів ХР (2), що у результаті й визначає динамічні властивості ЕМС із відповідними значеннями параметрів

$$T_E = \frac{\sqrt{K_B}}{2\xi_D} T_y, \quad T_{M1} = 2\sqrt{K_B}\xi_D T_y. \quad (3)$$

Аналіз властивостей ЕМС дозволяє зробити висновок про те, що в теоретично існуючому інтервалі варіювання узагальнених показників  $K_B$ ,  $\xi_D$  для конкретного значення  $\gamma$  є одне екстремальне значення функції ступеня демпфірувальної дії ЕП, що характеризується логарифмічним декрементом загасання  $\lambda_{\text{опт}}$

$$\lambda = 2\pi \left| \frac{\alpha}{\Omega_{p.o}} \right| = \lambda_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma-1}{5-\gamma}}. \quad (4)$$

Екстремальне значення  $\lambda$  є граничним для ЕМС із конкретним  $\gamma = \text{const}$ , тому що проявляється при електромеханічній взаємодії ЕМП і МП із повним відбором і перетворенням енергії і мінімально можливою тривалістю процесів. При підстановці в загальному вигляді умов граничного ступеня електро-механічної взаємодії

$$K_B = K_{B.\text{опт}} = \frac{1}{\gamma}, \quad (5)$$

$$\xi_D = \xi_{D.\text{опт}} = \sqrt{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (6)$$

у співвідношення взаємозв'язку параметрів парціальних МП і ЕМП (5) і (6) одержуємо залежності для визначення оптимальних сталих часу ЕП двомасової ЕМС

$$T_{E.\text{опт}} = T_E^* = \frac{1}{2\sqrt{\gamma-1}} T_y = \frac{1}{2\sqrt{\gamma-1}\Omega_{12}}, \quad (7)$$

$$T_{M1.\text{опт}} = T_{M1}^* = \frac{2\sqrt{\gamma-1}}{\gamma} T_y = \frac{2\sqrt{\gamma-1}}{\gamma} \cdot \frac{1}{\Omega_{12}}. \quad (8)$$

Для кількісної оцінки величин оптимальних параметрів було виконано порівняння співвідношень параметрів ЕМС із пружним зв'язком і ЕМС при ідеалізації механічної передачі абсолютно «жорсткою» ланкою [3], що дозволило зробити наступні висновки:

– основні параметри ЕМС –  $T_{M1}, T_E, \gamma, T_u (\Omega_{12})$ , що характеризують той або інший варіант ЕП з мінімальною коливальністю і мінімальним динамічним навантаженням, перебувають у взаємозв'язку, обумовленому коефіцієнтом розподілу інерційних мас  $\gamma$ , тому при оптимізації ЕМС за критерієм мінімуму коливальності основних координат параметри не можна обрати безпідставно, довільно призначити або задати;

– залежності (1) відповідають вимогам системного аналізу, тому що процедура синтезу параметрів ЕМС із граничним ступенем взаємодії підсистем при дотриманні умов (5) і (6) надає можливість впливати на посилення демпфірувальної дії ЕП конструктивними, механічними й електротехнічними способами, тобто співвідношення взаємозв'язку параметрів (7) і (8) дозволяють при проектуванні використати варіанти оптимізації, регламентовані параметрами лівої і правої частин від знаку рівності співвідношень оптимізації;

– при невідповідності параметрів у конкретній розімкнутій ЕМС оптимальним (7) і (8) необхідно їх скорегувати відповідними способами або, якщо це дозволяє вирішення завдання, реалізувати оптимальні співвідношення шляхом охоплення регульованих координат жорсткими або гнучкими зворотними зв'язками системи автоматичного керування.

#### *Література*

1. Ключев, В. И. Теория электропривода: учебник / В. И. Ключев. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
2. Задорожня И. Н. Анализ условий предельной степени демпфирования колебаний в электромеханической системе с упругими связями // И. Н. Задорожня, Н. А. Задорожний // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». - Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – Вып. 28. – С. 210-213.
3. Задорожний Н.А. Взаимосвязи и оптимизация параметров двухмассовых электромеханических систем: монография / Н. А. Задорожний, И. Н. Задорожня. – Краматорск: ДГМА, 2015. – 216 с.
4. Дрыга, А. И. Исследование электромеханических систем управления вибро-комплексами / А. И. Дрыга, Н. А. Задорожний // Тяжелое машиностроение. – М. : Машиностроение, 1993. – № 9. – С. 10–14.
5. Задорожний, Н. А. Анализ амплитудно-частотной характеристики двухмассовой системы электропривода по обобщенным показателям электромеханического взаимодействия / Н. А. Задорожний, А. И. Дрыга // Электричество. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – № 9 – С. 59–63.

## **Аспекти оцінки якості перехідних процесів в електроприводах технологічних машин з реалізацією електромеханічної взаємодії процесів**

**Задорожня І.М., Задорожній М.О.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Особливістю динаміки електроприводів (ЕП) технологічних машин є взаємодія процесів в електричній (ЕЧ) та механічній (МЧ) частинах обладнання, при якій реалізація проектних можливостей компонентів сучасного обладнання утруднена через негативного впливу на динаміку пружних механічних ланок кінематичних передач. При впливі пружних механічних ланок в ЕП відбувається зростання динамічних навантажень і відхилення перехідних процесів від передбачених технологією, значно скорочується термін служби механічних передач по зносу і витривалості, виникають аварійні режими з руйнуванням елементів передач.

Найважливішими вимогами, що висуваються до сучасних ЕП технологічних машин різного виробничого призначення, є обмеження динамічних навантажень електричного і механічного устаткування, точність відтворення заданих законів руху виконавчих органів і швидкодія [1]. Вирішити задачу обмеження динамічних навантажень в ЕП можливо на етапах проектування при опрацюванні можливих варіантів з цілеспрямованим вибором оптимальних співвідношень ЕЧ і МЧ ЕП за критерієм максимального загасання електромеханічних процесів [2, 3], що дозволяє шляхом використання демпфірувального ефекту ЕП [4] у перехідних процесах (ПП) і періодичних збурюваннях успішно вирішити ключову задачу наближення показників якості ПП до бажаних.

Використання демпфірувальних властивостей ЕП на практиці призводить до реалізації процесів електромеханічної взаємодії підсистем і поліпшення одних показників якості вимагає дещо відступити від прийнятих у технічних системах типових інших – зниження рівня мінімізації коливальності і часу дії динамічних навантажень в МЧ ЕП з  $1,1 < \gamma \leq 5,0$  відбувається за рахунок відносного зростання коливальної складової струму якоря (ротора) двигуна. В ЕП з  $\gamma > 5,0$  при наявності пружних ланок забезпечити типові настройки регуляторів не

вдається, тому отримати задовільну якість процесів регулювання можливо за рахунок значного зниження швидкодії системи [5].

Під час вибору оптимальної жорсткості механічної характеристики ЕП мінімізують коливальність процесів у пружній МЧ [6] і для можливих різних сполучень узагальнених параметрів  $\gamma$  і  $\Omega_{12}$  зміна коефіцієнта жорсткості механічної характеристики впливає на статичне падіння швидкості  $i$ , звичайно, на швидкодію. Тому в процесі мінімізації коливальності ЕМС за рахунок посилення електромеханічного зв'язку обов'язково попередньо оцінюється швидкодія і її можливі допустимі технологічним процесом границі для заданої помилки регулювання. Оцінювання якості процесів здійснюється й за результатами синтезу параметрів і структури ЕМС під час реалізації демпфірувальної дії ЕП.

Найбільш зручний і простий метод визначення якості ПП – за картиною розташування коренів характеристичного рівняння, оскільки він однозначно й прямо встановлює залежність показників від параметрів вихідної структурної схеми ЕМС. Природний зв'язок вигляду коренів із фізичними (тимчасовими) показниками ПП становить методологічну цінність аналізу динамічних властивостей ЕМС під час вивчення ефекту демпфірування пружних коливань.

Показники процесів при активному демпфіруванні ЕП пружних коливань визначаються на підставі коренів характеристичного рівняння [4] ( $\alpha$ ,  $\beta$  – дійсна й мніма частини найближчих до осі його коренів) наступним чином [7]:

– ступінь стійкості  $\eta = |\alpha|$ ;

– тривалість ПП  $t_p = \frac{1}{\eta} \ln \frac{1}{\Delta} \leq \frac{3}{\eta}$  ( $\Delta = 5\%$ );

– коливальність ПП  $\mu = \left| \frac{\beta}{\alpha} \right| = \operatorname{tg} \Psi$ ;

– перерегулювання перехідної характеристики  $\sigma \leq e^{-\frac{\pi}{\mu}}$ ;

– коефіцієнт загасання коливань  $\xi = \cos \Psi = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}} = \frac{\alpha}{\Omega}$ .

За умов граничного випадку максимуму демпфірувальної дії ЕП [4] показники якості матимуть наступний вигляд ( $\gamma$  – коефіцієнт співвідношення інерційних мас,  $\Omega_{12}$  – частота вільних коливань МЧ,  $T_y = 1/\Omega_{12}$  – стала часу для частоти):

– ступінь стійкості  $\eta = \frac{\sqrt{\gamma-1}}{2} \Omega_{12}$ ;

– тривалість ПП  $t_p \leq \frac{6}{\sqrt{\gamma-1}\Omega_{12}} = \frac{6T_y}{\sqrt{\gamma-1}}$ ;

– коливальність ПП  $\mu = \sqrt{\frac{5-\gamma}{\gamma-1}}$ ;

– перерегулювання

$$\sigma = 2e^{-\pi\sqrt{\frac{\gamma-1}{5-\gamma}}} \text{ для } 1,1 < \gamma \leq 3,0; \quad \sigma = e^{-\pi\sqrt{\frac{\gamma-1}{5-\gamma}}} \text{ для } 3,0 < \gamma \leq 5,0;$$

– коефіцієнт загасання коливань  $\xi = \frac{1}{2}\sqrt{\gamma-1}$ .

Таким чином, за рахунок компромісних розв’язків за розташуванням коренів ХР в процесі синтезу параметрів ЕМС із пружним зв’язком можна впливати на максимальне відхилення регульованої величини (перерегулювання) з мінімізацією коливальності й часу дії періодичних складових ПП.

#### Література

1. Пятибратов Г.Я. Определение условий минимизации нагрузок электропривода при активном ограничении динамических усилий упругих механизмов / Г.Я. Пятибратов // Вестник ЮУрГУ. «Энергетика». – 2015. – Т. 15, № 3. – С. 66 – 73.
2. Ключев, В. И. Ограничение динамических нагрузок электропривода / В. И. Ключев – М.: Энергия, 1971. – 320 с.
3. Борцов, Ю. А. Электромеханические системы с адаптивным и модальным управлением / Ю. А. Борцов, Н. Д. Поляхов, В. В. Путов – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.
4. Задорожний Н.А. Взаимосвязи и оптимизация параметров двухмассовых электромеханических систем: монография / Н. А. Задорожний, И. Н. Задорожня. – Краматорск: ДГМА, 2015. – 216 с.
5. Борцов, Ю. А. Тиристорные системы электропривода с упругими связями / Ю. А. Борцов, Г. Г. Соколовский. – Л.: Энергия, 1979. – 160 с.
6. Ключев, В. И. Теория электропривода: учебник / В. И. Ключев. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
7. Воронов, А. А. Основы теории автоматического управления. Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем / А. А. Воронов – [2-е изд.]. – М.: Энергия, 1980. – 312 с.

## Аналіз імітаційної моделі скалярної системи електроприводу рециркуляційного насосу

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

Асинхронний привод з частотним керуванням є в даний час найбільш поширеним. Векторна модель асинхронного двигуна дозволяє отримати точну структурну схему, яку потім можна досліджувати сучасними засобами комп'ютерного моделювання та отримати необхідні характеристики електроприводу при різних законах керування, що пов'язують будь-якої функцією  $U=f(\omega)$  входи керування частотою і напругою статора.

Так з аналізу структурної схеми силового каналу неперервної лінеаризованої системи перетворювач – асинхронний електродвигун у нерухомій системі координат можна визначити основні його складові [1]:

- перетворювач частоти, що виконує функцію електричного перетворювача;
- електродвигун, який виконує функцію електромеханічного перетворювача;
- механічна система, яка виконує функцію механічного перетворювача.

**Метою роботи** є розробка, аналіз та дослідження імітаційної моделі скалярної системи керування рециркуляційним насосом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд задач:

- 1) розробка двофазної імітаційної моделі асинхронного двигуна на основі системи рівнянь у нерухомій системі координат  $\alpha$ - $\beta$ ;
- 2) розробка та дослідження імітаційної моделі скалярної системи керування електроприводом рециркуляційного насосу;
- 3) розробка імітаційної моделі для отримання значень продуктивності.

На основі системи рівнянь [2] для дослідження процесів при частотному регулюванні у самому електродвигуні і далі у системі регульованого електроприводу насоса було складено структурну схему асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором у нерухомій системі координат  $\alpha$  и

$\beta$  та використано метод імітаційного моделювання [3] двофазної моделі.

Імітаційна двофазна модель асинхронного двигуна при активному номінальному навантаженні представлено на рисунку 1.

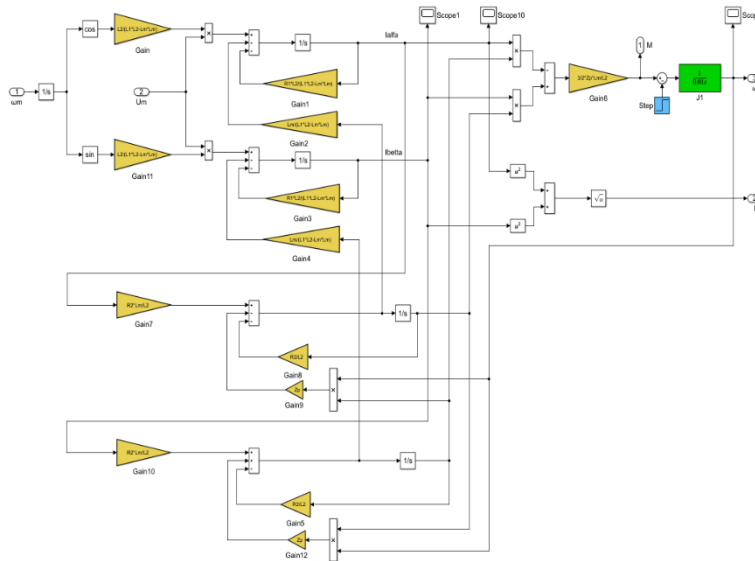


Рисунок 1 – Імітаційна двофазна модель асинхронного двигуна при активному навантаженні

Так як об'єктом, для якого пропонується система частотного регулювання є рециркуляційний насос, функціональна схема електроприводу повинна реалізовувати регулювання за трьома параметрами: натиском, швидкістю та струмом, тобто для повної відповідності заданим вимогам система має бути триконтурною. Тому, структурна схема системи скалярного керування циркуляційним насосом буде мати вигляд як на рисунку 2.

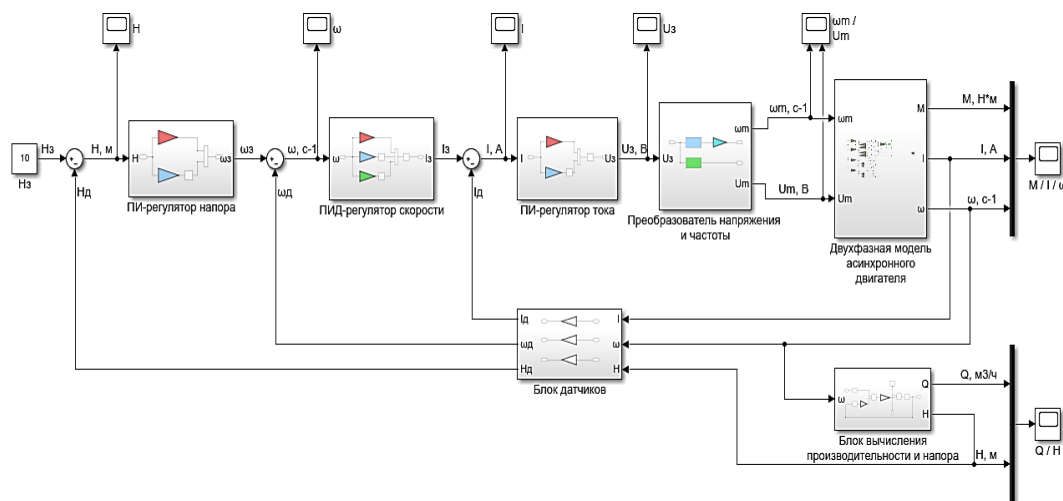


Рисунок 2 – Структурна схема частотно-регульованої трьохконтурної скалярної системи керування

Результати моделювання наведені на рисунку 3 (а). Також було промодельовано систему електроприводу для випадку різкого збільшення опору магістралі теплоносія шляхом зміни параметру  $R_{\text{мережі}}$  у підсистемі «Блок обчислення продуктивності та натиску» (рисунки 4 а, б).

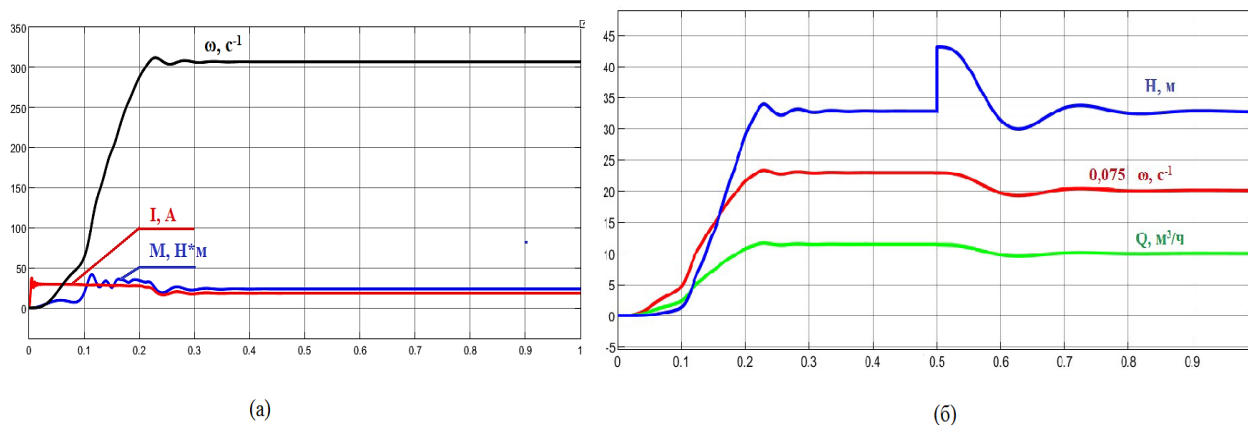


Рисунок 3 – Перехідні характеристики електроприводу зі скалярною системою керування

- а) кутова швидкість, момент, струм;  
 б) натиск, кутова швидкість, продуктивність

Як видно з графіків на рисунку 4 (а, б), при зменшенні об'єму використання теплоносія відбуваються наступні процеси: під час збільшення подачі, величина тиску різко змінюється (так як насос працює на тій же самій частоті обертання), для підтримання тиску система зменшує частоту обертання насосу і, відповідно, його продуктивність, що призводить до відновлення рівня тиску у магістралі.

#### Література

1. Квашинін В.О. Розробка моделі скалярної системи електроприводу рециркуляційного насосу / Квашинін В.О., Бабаши А.В., Щербинін О.О, Квашинін В.В.; Збірник тез доповідей Всеукраїнської наукової конференції 15 квітня 2021 року, ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА: застосування, дослідження, освіта. – с. 60.
2. Мусиенко, Ю.Н. Разработка и исследование двухфазной динамической модели асинхронного электропривода [Текст] / Ю.Н. Мусиенко, В. О. Квашинин; Вісник кафедри «Електротехніка» за підсумками наукової діяльності студентів – Донецьк, ДонНТУ, 2008, с.97–99.
3. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. – М. : ДМК Пресс; СПб.-Питер, 2008. – 288 с.: ил.



## **Електропривод на основі синхронного двигуна із гібридним збудженням зі слабкою чутливістю до параметричних та координатних збурень**

**Островерхов М.Я., Коноплінський М.А.**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського*

У синхронному двигуні із гібридним збудженням магнітний потік створюється постійними магнітами, що розташовані на роторі, та електричною обмоткою збудження на статорі. Ця перевага двигуна дозволяє електроприводу отримати максимальний крутний момент та прискорення при пуску, а також швидкість більшу за номінальну. Струм збудження двигуна має номінальне значення на низьких швидкостях в першій зоні керування з постійним моментом. При швидкостях вищих за номінальне значення у другій зоні керування з постійною механічною потужністю струм збудження зменшується.

Однією з проблем якісного керування координатами електропривода є наявність параметричних збурень, обумовлених зміною електричного опору обмоток двигуна внаслідок нагрівання та сумарного моменту інерції в результаті зміни кінематики чи маси механізму, а також похибок у обчисленні параметрів двигуна відповідно до певної методики. Іншою проблемою є координатні збурення, що обумовлені взаємним впливом регульованих координат одна на одну, що властиво всім двигунам змінного струму. Вирішення вказаних проблем класичними методами теорії автоматичного управління вимагає додаткових алгоритмів ідентифікації, адаптації або компенсації, що збільшує громіздкість системи керування.

Аналіз методів оптимізації керування показав, що рішення проблем можна знайти на основі концепції зворотних задач динаміки в поєднанні з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергії. Метод базується на зворотності прямого методу Ляпунова з дослідження стійкості. Контур керування має наперед задану функцію Ляпунова у вигляді миттєвого значення енергії. Особливістю оптимізації є отримання певного мінімального значення функціоналу якості, що визначається допустимою за технологічними умовами динамічною похибкою керування. Це забезпечує робастність до параметричних

збурень та динамічну декомпозицію системи [1, 2].

Метою роботи є розробка та дослідження двозонного методу регулювання швидкості автоматизованого електропривода з синхронним двигуном із гібридним збудженням, що забезпечує слабку чутливість до параметричних і координатних збурень.

Система векторного керування з орієнтацією за магнітною віссю ротора складається з чотирьох контурів керування: струму збудження, складових струму статора за віссю  $d$  та  $q$ , швидкості двигуна. Рівняння регуляторів струмів отримуються шляхом мінімізації миттєвого значення першої похідної магнітної енергії, а регулятора швидкості – енергії прискорення.

Дослідження електропривода проведено шляхом моделювання за параметрами експериментального зразка двигуна з наступними номінальними даними: потужність 130 Вт; частота обертання 750 об/хв; момент 1,64 Нм; струм статора 1 А; струм збудження 1 А; магнітний потік постійних магнітів 0,12 Вб. Дослідження проводились під час пуску електропривода під навантаженням за лінійнозростаючим сигналом завдання до подвоєної номінальної швидкості протягом періоду від 1 до 3 секунд (рис. 1).

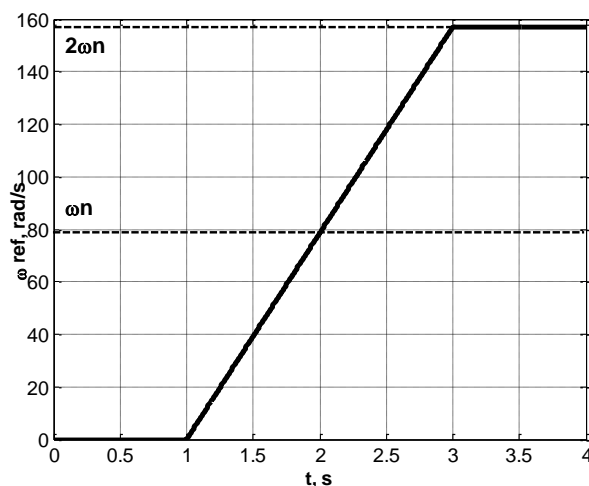


Рисунок 1 – Графік заданої швидкості

Електричний опір обмотки статора, обмотки збудження та індуктивності обмоток в ході дослідження збільшувалися на 50 %, проте система керування забезпечує слабку чутливість до зміни параметрів без перелаштування

регуляторів. Характер зміни похибок регулювання швидкості для всіх випадків майже однаковий. Графіки практично зливаються між собою (рис. 2). Система забезпечує астатизм другого порядку, що видно з відсутності похибок протягом періоду розгону від 1 до 3 секунд. Максимальна абсолютна динамічна похибка швидкості становить 0,18 рад/с. Напруга статора обмежується максимальним значенням, коли швидкість перевищує номінальну.

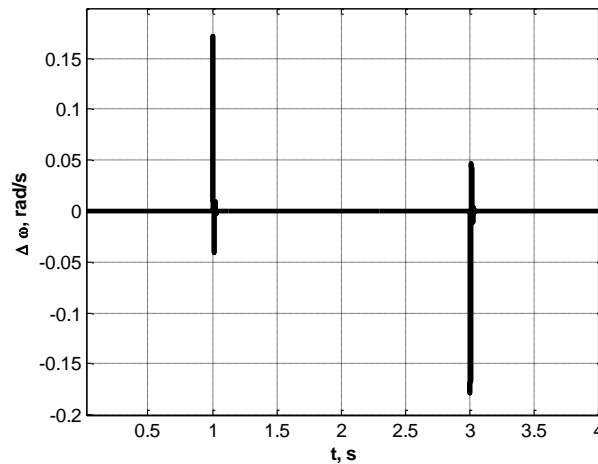


Рисунок 2 – Графіки похибок регулювання швидкості

Таким чином, результати дослідження запропонованого методу регулювання швидкості з ослабленням магнітного потоку двигуна показали високу якість керування. Метод керування забезпечує робастність до зміни параметрів та динамічну декомпозицію без застосування алгоритмів адаптації та компенсації. Система регулювання підтримує постійний крутний момент у першій зоні керування та постійну механічну потужність у другій зоні шляхом регулювання струму збудження. У другій зоні керування система обмежує максимальну напругу статора.

#### Література

1. M. Ostroverkhov, V. Chumack, E. Monakhov and A. Ponomarev, "Hybrid Excited Synchronous Generator for Microhydropower Unit", 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 219-222.
2. M. Ostroverkhov and M. Buryk, "Control of Permanent Magnet Synchronous Motor under Conditions of Parametric Uncertainty", 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2019, pp. 98-101.

## **Аналітичний огляд особливостей функціонування і обґрунтування переваг промислового застосування електроприводів типу ТРН-АД**

**Шеремет О.І., Кірієнко Т.В., Баштовий Є.В.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Електроприводи, виконані за схемою «тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун» (ТРН-АД) в основному використовуються як пристрої, що забезпечують плавний пуск АД з заданими параметрами. Такий вид управління добре підходить для підприємств, де є АД великої потужності, що працюють на насосне або вентиляторне навантаження і де є необхідність в безударному пуску. Оскільки прямий пуск, особливо потужних АД, призводить до просідання напруги і появи ударних струмів в мережі, то необхідно сформувати таку розгінну характеристику приводу, яка б задовольняла заданим показникам. Використання повністю керованих ключів в системі ТРН-АД дозволяє здійснити квазіоптимальний пуск. Суть даного способу пуску полягає в наступному: спочатку на статорні обмотки АД подають напругу, рівну величині напруги в мережі живлення. Потім, через строго певний проміжок часу, АД переводять в режим динамічного гальмування, після чого знову подають напругу мережі на обмотки статора [1].

**Мета роботи** – аналіз функціональних особливостей електроприводів типу ТРН-АД та обґрунтування техніко-економічних переваг промислового застосування ТРН-АД.

### **Задачі дослідження:**

- аналіз технічних особливостей сучасних автоматизованих електроприводів, виконаних за схемою ТРН-АД;
- обґрунтування техніко-економічних переваг, які обумовлюють промислове застосування електроприводів ТРН-АД.

Система управління для автоматизованого електропривода з ТРН може бути як замкнутою (по струму, швидкості або іншій технологічній координаті), так і розімкнутою. До розімкнених систем відносяться системи управління, де задається лише тривалість розгону і немає зворотного зв'язку. В сучасних

електроприводах ТРН-АД досить часто зустрічається функція контролю моменту. При управлінні моментом можна забезпечити більш ефективний контроль пуску і зупинки механізму. В результаті цього можна добитися зниження струму в середньому на 20% в порівнянні з традиційними методами плавного пуску, які використовують тільки розгін по напрузі [2]. При необхідності контролювати під час пуску або гальмування задану величину струму використовують системи ТРН-АД зі зворотним зв'язком по струму. В електроприводах, де потрібно забезпечити задану швидкість роботи для конкретного об'єкта управління, застосовується зворотний зв'язок по швидкості. Зустрічаються структури управління ТРН, де здійснюється регулювання як в двох, так і відразу в трьох фазах. Двофазне регулювання в трифазній системі призводить до появи несиметрії і, як наслідок, до нагрівання АД, тому даний варіант зазвичай використовується тільки з невеликим навантаженням на валу двигуна. При застосуванні несиметричних ТРН зі зменшеною кількістю тиристорів гармонійний склад струмів і напруг погіршується.

Існують розробки ТРН, де управління силовими ключами здійснюється не за допомогою класичної системи управління, а з застосуванням нейронних мереж. Аналогічні системи досить часто зустрічаються для векторного управління. Суть функціонування таких систем зводиться до формування імпульсів управління для ключів в залежності від поточного стану асинхронної машини. Основною складністю при впровадженні подібних систем у виробництво є необхідність навчання нейронної мережі [3].

При вивченні ринку автоматизованих електроприводів з асинхронними двигунами було встановлено, що як в Україні, так і за кордоном наразі найчастіше використовуються два типи силових асинхронних перетворювачів: перетворювач частоти (ПЧ) і ТРН [4]. Раніше застосування даних типів силових перетворювачів обмежувалось потужністю напівпровідникових вентилів. На даний момент випускаються ПЧ і ТРН від декількох кіловат до мегават. Зараз в Україні використовують переважно зарубіжні розробки від компаній Schneider Electric, Siemens, Danfoss, ABB, Hitachi, Toshiba та інших.

Для порівняння ринкової вартості ПЧ і ТРН взято дані від двох великих виробників електроприводів: АВВ і Siemens (рисунок 1) [5, 6]. При потужностях до 5,5 кВт вартість ПЧ і ТРН лежить приблизно в одному і тому ж ціновому діапазоні, але з подальшим збільшенням потужності електроприводу різниця в ціні починає збільшуватися як для Siemens, так і для АВВ.

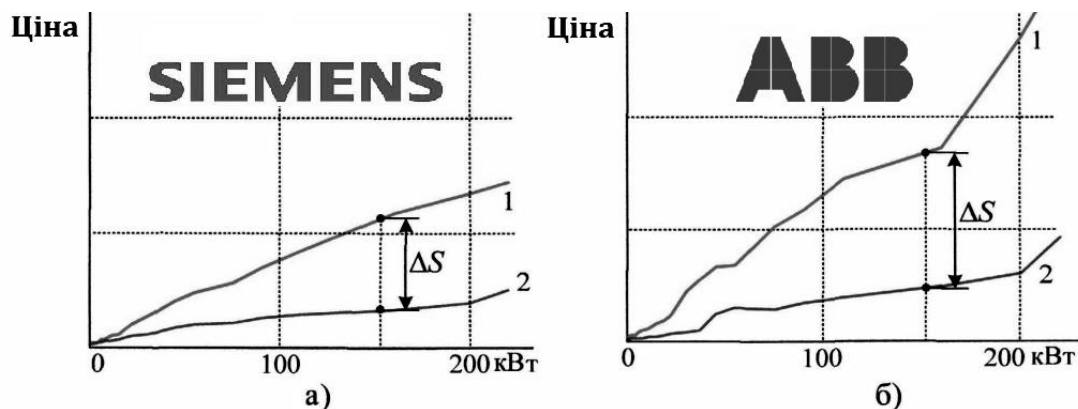


Рисунок 1 – Залежності ціни перетворювача частоти і тиристорного регулятора напруги від потужності: а) Siemens, б) АВВ, 1 – ПЧ, 2 – ТРН

Найбільша різниця в ціні ПЧ і ТРН спостерігається у АВВ. За таку вартість при необхідній потужності у 200 кВт можна придбати чотири приводи ТРН-АД замість одного ПЧ. Отже, при впровадженні регульованого асинхронного електроприводу найбільш вигідно використовувати ТРН для потужних високовольтних електродвигунів, де це можливо.

#### Література

1. Панкрац Ю.В. Структуры и алгоритмы следяще-регулируемого электропривода с заданной динамической точностью. Дисс. канд. техн. наук. ИСК., 2011. – 188 с.
2. Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок: Учеб. Пособие / М.И. Аксенов, В.П. Грехов, М.Н. Зарицкий, А.В. Куприлов, А.И. Нитиевская; под ред. Г.Б. Онищенко. – М, 2001. – 520 с.
3. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2003. – 94 с
4. Петров Л.П. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода/ Л.П. Петров, О.А. Андрющенко, В.И. Капинос – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.
5. URL: <http://www.siemens.com>.
6. URL: <https://global.abb/group/en>

## **Аналіз можливостей застосування штучних нейронних мереж в якості спостерігачів кутової швидкості електроприводів змінного струму**

**Шеремет О.І., Бровко О.С., Лохматов М. В.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія*

Для створення спостерігачів можуть застосовуватись математичні моделі асинхронного двигуна різного порядку і рівня. Існують параметричні і непараметричні методи створення математичних моделей на основі експериментальних даних. Параметричні методи зазвичай будуються на основі систем диференціальних рівнянь і вимагають структурної і параметричної ідентифікації. До непараметричних методів можна віднести штучні нейронні мережі (ШНМ), оскільки вони не мають апріорного строго математичного опису для конкретного об'єкта дослідження. Завдяки цьому ШНМ дозволяють з достатньою точністю проводити обчислення довільної неперервної функції. ШНМ дають можливість як завгодно точно апроксимувати функцію, породжену будь-якою неперервною системою. Тому нейронні мережі знайшли широке застосування в якості емуляторів і спостерігачів для різних систем управління [1].

**Мета роботи** – аналіз можливостей застосування штучних нейронних мереж в якості спостерігачів кутової швидкості електроприводів змінного струму.

### **Задачі дослідження:**

- аналіз переваг та недоліків застосування штучних нейронних мереж в якості спостерігачів кутової швидкості електроприводів змінного струму;
- розробка функціональної схеми електроприводу з нейромережевим датчиком.

Один з варіантів побудови спостерігача кутової швидкості на основі штучної нейронної мережі (ШНМ) для електроприводу, виконаного за схемою «тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун» (ТРН-АД) представлений на рисунку 1. Вхідними сигналами для ШНМ є струми і напруги,

які нормуються в блоці перетворення (БП).

Позначення, виконані на рисунку 1: РШ – регулятор швидкості; БП – блок перетворення; ШНМ – штучна нейронна мережа, ТРН – тиристорний регулятор напруги;  $k_{зв.ш}$  – коефіцієнт зворотного зв'язку контуру швидкості;  $\omega_{зш}$  – завдання на швидкість;  $\hat{\omega}_{шнм}$  – оцінка швидкості ШНМ;  $I_A, I_B, I_C$  – фазні значення струмів;  $U_A, U_B, U_C$  – фазні значення напруг.

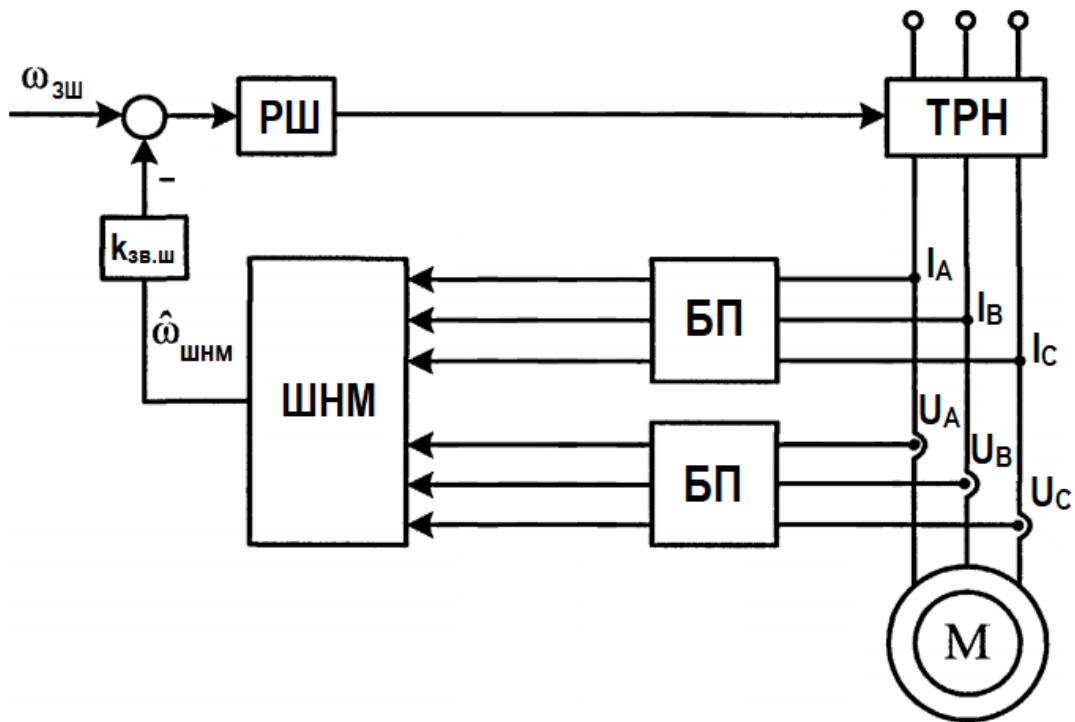


Рисунок 1 – Функціональна схема електроприводу з нейромережевим датчиком

Особливих обмежень у виборі кількості і виду вхідних зв'язків для ШНМ немає, але однією з головних вимог при побудові таких спостерігачів є наявність зв'язку або залежності між вхідними та вихідними даними. Тому в якості вхідних впливів можуть бути обрані як фазні, так і лінійні напруги.

Вихідний сигнал нейронної мережі  $\hat{\omega}_{шнм}$  перемножується на коефіцієнт  $k_{зв.ш}$ , потім порівнюється з сигналом завдання  $\omega_{зш}$  і поточна помилка відпрацьовується регулятором швидкості (РШ). На виході РШ формується потрібний керуючий вплив, який надходить в ТРН. У підсумку, на обмотки АД подається необхідна напруга для відпрацювання заданої швидкості.



Основним недоліком нейронних мереж є необхідність в їх навчанні і від того, який був обраний метод навчання, архітектура ШНМ і вихідні дані, буде залежати працездатність спостерігача. На даний момент існують три основних методи навчання нейронної мережі: генетичні алгоритми [2]; метод градієнтного спуску [3]; алгоритм Левенберга-Марквардта [4].

На працездатність нейронної мережі впливає також її структура. Одношарова нейронна мережа має просту структуру і легко навчається. Особливістю багатошарової нейронної мережі є наявність декількох шарів нейронів і односпрямована передача сигналу.

Істотним недоліком нейронної мережі є отримання результату в неявному вигляді, що ускладнює коригування або налаштування нейромережевого емулятора. Адекватна працездатність ШНМ гарантована тільки в околиці тих точок, де вона навчалася.

Якщо говорити про переваги ШНМ, то виділяють наступні: паралелізм при обробці інформації, низька чутливість до перешкод, універсальність для вирішення різних завдань моделювання і створення нейроемуляторів [5]. Рекурентні мережі мають зворотні зв'язки, завдяки яким з'являється можливість відображати динаміку процесу.

#### *Література*

- 1. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. [та ін.] Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. пос. / За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.*
- 2. Глибовець М.М., Медвідь С.О. Генетические алгоритмы и их использование для решения задачи составления расписания // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 1. – С. 95–108.*
- 3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы – М.: Горячая линия – Телеком, 2004 – 452 с.*
- 4. Демиденко Е.З. Оптимизация и регрессия / Е.З. Демиденко. – М. : Наука, 1989. – 296 с.*
- 5. Вороновский Г.К., Махотило К.В. Совершенствование алгоритмической базы эволюционного синтеза нейросетевых моделей потребления электрической энергии в коммунально-бытовом секторе // Вестник Национального технического университета "ХПИ". – Х.: НТУ "ХПИ", 2001. – Вып. 10. – С. 427–431.*

## Метод оцінки швидкості обертання асинхронного двигуна, заснований на вимірюванні електрорушійної сили статора

Шеремет О.І., Беш А.М., Бойко Д.Ю.  
Донбаська державна машинобудівна академія

Метод заснований на вимірюванні електрорушійної сили (ЕРС) статора дозволяє оцінювати кутову швидкість електродвигуна для електроприводів, виконаних за схемою тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун (ТРН-АД).

Однією з особливостей роботи ТРН є наявність безструмових пауз або режиму переривчастих струмів. Тому крива фазної напруги електродвигуна включає в себе ділянки, де ЕРС залежить від швидкості і моменту двигуна. Обчислюючи ЕРС, за допомогою вимірних величин струму і напруги з кожної фази, визначається поточна швидкість АД.

**Мета роботи** – розробка аналітичного методу оцінки швидкості обертання асинхронного двигуна, заснованого на вимірюванні електрорушійної сили статора.

### Задачі дослідження:

- розробка функціональної схема приводу ТРН-АД з обчисленням швидкості обертання асинхронного двигуна по ЕРС;
- отримання математичного виразу, за допомогою якого можна обчислювати оціночне значення швидкості.

Реалізація запропонованого пристрою представлена на рисунку 1. Вирішення зазначеного завдання досягається шляхом використання залежності [1]

$$\omega = f(E_s, U_s),$$

де  $E_s, U_s$  – діючі значення ЕРС і напруги двигуна відповідно.

Обчислювач ЕРС виконаний в даному випадку на основі нуля-органу і реалізує наступну залежність

$$E_s = f(U_s, T_{\delta n}),$$

де  $T_{\delta n}$  – тривалість безструмової паузи.

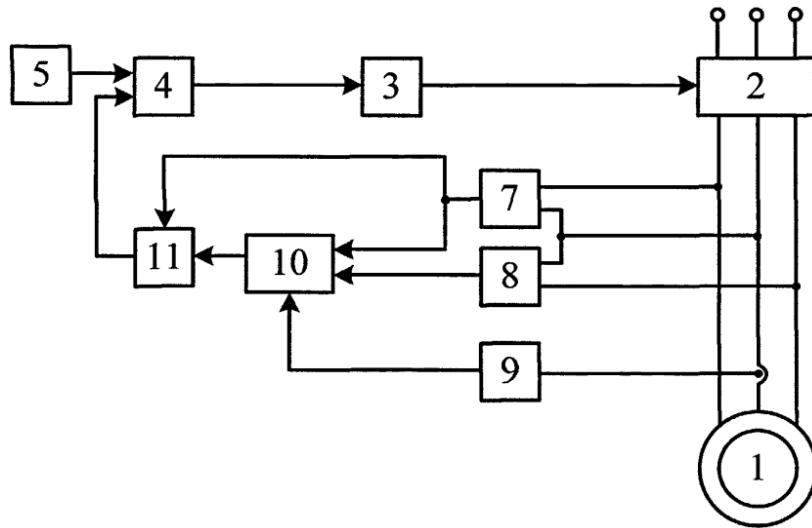


Рисунок 1 – Функціональна схема приводу ТРН-АД з обчисленням швидкості по ЕРС: 1 – двигун; 2 – перетворювач напруги; 3 – блок управління; 4 – регулятор частоти обертання; 5 – задатчик частоти обертання; 6 – нуль орган; 7, 8 – датчики лінійної напруги; 9 – нуль-орган; 10 – обчислювач ЕРС; 11 – функціональний блок обчислювача ЕРС

За допомогою даних, зібраних з датчиків струму і напруги обчислюється спочатку ЕРС двигуна за наступною формулою:

$$E_s = \frac{1}{3 \sin(T_{\delta n})} \sqrt{(U_{AB1} - U_{BC1})^2 + (U_{ABK} - U_{BCK})^2 - 2(U_{AB1} - U_{BC1})(U_{ABK} - U_{BCK}) \cos(T_{\delta n})},$$

де  $U_{AB1}$ ,  $U_{BC1}$  – статорні лінійні напруги двигуна, отримані на початку безструмової паузи в фазі;

$U_{ABK}$ ,  $U_{BCK}$  – статорні лінійні напруги, отримані в кінці безструмової паузи.

Формула розрахунку ЕРС спрощується, якщо виходи датчиків напруги з'єднати зустрічно-послідовно [2]:

$$E_s = \frac{1}{3 \sin(T_{\delta n})} \sqrt{U_{s1}^2 + U_{sk}^2 - 2U_{s1}U_{sk} \cos(T_{\delta n})},$$

де  $U_{s1}$  – сигнал на виході з'єднаних зустрічно-послідовно датчиків напруги, отриманий на початку безструмової паузи в фазі;

$U_{sk}$  – сигнал на виході з'єднаних зустрічно-послідовно датчиків

напруги, отриманий в кінці безструмової паузи в фазі [3].

Оцінка швидкості обертання АД  $\hat{\omega}_E$  з урахуванням раніше обчисленої ЕРС буде визначатися наступним чином:

$$\hat{\omega}_E = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left( \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r S_k} \right) \left( 1 + a_r^2 - \frac{E_s^2 S_k}{2m_k U_s (1 - \sigma) X_s a_r} \right)}}{1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s (1 - \sigma) X_s a_r S_k}},$$

де  $m_k$  – значення максимального моменту електродвигуна;

$\sigma$  – повний коефіцієнт розсіювання;

$X_s$  – повний індуктивний опір фази двигуна;

$a_r$  – коефіцієнт загасання роторних кіл при розімкненому статорі;

$S_k$  – критичне ковзання двигуна.

Особливістю даного методу є вимірювання ЕРС двигуна в момент безструмової паузи, але на швидкостях близьких до номінальних, величина цієї безструмової паузи буде мінімальна, а отже обчислення ЕРС буде відбуватися з похибкою. При роботі на знижених швидкостях, як показано в деяких роботах [4], даний спостерігач відпрацьовує з достатньою точністю, але особливістю даних приводів ТРН-АД є те, що вони практично не працюють на низьких швидкостях, з причини великого нагріву і значно зменшеного моменту на валу двигуна.

#### Література

1. Каширских В.Г. Динамическая идентификация асинхронных электро-двигателей с учетом значимости параметров // В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский / электротехнические комплексы и системы 2005. – № 1 – С. 73-74.
2. Виноградов А.Б., Колодин И.Ю., Сибирцев А.Н. Адаптивно-векторная система управления бездатчикового асинхронного электропривода серии ЭПВ // Силовая электроника. – 2006. – № 3. – С. 47-51.
3. Даденков Д.А., Солодкий Е.М., Шачков Л.М. Моделирование системы векторного управления асинхронным двигателем в пакете Matlab/Simulink // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2014. – № 3(11). – С. 117-128.
4. Калинов А.П., Черный А.П. Рациональные подходы при определении параметров машин переменного тока // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2004. – Вып. 2. – С. 115-118.

## **PWM Pulse Pattern Influx upon Induction Machines**

**J. Plotkin**

*Berlin School of Economics and Law*

Smooth torque is required for PWM-VSI-fed drives in various applications. Torque harmonics may lead to mechanical oscillations in the drive train, which are often harmful for the connected loads and may distort the technological process. These oscillations may damage drive gears. Furthermore audible noise may arise.

Low order torque harmonics are especially dangerous; they may excite the mechanical resonance oscillations during the steady state operation or during the start up of the drive train.

Cases of occurrence of the first, second and sixth torque harmonics in PWM-VSI-fed drives are reported in the literature [1-2, 15], whereby the sixth torque harmonic is normally the dominating one [3-5]. Not all reasons for these torque oscillations have been investigated yet. In the Fig.1 measured torque spectrum of a 220 kW-asynchronous drive is shown [5], it can be seen, that the sixth torque harmonic is strongly dominating.

Torque harmonics may arise also by an ideally sinusoidal power supply caused by the properties of an electrical machine itself, by its control technique or by the load properties. This investigation focuses however solely on torque harmonics due to the PWM-supply in kHz range.

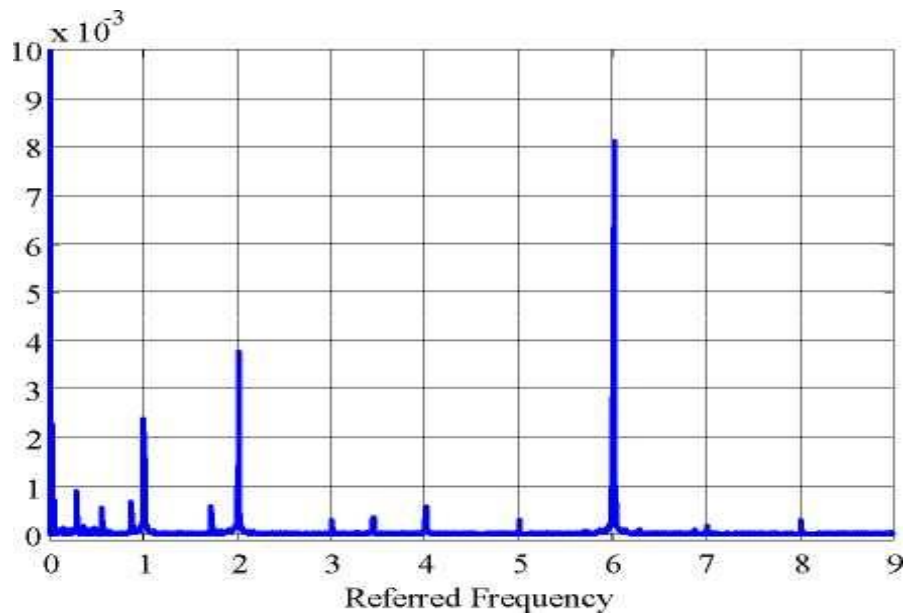


Fig. 1. - Torque spectrum of a 220kW-asynchronous drive [1,5]

Investigation of current- and torque-harmonics for PWM-supply with small switching frequencies can be found in the literature [6-10].

The first torque harmonic may be of a mechanical origin, it arises for instance due to an eccentric bearing of the rotating masses in a drive train. In the case of PWM-VSI-fed drives the first torque harmonic may arise due to the dc component in the phase currents of a drive [5], [11-15].

The dc current offset may result from an offset in current measurement for drives with closed loop current control. Such offset is normally rather small and may not lead to high current offsets. For open loop controlled drives the reason may lie in the parameter dispersion of the control circuits and of power switches or in the malfunction of the dead time compensation because of an offset in a current measurement. The dead time compensation malfunction leads even at a very small measurement offset level to a very high dc current offset [14-15]. The compensation reference voltage is switched dependent on the load current polarity. Even very small offset in the current measurement leads to the faulty polarity detection of the load current and thus to an unbalance in positive and negative half-waves of the compensation voltage: A DC offset in the resulting compensation reference appears.

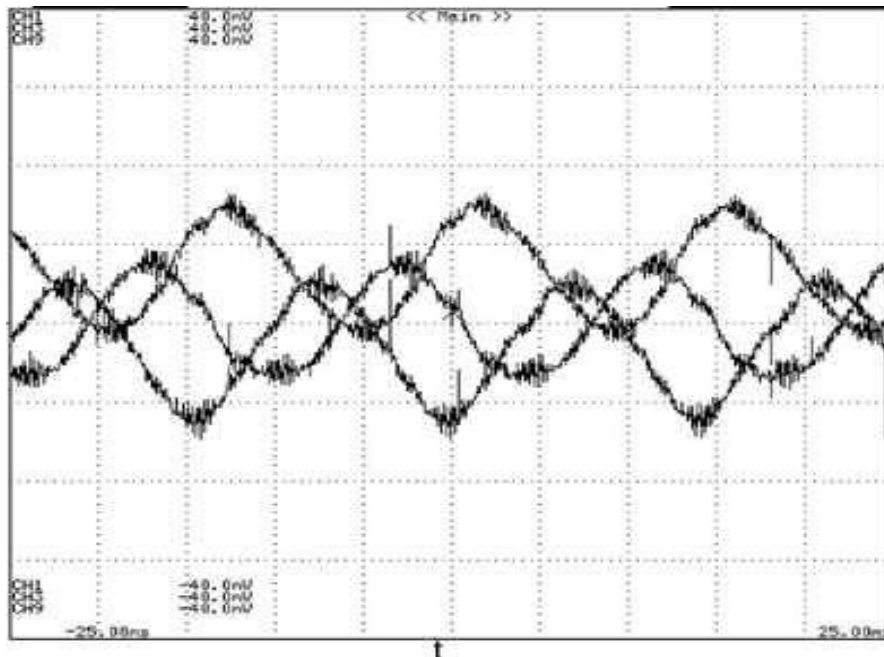


Fig. 2. Measured phase currents of a 2.2kW induction machine at no load and activated dead time compensation at 70 Hz [14]

The unbalance depends upon the time, during which the current polarity is detected wrongly. Obviously, the current slope and consequently the current amplitude at a given frequency are decisive. That means an operation with low current amplitude (for instance in the fieldweakening region at idle load) may lead to a high DC voltage and current offsets. For instance the measurement in [14-15] showed a DC current offset of 23% in the field weakening area caused by merely 0.8% DC offset in the current measurement (Fig. 2).

The second current harmonic in the negative phase sequence leads also to the first torque harmonic. When the dead time voltage is not compensated, the second harmonic arises in the presence of a dc current offset, which leads to an asymmetry of the dead time voltage [1, 15] and consequently to the second harmonic component in its spectrum. Whereby the fundamental component of the dead time voltage will decrease with a stronger asymmetry.

So if the dead time voltage is not compensated, then the dc current component in the phase currents of a machine will lead not only to the first torque harmonic, as known before, but also to the second torque harmonic.

The fifth and seventh current harmonic, resulting from an uncompensated dead time voltage, lead to the sixth torque harmonic. The amplitude of the dead time voltage remains constant at a constant switching frequency and dc-link voltage. That is why the magnitude of the sixth torque harmonic caused by the dead time voltage increases with decreasing output frequency of the inverter. The sixth torque harmonic due to the dead time effect can be avoided by implementing dead time compensation or by implementing the PWM without dead time generation, as described in [1]. The main obstacle for implementation of both these methods lies in the precise determination of current zero crossing, whereby for the PWM operation multiple current zero crossings are possible because of the current ripple.

A three-phase, two-level voltage inverter offers eight switching states. Six of them correspond to possible voltage space phasors, and another two form a zero phasor, when all phases are switched to the same conductor. Using combinations of the eight possible space phasors, other phasors can be realized by PWM. Note, that without utilizing zero phasors, a hexagon is obtained in the space plane. Since a circular trajectory is desired, the difference area between hexagon and circle will be compensated by applying zero-phasors. In the neighbourhood of space phasors  $U_1^{\wedge}6$  the zero phasor time intervals will increase, and in the middle of each sector they will decrease. Hence the ratio of “on” and “off” states will vary six times in one period. This variation causes torque harmonic pulsation of sixth order. Such torque pulsation cannot be measured at the drive shaft, because the carrier frequency (the switching frequency) will be absorbed by the inertia masses of the machines rotor.

In the case of the machine operation above the so-called “knee” of a magnetization curve, the positive and negative half-waves will be distorted, not compensating each other in the average any more. With increasing amplitude of the oscillation the non-zero average decreases. Thus the pulsation at this operation point will show maxima at  $n \cdot 60^\circ$  ( $n = 0; \pm 1 \dots$ ). The sixth torque harmonic results from this non-linearity. The sharper the knee of the magnetization characteristic, the larger the amplitude of the sixth torque harmonic will appear.



With decreasing magnitude of the average space phasor, the zero phasor duration will increase and its relative variation will decrease. That is why the amplitude of the sixth torque harmonic will decrease with the decreasing output voltage of the inverter.

In the most cases the torque harmonics resulting from the PWM operation may be compensated by the changes in the control software. To compensate the first and second torque harmonics, the appearance of the dc offset in the machines phase currents must be avoided. The compensation of the sixth torque harmonic component due to the variation of the zero-phasor duration by operation at the “knee” of the magnetization characteristic can be performed by means of torque reference values in phase opposition to the sixth harmonic. Magnitude and phase of torque reference values for the torque control loop are to be stored for various working points of a drive in a look-up table in the controller memory. Such feed-forward compensation method would not diminish dynamic properties of a drive [1].

#### REFERENCES

1. Plotkin J, *Parasitic effects in PWM-converters with dc voltage link and their impact onto the operation of connected loads (in German: Parasitare Effekte in PWM-Stromrichtern mit Spannungszwischenkreis und ihr Einfluss auf den Betrieb angeschlossener Lasten)*, Aachen, Shaker Verlag 2008.
2. Barro, R., “Torque Ripple Compensation of Induction Motors Under Field Oriented Control”, *APEC’97 Conf. Proc.*, vol. 1, pp. 527-533, 1997.
3. Hofmeyer, D., “Harmonic torque pulsations of induction machines - Analysis and compensation techniques using PWM Inverter”, in *Proc. of EPE 10<sup>th</sup> European Conference on Power Electronics and Applications, Toulouse, 2003*.
4. Holtz, J., “Identification and Compensation of Torque Ripple in High- Precision Permanent Magnet Motor Drives”, *IEEE Trans. on Ind. Electronics*, vol. 43, pp. 309-320, 1996
5. Plotkin, Y., Stiebler, M., Hofmeyer, D., „Sixth torque harmonic in PWM inverter-fed induction drives and its compensation”, *IEEE Trans. Ind. Applicat.*, Vol41, Issue 4, pp.1067-1074, July-Aug. 2005
6. Enjeti, P. N., Ziogas, P. D., Lindsay, J. F.: “Programmed PWM techniques to eliminate harmonics: a critical evaluation,” *IEEE Trans. Ind. Applicat.*, vol. 26, no. 2, Mar./Apr. 1990.
7. Holtz, J.: “Pulsewidth modulation—A survey,” *IEEE Trans. on Ind. Electronics*, vol. 39, pp. 410-420, 1992.
8. Jenni, F., Wuest, D.: *Control methods for selfcommutated converters (in German: Steuerverfahren fur selbstgefuehrte Stromrichter)* Zurich, Stuttgart: vdf Hochschulverlag und B.G. Teubner, 1995.
9. Michel, M.: *Fundamentals of power electronics (in German: Grundlagen der Leistungselektronik)*, Berlin, Springer-verlag 1995.
10. Patel, H. S., Hoft, R. G.: “Generalized Techniques of Harmonic Elimination and Voltage Control in Thyristor Inverters”, *IEEE Trans. Ind. Applicat.*, pp. 310-317, 1973.
11. Antic, D., Klaassens, J.B., Deleroi, W.: “Side effects in low-speed AC drives”, in *Proc. of PESC’94 Power Electronics Specialists Conference, Vol. 2, pp. 527-533, Taipei, Taiwan, 20-25 June 1994*.

12. Plotkin, J., Schaefer, U., Hanitsch, R.: "High first torque harmonic due to insufficient function of dead time compensation in PWM inverters" in *Proc. of EPE 12<sup>th</sup> European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, Denmark, 2-5 Sept. 2007.*

13. Chen, S., Namuduri, C., Mir, S: "Controller-induced parasitic torque ripples in a PM synchronous motor", *IEEE Trans. Ind. Applicat.*, Vol. 38, Issue 5, pp.1273-1281, Sep.-Oct. 2002.

14. Plotkin, J., Schaefer, U., Hanitsch, R.: „Malfunction of a Dead-Time Compensation in PWM-Converters Leading to a High DC Current Offset,” in *Proc. of IEEE IECON, Orlando, USA, 10-13 Nov. 2008.*

Plotkin, Juriy; Almuratova, Nurgul; Yerzhan, Assel; Petrushin, Victor. 2021. "Parasitic Effects of PWM-VSI Control Leading to Torque Harmonics in AC Drives" *Energies* 14, no. 6: 1713.

## **Дослідження вимірювальних перетворювачів фотоелектричного типу**

**Суботін О.В., Чернявський А.А.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Аналіз технічних задач контролю виробничих об'єктів (наявність, положення, геометричні й габаритні параметри, швидкість, температура, якість поверхні) показав, що реалізація їх здійснюється за допомогою спеціалізованих первинних вимірювальних перетворювачів, заснованих на різноманітних фізичних принципах роботи, що зумовлює їхню значну кількість і різноманітність на виробництві [1,2].

Саме тому підвищення якості первинної інформації про стан об'єкту контролю, швидкодії вимірювальних перетворювачів та інформаційно-вимірювальних систем на їх основі, а також достовірності контролю технологічних параметрів об'єктів контролю є найважливішими виробничими задачами.

При проектуванні фотоелектричних вимірювальних перетворювачів (ФЕВП) як засобів первинного контролю параметрів об'єктів слід звернути увагу на завдання, що виконуються конкретним перетворювачем, можливість інтеграції його в локальну інформаційну систему контролю, а так само можливість поєднання функцій контролю. ФЕВП повинен бути простий в роботі, надійний, мати уніфікований набір блоків (ремонтоздатен) [4,5].

В результаті комплексного аналізу всіх наявних ФЕВП з різними видами інформаційних оптичних сигналів, їх структурної організації, специфіки їх

функціонування і вирішуваних завдань можна виділити аналогові та дискретні ФЕВП (кодові, імпульсні, універсальні), що мають конкретну область застосування [2,5].

Аналогові і імпульсні ФЕВП детально вивчені в роботах [2,3,4] і не потребують додаткового розгляду.

Найбільш перспективним напрямком у створенні ФЕВП як засобів первинного контролю є проектування систем контролю об'єктів за допомогою декількох каналів управління, коли один центральний передавач посилає сигнали управління на кілька просторово рознесених приймачів. Можлива передача повідомлень по одному каналу, при цьому виникає задача поділу каналів передачі-прийому. Існує три можливих способу поділу інформаційних каналів для ФЕВП з кодоімпульсною модуляцією оптичного сигналу.

Часовий поділ каналів управління реалізується в такий спосіб. З одного передавача пересилаються команди або повідомлення по черзі на кожен приймач в суворій послідовності і з регламентованим часом передачі. Даний спосіб характерний як для просторово розподілених каналів, так і для одноканального прийому-передачі декількох повідомлень. Єдиним і істотним недоліком такого поділу каналів є маленьке швидкодію, що перешкоджає нарощуванню каналів, знижує загальну ефективність інформаційно-вимірювальної системи з ФЕВП.

Рівневий поділ каналів полягає в змінюванні потужності сигналу, що передається при передачі сигналів на різні приймачі або при передачі різних повідомлень. Даний спосіб неефективний через складність, а часом і неможливість зміни потужності оптичного сигналу, наприклад, коли випромінювач працює в імпульсному режимі.

Чисельноімпульсний поділ каналів найбільш доцільний в застосуванні. При такому способі поділу каналів кожен з них кодується певним чином, що виключає можливість помилкового вибору каналу і не знижує швидкодію при будь-якій кількості каналів. Цей спосіб легко реалізується апаратно і без зайвих витрат часу на проектування.

У пропонованих первинних перетворювачах фотоелектричного типу при незначному доопрацюванні джерел і приймачів кодоімпульсних оптичних сигналів передбачається можливість чисельноімпульсного (кодового) поділу каналів, що дає можливість створювати багатоканальну систему контролю об'єкта праці за умови зручного розташування вимірювальних перетворювачів на об'єкті контролю.

Отже доведено, що фотоелектричний спосіб контролю параметрів об'єктів забезпечує необхідну перешкодозахищеність, достовірність контролю і точність вимірів. Зазначений спосіб реалізується у фотоелектричних вимірювальних перетворювачах.

Завадостійкі фотоелектричні перетворювачі звичайно працюють при активному способі контролю, із спеціальними випромінювачами, що створюють оптичний сигнал із властивостями, що істотно відрізняються від властивостей оптичних перешкод. А кодування інформації дозволяє значно підвищити завадостійкість первинного перетворювача.

#### *Література*

- 1. Восканьянц А.А. Автоматизированное управление процессами прокатки. Учебное пособие / А.А. Восканьянц. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. -85 с.*
- 2. Датчики и методы, повышения их точности: Учеб. пособие // А.В. Буценко, В.В. Яковенко, И.М. Сагайда, Я.Т. Луцук. - К.: Вища шк., 1989г. - 215с.: ил. - (Новое в науке и технике - студентам и учащимся. Вып. 4.).*
- 3. Пенин П.И. Система передачи цифровой информации: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / П.И. Пенин. - М.: Советское радио, 1976. - 368 с.*
- 4. Гольдштейн А.Е. Физические основы измерительных преобразований: учебн. пособие / А.Е. Гольдштейн. - Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - 253 с.*
- 5. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден. - М.: Техносфера, 2005. - 592 с.*

## **Аналітичний розрахунок первинних вимірювальних перетворювачів оптичного типу**

**Суботін О.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Теорія первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) оптичного типу в загальному випадку заснована на встановленні зв'язку між вхідною величиною  $x_{вх}$  і розподілом потужності світлового випромінювання  $P(x)$  в конкретному середовищі розповсюдження [1].

Довжина каналу розповсюдження оптичних сигналів  $L_k$  (КРОС) набагато більше довжини хвилі світла, тому досить точна для практичного використання методика розрахунку світлорозподілу в цих каналах зв'язку може бути отримана при використанні законів геометричної оптики. Однак, використовуючи оптичний сигнал в ближньому інфрачервоному діапазоні довжин хвиль, застосування термінології та аналітичних залежностей для видимого випромінювання при розрахунку статичних характеристик ПВП оптичного типу як первинних вимірювальних перетворювачів інформації буде некоректним.

Відповідно до загальної теорії вимірювальних перетворювачів [2] запропонована інтерпретація математичної моделі ПВП оптичного типу, яка дозволяє провести розрахунок розподілу потужності відбитого під кутом  $\gamma$  світлового випромінювання  $P(x)$  на фотоприймачі при різних значеннях коефіцієнтів відбиття  $K_v$  і довжини каналу, а також визначити оптимальну довжину каналу, при якій відбитий оптичний сигнал буде впевнено фіксуватися на приймальному кінці перетворювача.

Доведено, що вираз (1)

$$\frac{P(x)}{P_0} = K_B \left[ \exp(-K_x X) + \exp\left(-K_x X \int_{\gamma}^0 \frac{1}{\cos \gamma} d\gamma\right) \right] \quad (1)$$

є основним при розробці методики розрахунку перетворювача і його можна вважати рівнянням статичної характеристики ПВП оптичного типу. Статична характеристика дозволяє визначити основні параметри, а також режим роботи перетворювача.

В процесі моделювання таких ПВП шляхом варіювання узагальненими прийомами і змінними елементами проводиться пошук нового технічного рішення, відповідного поставленим вимогам.

Зважаючи на складність інтегральних виразів (1), що описують математичну модель ПВП оптичного типу, його доцільно вирішувати чисельним методом на ЕОМ. При цьому актуальним питанням залишається визначення фактичних значень коефіцієнтів відбиття для матеріалів різного виду і теплового стану. Порівняння отриманих коефіцієнтів з розрахунковими дозволить перевірити адекватність запропонованої моделі.

Розрахунки проводилися на ЕОМ з використанням програми MathCAD [3]. Дані для розрахунку взяті з реального оптичного ПВП (тепловізор типу FLIR A310) з наступними параметрами:  $K_x = 0.08$ ,  $X_o = 5\text{м}$ ,  $D = 0.03\text{м}$ . Коефіцієнти випромінювання взяті для різних марок сталей використовуваних в прокатному виробництві: окислена вуглецева сталь ( $K_v = 0.87...0.9$ ); хромиста нержавіюча сталь ( $K_v = 0.17...0.26$ ); хромонікелева нержавіюча сталь 0X18H10 ( $K_v = 0.72...0.88$ ); жаростійкі сплави ( $K_v = 0.1...0.13$ ).

За результатами моделювання зроблені наступні висновки.

Отримано аналітичні вирази і розроблена методика розрахунку з використанням ЕОМ статичної характеристики ПВП оптичного типу в залежності від характеристик середовища розповсюдження оптичного сигналу.

Отримані результати дозволяють визначити оптимальну довжину оптичного каналу (взагалі або для конкретного виду матеріалу) для отримання максимальної достовірності контролю.

Теоретичні дослідження показали, що діаграма відбитих сигналів має вузьку спрямованість, для цього ПВП необхідно встановлювати строго перпендикулярно до контрольованого об'єкту, що дасть можливість отримати на фотоприймачі максимально можливу потужність відбитого і ослабленого оптичного сигналу.

Зменшення кута зору ПВП на величину понад п'ять градусів енергетично не вигідно, так як потужність відбитих сигналів різко знижується, що

обумовлено специфікою змішаного відбиття (основна енергія поширюється по законам спрямованого відбиття, а інша – дифузно розсіюється).

Величина  $K_v$  має найбільший вплив на відбитий оптичний сигнал, більш ніж на порядок послаблюючи його енергію. Тому при роботі перетворювача в якості оптичного локатора, актуально дослідити послаблюючу дію каналу розповсюдження оптичних сигналів, зокрема відбивної здатності матеріалу об'єктів  $K_v$ .

Основна втрата енергії оптичного сигналу обумовлена низькою відбивною здатністю матеріалу об'єкта. Таким чином, основним способом збільшення довжини каналу є підвищення чутливості фотоприймального пристрою.

#### *Література*

1. *Мирошников М.М. Теоретические основы ОЭП. – Л.: Машиностроение, 1977г. – 600с.*
2. *Азимов Р.К. Шипулин Ю.Г. Оптоэлектронные преобразователи больших перемещений на основе полых световодов. – М.: Энергоатомиздат, 1987г. – 56с.: ил. – (Б-ка по автоматике; Вып. 664.).*
3. *Субботин О.В. Модернизация системы слежения за качеством очистки поверхности сляба от первичной окалины / О.В. Субботин, А.Ю. Макущенко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. Вип. №40. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – С.241-246.*

### **Принципи керування насосною станцією розподілу води**

**Шрам Д.О., Разживін О.В., Усцов Р.А.**

*НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Донбаська державна машинобудівна академія*

Діючі в містах системи подачі і розподілу води (ПРВ) не забезпечують надійного і систематичного постачання водою і тим більше роботи насосних станцій поблизу максимальних ККД. У цій главі розглянуті питання, що зачіпають зазначені недоліки роботи системи ПРВ.

Основні завдання, які необхідно вирішити для реалізації запропонованої ідеї двоконтурного управління системою ПРВ, полягають в наступному:

– виявити основні гідродинамічні параметри - потокорозподілення в чинній системі ПРВ, стан пьезометрії, еквівалентний гідравлічний опір системи;

- з використанням цих параметрів визначити місцезнаходження точки контролю для оперативного управління;
- забезпечити системі оперативного управління стабілізацію тиску в точці контролю з використанням отриманих результатів (в реальному масштабі часу);
- виявити в умовах стабілізації тиску в точці контролю (одноконтурна система управління), при помітній зміні режиму роботи насосної станції, стан розподілу потоків в водомережі та виявити пошкодження (другий контур управління системою) для оперативного прийняття рішення диспетчером.

Більшість водопроводів великих регіонів України не мають розв'язки за окремими рівнями, що знижує надійність і ефективність їх функціонування і значно ускладнює реалізацію управління водопостачанням.

Регулювання режиму роботи насосної станції здійснюється трьома основними методами: регулюванням подачі шляхом повторюваного включення або виключення насосного агрегату; зміною характеристики мережі і зміною характеристики насоса.

За першим методом електродвигун насосного агрегату споживає електроенергію тільки під час його роботи [1]. Періодичність включення і відключення насоса відповідає необхідній подачі. Цей метод не знайшов застосування в системах водопостачання (за винятком насосних станцій водовідведення), так як приводив до швидкого зносу пускової апаратури і електромеханічного устаткування, а також до виникнення гідроударів в системі.

До 80-х років регулювання подачі насоса зміною характеристики мережі було, мабуть, єдиним методом, що дозволяє управляти продуктивністю насосного агрегату. Зміна характеристики мережі вироблялося дроселюванням або перепуском [1, 2].

Як правило, насоси оснащуються нерегульованим електроприводом, при цьому єдиним способом регулювання є дроселювання на стороні нагнітання.

Регулювання за допомогою напірної засувки, тобто зміна подачі води способом дроселювання, здійснюється досить просто, проте воно вкрай не вигідно з енергетичної точки зору. Дроселювання веде до істотного зниження



ККД агрегату з двох причин: а) через втрату потужності в засувці, б) внаслідок зменшення ККД самого насоса [1].

Параметром управління насосною станцією, яка працює на водопровідну мережу, який найбільш повно відповідає вимогам управління і надійності водопостачання, є тиск в диктує точці мережі [3]. Стабілізація цього параметра шляхом зміни частоти обертання робочого колеса насосного агрегату - найбільш прийнятний спосіб оперативного управління на другому етапі.

Необхідно відзначити, що ефективність такого управління буде досить висока, якщо для відрізка часу  $T$  вирішено перший етап оперативного управління - раціональне планування водорозподілення на плановий період  $T$ .

Виходячи з цих вимог можна сформулювати вимоги до системи управління процесом ПРВ як до системи побудованої на базі модельно-прогнозного керування, близької до оптимальної, і визначити її критерії.

Особливість підходу полягає в тому, що замість одноконтурної системи управління режимом роботи насосної станції буде розглянута двоконтурна система. Суть її полягає в наступному.

На першому етапі вирішується завдання синтезу одноконтурної системи автоматичного регулювання насосної станції при стабілізації напору в точці що «диктує». На другому етапі контролюються витрата води і натиск в вузлах фрагмента мережі керованої зони з обробкою на з використанням модельно-прогнозного керування по годинної витрати води місцем, що дозволяє з великою точністю визначити позаштатну ситуацію (аварію в водомережі, відключення великої групи споживачів, несанкціонований великий відбір води і т. п.). Оскільки обидва ці етапи (стабілізація і контроль) реалізуються одночасно, то таку систему управління режимом роботи насосної станції можна назвати двухконтурної. Як правило, такий принцип управління здійснюється на нижньому рівні диспетчерського управління, тобто локальним диспетчерським пунктом.

### *Література*

1. Толлет И. Регулирование частоты вращения насосов с помощью преобразователя частоты «SAMI» фирмы «Стремберг» // Доклад на симпозиуме фирмы «Стремберг» 24 сентября 1981 г. — М., 1981. — С. 1–26.
2. Белан А.Е. Технология водоснабжения. — К.: Наук. думка, 1985. — 264 с.
3. Петросов В.А. Управление региональными системами водоснабжения. — Харьков: Основа, 1999. — 320 с.

## **РОЗДІЛ 12. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ**

### **Підвищення якості підготовки студентів при вивченні дисципліни "Нарисна геометрія"**

**Кабацький О.В., Хорошайло В.В., Красовський С.С., Загребельний С.Л.**  
*Донбаська державна машинобудівна академія (м. Краматорськ)*

Стрімкий розвиток техніки передбачає пошук все нових і нових рішень у конструкції деталей й виробів та обладнання для їх виготовлення. Це потребує від спеціалістів із вищою освітою досконалої підготовки з дисциплін "Нарисна геометрія", яка є базовою для дисциплін "Інженерна графіка", "Комп'ютерна графіка" та низки загальнотехнічних та спеціальних дисциплін. Така підготовка вважається також достатньо необхідною для майбутніх ІТ-спеціалістів, які беруть участь разом із технічними спеціалістами у вдосконаленні сучасних систем CAD/CAM/CAE та у роботі із 3D-графікою. З іншого боку, слід відмітити також доволі низький початковий рівень графічної підготовки студентів, що приступають до вивчення дисципліни, скорочення обсягу аудиторних занять та ситуативні переходи до дистанційної або змішаної системи навчання, пов'язані із складною епідеміологічною ситуацією.

Вказані чинники обумовлюють доцільність і необхідність пошуку й впровадження у навчання методик та засобів, що сприяють підвищенню якості підготовки студентів. Метою даної роботи є вдосконалення засобів навчання, що сприяють формуванню просторового мислення студентів для більш успішного засвоєння ними дисципліни "Нарисна геометрія".

Велику роль у навчанні з курсу відіграє засвоєння студентами на перших заняттях принципу утворення зображень на площинах проєкцій, заснованого на реалізації методу прямокутного паралельного проєктування. Розуміння сутності цього методу дозволяє студентам у подальшому успішно засвоїти правила і прийоми отримання графічних зображень різних за складністю типів об'єктів на комплексному кресленнику.

Більш повне уявлення про отримання комплексного кресленнику дозволить отримати застосування створеного на кафедрі нарисної геометрії та інженерної графіки ДДМА навчального наочного пристрою, який дозволяє відтворювати проєкції на трьох аналогах взаємно перпендикулярних площин. На жаль, його використання в умовах дистанційного навчання є не дуже зручним, та обмежується утворенням контурних ліній порівняно простих за формою геометричних просторових моделей.

Усучаснити та урізноманітнити механізм ілюстрування отримання проєкцій просторових об'єктів дозволяє використання графічних пакетів комп'ютерної графіки. Значні можливості для демонстрації на практичних заняттях особливостей проєціювання просторових об'єктів надає використання графічного пакету Autodesk 3DS MAX. Для візуального сприйняття цього механізму в пакеті Autodesk 3DS MAX, окрім традиційного відображення на видових екранах з взаємно перпендикулярних точок зору, є можливість встановлення джерел освітлення паралельними променями (*Create – Lights – Standard Lights – Directional*), а також розміщення камер для кращого сприйняття сцени.

Найбільш просто у відображенні просторових моделей на площині у Autodesk 3DS MAX реалізується можливість відтворення їх контурів. Є також можливість показу точок та деяких простих ліній на поверхні (наприклад, точок та паралелей на поверхні конусу) із акцентом уваги на розташування точки на лінії та демонстрацією різниці у положенні проєкцій точок з точки зору їх видимості. При цьому для матеріалу конусу виставляється часткова прозорість. Для більшої наочності та акцентування уваги студентів на окремих елементах

поверхні ці елементи можливо відтворити у вигляді геометричних об'єктів із матеріалу з ефектом Self Illumination (Glow).

Аналогічним чином демонструються випадки перерізу просторових геометричних моделей площиною (рисунок 1, а). Для отримання лінії перетину та реалізації її відтворення на площинах слід застосувати до об'єктів логічної операції віднімання – Subtraction команди Boolean. В такий спосіб можливий також показ проєкцій ліній перетину просторових тіл (рисунок 1, б), але в кожному випадку це потребує більш детального підбору ракурсу спостереження та значень прозорості матеріалів моделей.

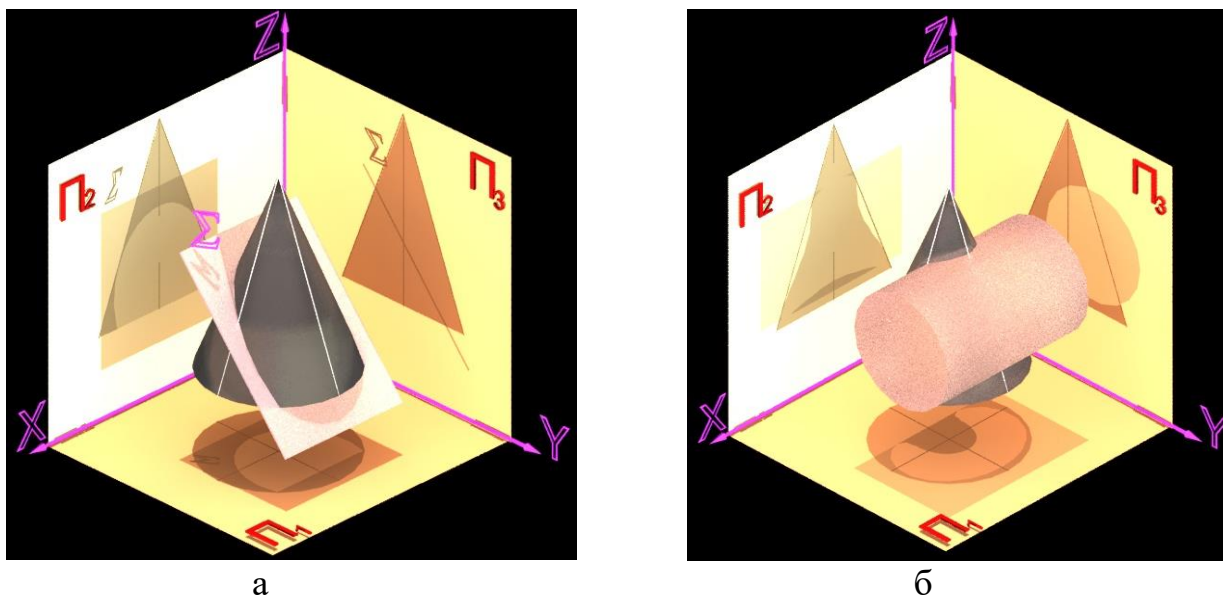


Рисунок 1. Перетин конусу площиною (а), перетин конусу із циліндром (б) (візуалізація).

Отримані відображення дозволяють акцентувати увагу студентів на просторових співвідношеннях у формі та розташуванні об'єктів, характерних особливостях отриманих ліній перетину, на розташуванні та побудові опорних точок на проєкціях цих ліній. Їх використання сприяє розвитку у студентів під час навчання просторового уявлення та мислення, набуттю вмінь і навичок для подальшого засвоєння спеціальних дисциплін.

## **Освітньо – наукові процеси в стратегічному розвитку економіки держави**

**Драчук Ю.З., Антонюк В.П.**

*Інститут економіки промисловості НАН України*

**Снітко Є.О.**

*Луганський національний університет імені Тараса Шевченка*

Сучасні умови розвитку економіки України характеризуються динамічними змінами, які вимагають від суб'єктів господарювання, незалежно від форми власності та виду діяльності, нових підходів до реалізації процесів залучення та використання ресурсів. Зважаючи на гостроту проблеми обмеженості матеріальних ресурсів, перед вітчизняними підприємствами постає важливе завдання пошуку дієвих механізмів їх компенсації. В умовах економіки, заснованої на знаннях (Knowledge-Based Economy) – ЕЗ, головним компенсатором ресурсодефіцитності мають стати генеровані людиною ідеї. Їх поява зумовлена отриманням нових знань, вмінь та навичок, джерелом яких стає освіта у найрізноманітніших формах (формальна, неформальна, інформальна та дуальна). Тому важливою науковою проблемою в теоретичному та прикладному аспекті є розробка та удосконалення інструментарію взаємодії освітніх закладів з виробничими структурами, в першу чергу тими, результати діяльності яких значною мірою залежать від наявності високопрофесійних кадрів, здатних генерувати власні та використовувати залучені ідеї, пропозиції, ноу-хау тощо. Промисловий сектор повинен безпосередньо опікуватись процесами підготовки кваліфікованих інженерних (управлінських) кадрів, як у матеріально технологічному, так і в методичному та професійному сенсі.

Важливою проблемою на цей час залишається практична реалізація та впровадження у процес підготовки майбутніх професійних кадрів досконалого інноваційного інструментарію Smart-технологій. Ця проблема посіла вже важливе місце в стратегії розвитку Smart-технологій для галузей промисловості, побудови екологічно небезпечних підприємств переробки промислових та твердих побутових відходів, функціонування держбюджетних установ, бізнес-структур, сфери освітніх послуг. Як зазначається в роботі дослідників [1],

«...вироблення такої стратегії дасть змогу прискорити широке впровадження Smart-технологій у процесі підготовки висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців у стінах національних закладів вищої освіти (ЗВО). З іншого боку, особливу увагу слід приділити створенню освітньо-професійних програм (ОПП) із підготовки майбутніх спеціалістів у галузі Smart-технологій, які здатні критично проаналізувати та перейняти зарубіжний досвід упровадження даної продукції в усі сфери діяльності та життя суспільства. Це дасть змогу налагодити взаємовигідні зв'язки з провідними компаніями світу та організувати високотехнологічне виробництво вітчизняних аналогів стандартизованої Smart-продукції». І цей процес слід доцільно продовжувати вже з можливостей використання Smart-технологій у сфері освітніх послуг, які надаються українськими та провідними ЗВО, що сприятиме формуванню фундаменту подальшого стійкого економічного розвитку Української держави.

Важливим напрямом в частині створення умов для економічного зростання країн є забезпечення всеосяжної і справедливої якісної освіти і заохочення можливості навчання протягом усього життя, а це може бути здійснено, як зазначають дослідники [2], якщо система вищої освіти розвиватиметься на інноваційних принципах та буде налагоджена взаємодія вищих навчальних закладів із підприємствами реального сектору для забезпечення їх інноваційно-технологічного розвитку. В інноваційному розвитку будь-якої країни вагома роль належить закладам вищої освіти, які за своєю основною функцією готують професіональних спеціалістів й беруть активну участь в розробленні інноваційних продуктів та технологій. Зазначається, що інновації, створювані в системі освіти, відносяться до носіїв інтелектуальної перспективи розвитку національної економіки, вони передають в суспільство нові знання і вміння, які ґрунтуються на прогресивних наукових ідеях і теоріях. У багатьох країнах світу університети перетворюються в «кузню» передових кадрів інноваційного прориву. Такий напрям розвитку вищої освіти запрограмований в проекті Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021-2031 роки [3], та є орієнтацією на досягнення Цілей сталого розвитку по

забезпеченню всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх, формування додаткових загальноосвітніх і загальнокультурних вмінь у дорослого населення. Важливим аспектом проекту Стратегії є розвиток інноваційної екосистеми вищої освіти, що має відповідати стратегічним цілям інтеграції науки, освіти та бізнесу, а також забезпеченню якості вищої освіти. Важливим в інноваційних процесах у вищій школі є поширення практичних досліджень, які мають забезпечити міцну основу у формі загальної освіти, а також бути зосередженими на здобутті спеціальних знань та практичних навичок, необхідних для посади інженера або спеціаліста. Цьому процесу сприятиме співпраця з роботодавцями при розробці освітніх програм та якісне стажування для студентів. Таким чином, при проведенні системних освітніх реформ виникає необхідність вдосконалення механізму інтеграції освіти, науки та бізнесу, вивчення зарубіжного досвіду цих процесів та адаптування його до національних особливостей.

#### *Література*

1. Сав'юк Л.О., Драчук Ю.З., Снітко Є.О. SMART-технології як пріоритетний напрямок сфери освітніх послуг в умовах глобалізації світової економіки. - Науково-виробничий журнал «Держава та регіони: серія Економіка та підприємництво». - 2019 р., №3 (108) .- 276 с.- С. 61-66.- Класичний приватний університет, Запоріжжя.
2. Кожем'якіна С.М. Інноваційна діяльність вищих навчальних закладів країни: макроекономічна оцінка // Ефективна економіка № 6, 2016.
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22. 01. 2021 р. № 1/12-362 «Про затвердження проекту Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 роки», м. Київ.

### **Цифрові технології у професійній діяльності майбутніх фахівців галузі «Інформаційні технології»**

**Жирова Т.О., Котенко Н.О.**

*Київський національний торговельно-економічний університет*

Життя важко уявити без використання інформаційних технологій, якими має володіти кожна людина. Проте, в залежності від професійної діяльності людини, рівень володіння нею тими чи іншими цифровими технологіями має

суттєво відрізняться. Таким чином виникає логічне питання, чому навчати першокурсників на дисципліні «Інформаційні технології у професійній діяльності» (назва дисципліни може змінюватися, але загальна мета знайомства студентів з цифровими технологіями, як базовими для їхньої галузі знань – залишається). В межах даної статті розглянемо зміст дисципліни «Інформаційні технології у професійній діяльності» та перелік цифрових технологій й основні положення їх вивчення, як основи для галузі «Інформаційні технології».

Отже, ми пропонуємо вивчати такі теми.

1. Основи роботи в хмарних середовищах. В умовах дистанційного навчання виникла необхідність опанування студентами відповідної платформи навчання. Ми розглядаємо Microsoft 365, адже це безкоштовне рішення для організації електронної пошти, а також набір призначених для користувача сервісів для взаємодії і спільної роботи. Таким чином студенти першого курсу одразу опановують роботу в середовищі навчання MS Teams – онлайн сервіс для командної роботи, який забезпечує в одному робочому просторі функції спілкування, управління задачами, контентом та додатками. Слід зазначити, що значна частина ІТ компаній використовують MS Teams для онлайн нарад та планування своєї роботи. Отже, у студентів, під час вивчення Microsoft 365, формуватимуться відповідні фахові компетентності. Також буде проведена пропедевтика вивчення хмарних технологій, які нині є актуальними для ІТ фахівців.

2. Створення та показ презентацій. Тема презентацій не є новою для студентів першого курсу, проте досвід показав, що у більшості першокурсників не сформовані вміння створювати цікаві, логічно побудовані та не переобтяжені текстом презентації. Аналіз необхідних soft skills ІТ фахівців показав, що вміння виступати на публіці, як з презентацією так і без – є необхідністю. Тому в розрізі вивчення теми «Створення та показ презентацій» ми пропонуємо не лише вивчення різних програм для створення презентацій таких, як OpenOffice Impress, StarOffice Presentation, Apple Keynote, Prezi, Sway, Power Point, а й обов'язково зробити доповідь перед широкою аудиторією.



3. Текстові процесори та їх використання. Метою вивчення вказаної теми є два аспекти: перший – узагальнити шкільні знання з MS Word та навчити студентів працювати в команді над спільним документом в Microsoft 365; другий – забезпечити наукову складову та обговорення питання академічної доброчесності, тобто організувати написання тез доповіді на обрану тему з відповідними вимогами.

4. Системи контролю версіями. Розробка програмного забезпечення проходить за безмежною кількістю методик щодо розподілу задач у великих і малих командах. Саме для цього був розроблений один із найважливіших інструментів розробки - VCS або Version Control System. Окрім Git (розподілена система управління версіями) – найбільш популярної на цей час системи, є декілька інших – SVN, Mercurial тощо, з якими студенти ознайомлюються самостійно.

5. Вступ до теорії алгоритмів та основ програмування. Цю тему ми пропонуємо вивчати студентам тих спеціальностей, які у наступному семестрі не вивчають основи програмування.

Отже, вивчаючи зазначені теми на дисципліні «Інформаційні технології у професійній діяльності» ми готуємо першокурсників до їх фахової діяльності та здійснюємо пропедевтику вивчення фахових дисциплін.

### **Діджиталізація вищої освіти**

**Подлесний С.В.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Сучасний світ вступив в нову фазу інформаційної епохи, пов'язану з тотальною діджиталізацією всіх сторін соціального життя. Цифрове середовище сьогодні проникає як в повсякденні практики, так і в область професійної діяльності, не тільки кардинально змінюючи їх форми, а й перебудовуючи свідомість людей. Стрімкий розвиток цифрових технологій призводить до трансформації соціальної реальності, появи нової цифрової культури, зміни

життєвого світу людини. Сьогодні ми є свідками того, що в умовах пандемії коронавірусу освіту як ключовий інститут соціалізації особистості набула переважно дистанційну форму, реалізація якої можлива тільки на основі цифрових технологій. Діджиталізація освіти дозволяє розширювати горизонти пізнання учнів, включатися в самостійний пошук інформації, створювати умови для безперервності освітнього процесу, так званого *life-long-learning* - навчання протягом життя, а також його індивідуалізації на основі *advanced-learning-technologies* - технологій просунутого навчання. Ми бачимо, що діджиталізація освіти відкриває величезні можливості для саморозвитку особистості, формування необхідних для XXI ст. загальнокультурних і професійних компетенцій. Проблема підготовки фахівців повинна здійснюватися на такому рівні і з допомогою таких технологій, які дозволятимуть йому перемагати конкурентний кадровий ринок, а він, як відомо, сьогодні масштабно цифровий. У той же час поряд з позитивними моментами мають місце негативні зміни в розвитку особистості. Зокрема, мова йде про втрату базових когнітивних компетенцій, зниженні загального культурного рівня підготовки, скорочення потреби в інтелектуальному фахівці, втраті фундаментальності, скороченні особистих контактів, витоку талановитої молоді і викладачів за кордон.

Коли ми говоримо про розвиток освіти, звичайно, ми повинні думати про те, яким чином організувати той самий освітній контент, зміст освіти, в якому переслідуються цілі і духовно-морального розвитку, і особистісного розвитку, але вже громадянина мережевого суспільства.

Навчальні матеріали та документація переходять на онлайн-версії. Студент зможе брати участь в проведенні занять, не виходячи з дому, через Інтернет. Передбачається, що він на створених електронних ресурсах знайде детальну інформацію для занять.

Навчальні заклади використовують в освітньому процесі сучасну техніку і технології: комп'ютери, інтерактивні дошки, відеопроєктори, засоби віртуальної і доповненої реальності та ін. Сьогодні практично скрізь проведено

оптоволоконні засоби комунікації Інтернет для доступу до інформаційного контенту.

Самі викладачі повинні бути готові працювати в новій системі освіти. Однак, передбачається, що роль викладача в самому найближчому часі кардинально повністю зміниться, так як діджиталізація має на увазі самостійне вивчення матеріалу. Педагог виступає в ролі помічника, куратора, тьютора до якого доведеться звертатися лише при необхідності.

Серед явних плюсів цифрового алгоритму сучасної освіти можна назвати наступні: привчання до самостійності, відсутність паперової тяганини, економію такого важливого ресурсу, як час, прогностична модель майбутнього в дії.

Використання інформаційних технологій та інтернет-ресурсів в сучасному освітньому процесі є основним моментом у викладанні, оскільки вони підвищують якість навчання, а також скорочують час вивчення дисциплін. Діджиталізація стає необхідною потребою сучасної системи вищої освіти. Цілком природно вважати, що процес діджиталізації має кілька рівнів існування, а, отже, і проблематизації. Ми можемо виділити три рівня процесів цифровізації сучасного суспільства:

- цифрової інфраструктури,
- цифрової компетентності,
- цифрової комунікації.

Рівень цифрової інфраструктури - це в першу чергу рівень поширення Інтернету і всіх супутніх технологій. Визнаючи, що інформація є найважливішою на макрорівні, ООН відзначає, що «... (цифрові) технології також можуть загрожувати конфіденційності, підривати безпеку і підживлювати нерівність» [1].

Рівень цифрової комунікації - це сфера цифрової реалізації повсякденних рутинних практик жителями планети. Наявність проблем цифровізації на цьому найважливішому комунікаційному рівні. Адже все наростаюче «... інформаційне протистояння бідного більшості і багатой меншості на планеті і в окремих країнах, створює критичні ступеня соціально-політичних напружень, які в

умовах кризи можуть привести до самознищення як держави, так і суспільства» [2].

Використання інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) завжди надає системний вплив на функціонування соціально-економічних об'єктів, які виступають в якості інформаційно відкритих систем. Рівень цифрових компетенцій - це рівень ретрансляції накопиченого досвіду при обліку останніх інфраструктурних інновацій. Причому, освітні системи знаходяться в особливому ризикованому положенні, пов'язаному в першу чергу з особливостями системи ретрансляції знань в сучасному цифровому світі. До таких особливостей, можна віднести: високу доступність і відкритість інформації практично з будь-яких аспектів науково-технічної діяльності; здатність до копіювання, безпосередньо закладену в спосіб існування цифрових технологій; перманентне відставання засвоюваного внутрішнього знання від зростаючого обсягу зовнішньої інформації.

Через процеси формування цифрової ментальності, за умови збереження і адаптації фундаментальних традиційних освітніх форм і впровадження новітніх освітніх методів і інструментів, відбувається закріплення існуючих позитивних практик повсякденності.

Можна відзначити деякі особливості застосування цифрових технологій на рівні ЗВО: це цифрові технології навколишнього середовища; цифрові технології адміністративно-методичного забезпечення; цифрові технології безпосереднього освітнього процесу, які тісно взаємопов'язані, але таке логічне роз'єднання, дозволяє більш ефективно виділити саме той процес, який контролюється більшою мірою саме викладачем.

У 2019 ООН був прийнятий концептуальний документ про вплив процесів цифровізації на всі сфери людського життя - доповідь робочої групи «The age of digital interdependence», в якому зазначається, що: «... цифрові технології сприяють досягненню цілей сталого розвитку і усувають ризики соціально - негативно процесів »[3]. В цьому ж році ЮНЕСКО приймає документ «Структура ІКТ-компетентності вчителів». Передбачається, що сучасні

викладачі повинні володіти великим набором (в списку понад тридцять) компетенцій у сфері застосування інформаційно-комунікативних технологій. До числа найважливіших ІКТ можна віднести наступні компетенції:

- вміння розробляти, модифікувати і застосовувати в навчальному процесі педагогічні практики, що відповідають інституційній та (або) національній політиці, міжнародним документам (наприклад, Конвенцій ООН) і соціальних пріоритетів;

- інтегрувати ІКТ в програму вивчення конкретного предмета, в процес навчання і систему оцінювання, створювати сприятливе для навчання середовище, в якому учні можуть успішно освоювати матеріал навчальної програми за допомогою ІКТ;

- поєднувати різні цифрові інструменти та ресурси з метою створення інтегрованого цифрового навчального середовища для розвитку в учнів навичок високорівневого мислення і розв'язання задач;

- застосовувати гнучкий підхід до використання цифрових інструментів для спрощення процесу спільного навчання, організації роботи з учням і взаємодії з іншими учасниками освітнього процесу;

- використовувати технології для взаємодії з професійним співтовариством з метою свого професійного розвитку [4].

Дуже важливо розвивати ІКТ-компетентність на самих ранніх етапах формування професійної ідентичності для профілактики професійної деформації. Найважливішим фактором такої профілактики виступає міждисциплінарна інтеграція, реалізована при створенні нормативної бази діджиталізації освіти; ресурсного забезпечення діджиталізації освіти; підготовці кадрового потенціалу цифрової освіти.

Діджиталізація процесів викладання в якості найважливішої складової позитивного процесу зниження соціальних витрат відіграє важливу роль при перенесенні і засвоєнні актуальної наукової інформації.

Але не варто ототожнювати діджиталізацію освітніх систем з простим процесом оцифровки навчальних матеріалів - перекладом навчальних матеріалів

в електронний вигляд, оскільки використання нових ІКТ є тільки початковою умовою для подальшого розвитку цифрової педагогіки.

Основоположними принципами застосування цифрової методології у викладанні є: стандартизація, інтерактивність і адаптивність.

Принцип стандартизації передбачає розробку цифрового супроводу освітнього процесу в повній відповідності з принципами, викладеними в міжнародних посібниках з підвищення рівня цифрової взаємодії, з орієнтацією на відкритість, доступність та відсутність гендерних, соціальних і культурних обмежень у процесі залучення до благ цифрової цивілізації.

Принцип інтерактивності передбачає безпосередню включеність учня в процес формування і наповнення освітньої траєкторії при повному використанні всіх індивідуальних особливостей особистості і соціокультурного середовища освітнього закладу.

Принцип адаптивності передбачає існування динамічної структури, що включає в себе моніторинг, аналіз змін і інтеграцію новітніх наукових даних в модулі освітнього процесу.

Необхідно також відзначити, що діджіталізація викладацької діяльності формує нові категорії освітнього простору і впливає не тільки на успішність освітніх практик, а й ефективність накопичення соціального капіталу освітнього закладу, впливаючи на встановлення стабільних довгострокових професійних зв'язків всередині професорсько-викладацького і студентського співтовариства.

Багато великих компаній активно використовують програми залучення студентів і випускників ЗВО як вигідні інвестиції в майбутнє. Залучаючи молодь, такі компанії набувають персонал ініціативний і орієнтований на розвиток, що володіє гнучкістю мислення і креативністю. Очевидно при цьому, що для керівництва підприємств і організацій вигідна співпраця з освітніми установами та системою освіти в цілому ще й тому, що подібна співпраця позитивно впливатиме на формування та підтримку корпоративного іміджу, просування бренду роботодавця в суспільство і молодіжне середовище.

У висновку відзначимо, що студенти і викладачі отримали необмежені можливості для розвитку свого освітнього простору і його спільного використання. Цифрова трансформація передбачає якісну зміну освітнього процесу, яка, в кінцевому, підсумку, приведе до задоволення потреб усіх його учасників (студентів, викладачів, роботодавців) і забезпечить гідне місце ВНЗ в освітньому просторі.

#### *Література*

1. *The Impact of Digital Technologies*// URL: <https://www.un.org/en/un75/impact-digital-technologies>
2. *Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation [Электронный ресурс] .-* URL: [https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-07/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020\\_Page\\_16.png](https://sdgs.un.org/sites/default/files/2020-07/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Page_16.png).
3. *The age of digital interdependence: report of the UN Secretary-General's High-Level Panel on Digital Cooperation. New York, 2019. 47 p.*  
URL:<https://www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf>
4. *Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО // [Электронный ресурс] :https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368076.*

### **Методична організація науково – дослідної практики магістрату**

**Кравченко В.І.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Серед найбільш важливих застосувань комп'ютерних наук і інформаційних технологій варто виділити комп'ютеризацію діяльності людини в техніці, бізнесі та медицині, що найбільше яскраво проявляється в проектуванні й створенні нових об'єктів і технологій штучного середовища, а також у комп'ютерній підтримці творчих процесів і процесів прийняття рішень на різних етапах життєвого циклу об'єктів і систем, які проектуються або експлуатуються.

Актуальною проблемою підготовки спеціалістів для цієї сфери є формування та розвиток загальних і професійних компетентностей, сприяючих після отримання вищої освіти, соціальної стійкості й мобільності випускника на ринку праці, що дозволить йому успішно здійснювати проектування, розробку, впровадження й дослідження програмних комплексів, що автоматизують

обробку даних у технічних, організаційно-економічних та медичних системах. Постійно зростаючі вимоги до строків і якості виготовлення нових технічних об'єктів і соціально-економічних систем та систем медичного призначення унеможливають їхнє проектування без застосування сучасних засобів наукових досліджень і технологій автоматизованого проектування. Важливу роль у цьому процесі грають виробничі практики, зокрема науково-дослідна (НДП) і науково-педагогічна (НПП), але методичне обґрунтування цих видів практики, особливо для магістрів розвинуто ще недостатньо [1 -3].

Метою роботи є висвітлення алгоритму та основних методичних підходів до формування змісту та об'єму НДП.

Завдання роботи:

- визначення посад на яких можуть працювати випускники;
- розробка структурно – логічної схеми і визначення місця НДП в відповідній навчальній програмі;
- визначення компетенцій і програмних навиків навчання, які отримують здобувачі вищої освіти після засвоєння дисциплін.

Основним методичним підходом до розробки навчально – методичних матеріалів дисципліни НДП є компетентносний, який реалізується за наступним алгоритмом:

1. Визначаються посади, які може займати випускник.
2. Визначаються запити стейкхолдерів до цих посад.
3. Запити стейкхолдерів узгоджуються з загальними та фаховими компетенціями національного стандарту освіти.
4. Визначаються конкретні теми, які будуть включені до методичного керівництва для проведення науково - дослідної практики.

На ринку праці згідно запитів стейкхолдерів випускники можуть працювати на посадах: 2131.1 - науковий співробітник (обчислювальні системи); – 2131.2 - інженер-дослідник з комп'ютеризованих систем, що відповідає існуючим напрямам – «магістр технічний» і «магістр науковий». Відповідно обсяг освітньо-професійної програми підготовки магістра технічного становить



90 кредитів ECTS, а обсяг освітньо - наукової програми магістра наукового – 120 кредитів ECTS. Це дозволяє представити структурно логічне місце НДП у вигляді двох модулів (рис) перший з яких обіймає загально наукову підготовку, а другий, що базується на першому, спеціалізовану фахову відповідно до теми досліджень випускної магістерської роботи та можливості продовження навчання в аспірантурі суміщаючи його з педагогічною діяльністю. Причому перший модуль являється обов'язковим для обох видів магістратури і достатнім для магістрів технічних. Основною відзнакою другого модуля є наявність педагогічної складової у процесі науково – дослідної практики. В результаті освоєння базового модуля даної дисципліни магістри отримують знання, вміння та навички, що відповідають інтегральній компетентності розв'язувати складні науково-практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук, що передбачає застосування теорій та дослідження методів інформаційних технологій для здійснення інновацій у сфері комп'ютеризованого проектування і моделювання процесів в технічних системах, системах бізнесу і медичних. Також слід вказати на отримання загально - наукових навичок таких як здатність спілкуватися як усно, так і письмово державною та іноземною мовами, здатність спілкуватися з представниками інших галузей знань і видів діяльності – техніки, бізнесу, медицини, здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, вміння переосмислити наявне та створити нове цілісне знання - самостійно ставити та вирішувати задачі, включаючи власні наукові дослідження. Вивчення модуля закінчується диференційним заліком для магістрів технічних і звичайним – для наукових.

Магістри наукові додатково отримують слідує фахові компетентності: здатність застосовувати статистичні, динамічні і ймовірнісні методи, методи інтелектуального аналізу даних та обчислювального інтелекту, а також методи математичного моделювання для обробки даних з метою оптимізації і підтримки прийняття ефективних рішень, здатність до планування, організації та проведення наукових досліджень з використанням методів та алгоритмів обчислювального інтелекту і машинного навчання. Виконуючи завдання НПП

практиканти отримують здатність розробляти навчально – методичні посібники, самостійно проводити лекційні, практичні і лабораторні роботи зі студентами молодших курсів в тому числі за допомогою систем віддаленого доступу типу Moodle. Контроль отриманих знань – диференційний залік, що відповідає програмним результатам навчання.

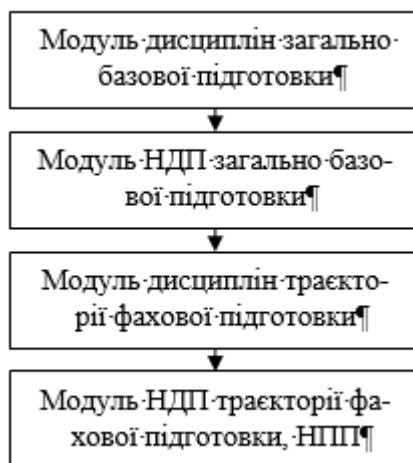


Рисунок 1 - Структурно – логічна схема НДП магістрату

Відповідно до розмежування функцій модулів видаються і індивідуальне завдання на науково - дослідницьку практику 6 і 11 Кр. ECTS (180 і 330 год.) відповідно.

Таким чином методично обґрунтовані практики є складовими частинами навчального процесу й спрямовані на закріплення й поглиблення знань, умінь навиків, і прийомів роботи, отриманих студентами в процесі навчання, а також придбання професійних навичок колективної роботи, необхідних фахівцеві з комп'ютерних наук при працевлаштуванні в науково-дослідну організацію.

Також НДП має велике значення для виконання випускної магістерської роботи і продовження науково-педагогічної діяльності в якості аспіранта, або викладача з комп'ютерних наук.

Завдяки науково-дослідній практиці студенти одержують можливість вивчити сучасний стан інформаційних технологій і наукових досліджень у сфері майбутнього прикладення своїх теоретичних і практичних знань, а також

ознайомитися із ще не вирішеними проблемами й завданнями, що існують в науці, техніці, на виробництві, економічних системах та системах медичного призначення. Подальше направлення досліджень відпрацювання методично вмотивованих тем до змісту робіт на кожному етапі обох модулів.

#### Література

1. Программа научно-исследовательской работы *Режим доступа:* [https://www.sgu.ru/sites/default/files/education/practice/23. nauchno-issledovatel'skaya\\_rabota.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/education/practice/23_nauchno-issledovatel'skaya_rabota.pdf)

2. Совершенствование подготовки специалистов по компьютерным наукам биотехнического профиля в машиностроительном вузе *Alma mater (Вестник высшей школы)*. – 2020. – № 7. С. 40-47 <https://almavest.ru/ru/archive/3249>

3. Tarasov, O. F., Sagayda P. I., Podlaski S. V., Vasilieva L. V. *Formuvannya multidisciplinary osut programs for learning students it specialties in the region bogener. Suchasni informatsiyi Technologii, zasobi Avtomatizatsiya TA elektroprivod. Mater IALI III all-Ukrainian science and technology conference 18-20 kvitnya 2019 roku For zag. ed. O. F. Tarasova Kramatorsk DDMA 2019.*

### **Проектування інформаційно-навчальної системи для перевірки розрахункових даних під час проведення практичних занять з дисципліни «Формоутворення у металі»**

**Мельников О. Ю., Деркач Р. Р.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Дисципліна «Формоутворення у металі» є важливою освітньою компонентою програми спеціальності «Прикладна механіка». Її мета – надання студентам теоретичних знань в галузі проектування, складання технологічних процесів виготовлення куванням та штампуванням різнотипних деталей, типових режимів нагрівів та технологічних підігрівів, режимів первинної термічної обробки готових виробів тощо [1].

Практичні заняття з цієї дисципліни передбачають складання креслення поковки та визначення маси і розміру злитку. На кресленні поковки дається повне графічне зображення форми поковки, проставляються необхідні розміри, що характеризують поковки, вказуються припуски, допуски і напуски. Зараз під час проведення робіт використовується пакет MathCAD [2], у якому студенти мають

можливість за наявними даними згідно варіанту провести розрахунки (рис. 1) та здійснити саме креслення (рис. 2).

1 Составление чертежа поковки:

$$V_{уч}^T = (3.66 \times 10^8 \quad 1.44 \times 10^9 \quad 2.11 \times 10^8 \quad 8.60 \times 10^7 \quad 8.60 \times 10^7 \quad 1.15 \times 10^8) \quad V_i$$

$$V_d = 2.31 \times 10^9 \quad \rho = 7.85 \quad M_d = 18116$$

Табл 1.2:

| $d_i =$ | $\delta_i =$ | $(d_{осн} - d)_i$ | $\delta_{доп_i} =$ | $\delta_{\tau_i} =$ | $D_i =$ |
|---------|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------|
| 604     | 31           | 312               | 12                 | 43                  | 645     |
| 916     | 35           | 0                 | 0                  | 35                  | 950     |
| 604     | 31           | 312               | 12                 | 43                  | 645     |
| 604     | 31           | 312               | 12                 | 43                  | 645     |
| 604     | 31           | 312               | 12                 | 43                  | 645     |
| 604     | 31           | 312               | 12                 | 43                  | 645     |

Табл 1.3:

| $l_i =$ | $n_{сл_i} =$ | $n_{сп_i} =$ | $\delta_{сл_i} =$ | $\delta_{сп_i} =$ | $L0_i =$ | $L_i =$ |
|---------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|----------|---------|
| 1276    | 1.50         | -0.75        | 65                | -26               | 1314     | 1315    |
| 2192    | 0.75         | 0.75         | 26                | 26                | 2245     | 2245    |
| 737     | -0.75        | 0.00         | -26               | 0                 | 711      | 710     |
| 300     | 0.00         | 0.00         | 0                 | 0                 | 300      | 300     |
| 300     | 0.00         | 0.00         | 0                 | 0                 | 300      | 300     |
| 400     | 0.00         | 1.50         | 0                 | 65                | 465      | 465     |

$$D_n = 645$$

$$L_{max_{кс}} = 168$$

$$\sum L0 = 5334 \quad \sum L = 5335$$

Рисунок 1 – Розрахунки для створення креслення

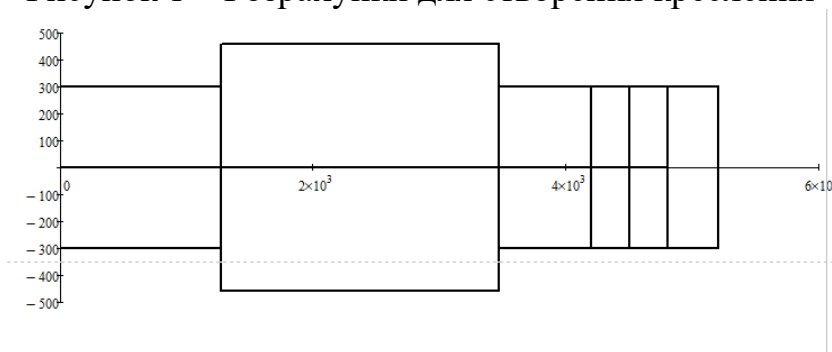


Рисунок 2 – Креслення поковки

Але пакет MathCAD не дозволяє повністю використати можливості інформаційно-комунікативних засобів навчання, тому було поставлено задачу створити спеціалізовану інформаційно-навчальну систему, яка б дозволяла як продемонструвати студентіві процес, який вивчається, так і провести перевірку розрахункових даних.

Інформаційну модель проектованої системи було створено уніфікованою мовою моделювання UML [3]. Вимоги до системи та її можливості наведено на діаграмі варіантів використання, або прецедентів (рис. 3).



Рисунок 3 – Діаграма варіантів використання

Структуру системи представлено на діаграмі класів (рис. 4), логіку функціонування системи – на діаграмі станів (рис. 5). Наступним етапом є реалізація інформаційної моделі у середовищі візуального програмування.

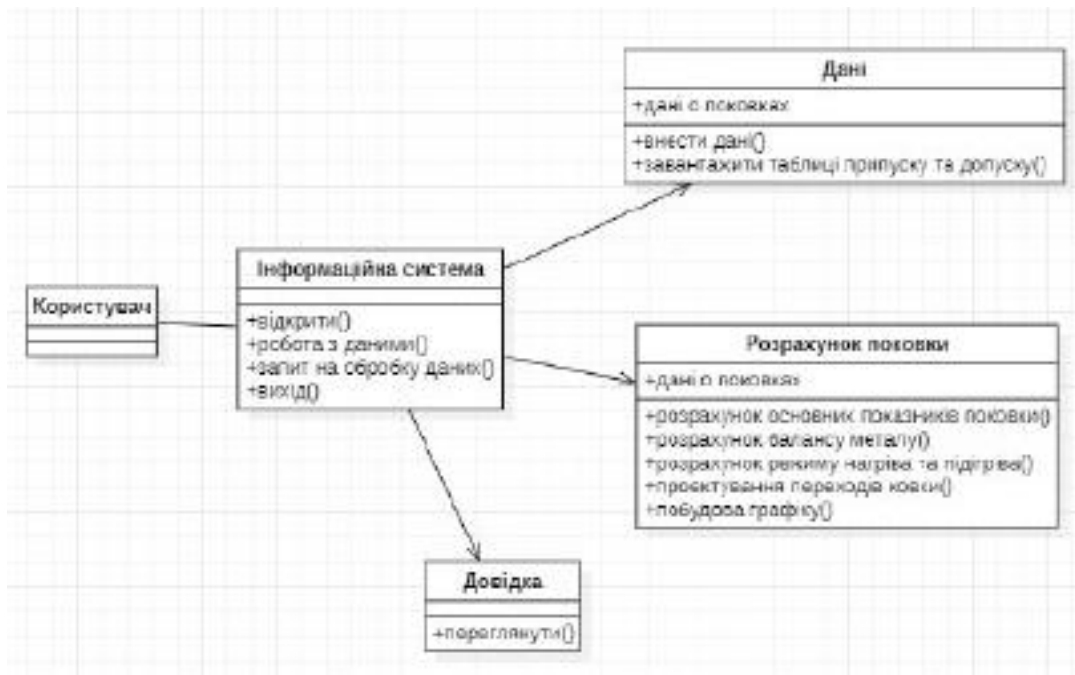


Рисунок 4 – Діаграма класів

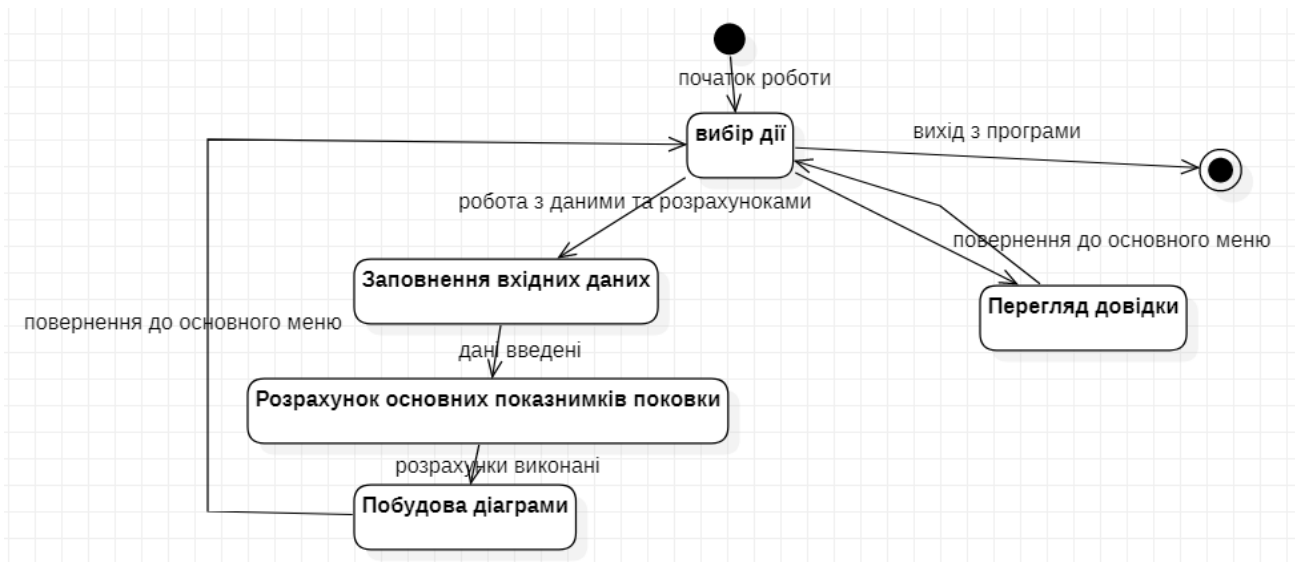


Рисунок 5 – Діаграма станів

#### Література

1. Марков О. Є. *Робоча програма з дисципліни «Формоутворення у металі – обробка об'ємних виробів у гарячому стані» для студентів спеціальності «Прикладна механіка».* – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 22 с.
2. Макаров Е. *Инженерные расчеты в Mathcad 15. Учебный курс.* – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
3. Мельников О. Ю. *Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування інформаційних систем : посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології».* – Вид. 3-є, перероб. та доп. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 208 с.

### Прогнозування оцінок студентів з окремої дисципліни залежно від якості засвоєння попереднього матеріалу

**Мельников О. Ю.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Оцінка засвоєного студентами у межах навчальної дисципліни матеріалу, а також об'єктивність проведення цього контролю знань є одними з основних елементів визначення якості освіти [1-2]. Відомо, що рівень засвоєння індивідуумом нових знань залежить насамперед від його старанності та базового рівня знань, що є майже постійним за період навчання, тому різке відхилення у процесі оцінювання може свідчити про наявність проблем, об'єктивних і суб'єктивних факторів, здійснюючих вплив на освітній процес.

Розглянемо у якості приклада об'єкта дослідження студентів спеціальності «Системний аналіз» ДДМА, а предмета – засвоєння знань та навиків

програмування. Навчальним планом підготовки бакалавра з цієї спеціальності передбачено низку дисциплін, де саме програмування є основним програмним результатом навчання, та деякі дисципліни, де воно є допоміжним елементом.

Формулюючи задачу у термінах моделювання, визначимо чотири вхідних та один вихідний (результуючий) фактори:

$x_1$  – оцінка з дисципліни «Програмування та алгоритмічні мови»;

$x_2$  – оцінка з дисципліни «Алгоритми і структури даних»;

$x_3$  – оцінка з дисципліни «Математична логіка і теорія алгоритмів»;

$x_4$  – оцінка з дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій»;

$y$  – оцінка з дисципліни «Технологія створення програмних продуктів».

Назви груп та прізвища студентів є інформаційними факторами.

Як відомо [3-4], найпоширенішим методом для вирішення такої задачі є багатофакторний регресійний аналіз. Множинна регресія є модель, яка б пов'язала залежну змінну з низкою незалежних змінних. Для рішення задачі методом багатофакторної лінійної регресії скористаємося стандартним пакетом Deductor Studio Lite [5].

Вхідні дані представлені на рис. 1 (усього 59 студентів груп СМ-13-1, СМ-14-1 і СМ-15-1). Змістовне наповнення навчальних курсів та викладачі за три роки не змінювалися.

Після розрахунків методом багатофакторної лінійної регресії в середовищі Deductor Studio отримано коефіцієнти регресії (рис. 2), які було застосовано до 20 студентів групи СМ-16-1. Як можна побачити на рис. 3, після приведення результатів до «національної» шкали (відмінно-добре-задовільно), отримані оцінки тільки трьох студентів відрізняються від прогнозованих, що можна пояснити впливом суб'єктивних факторів.

| F1      | Прізвище та ім'я по-батькові | Алгоритми і структури даних | Програмування та алгоритмічні мови | Математична логіка і теорія алгоритмів | Методи оптимізації та дослідження операцій | Технологія створення програмних продуктів |
|---------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|--|---|
| SM-15-1 | С.В.                         | 90                          | 94                                 | 96                                     | 100  | 100                                       |
| SM-15-1 | К.Р.                         | 84                          | 90                                 | 93                                     | 90   | 95  |
| SM-15-1 | льцов І.В.                   | 75                          | 75                                 | 75                                     | 55   | 55  |
| SM-15-1 | ко О.А.                      | 65                          | 75                                 | 76                                     | 87   | 55  |
| SM-15-1 | сников Д.В.                  | 67                          | 75                                 | 78                                     | 86   | 75  |
| SM-15-1 | рик С.О.                     | 65                          | 75                                 | 76                                     | 55   | 55  |
| SM-15-1 | енко А.А.                    | 81                          | 83                                 | 90                                     | 95   | 93  |
| SM-15-1 | к А.А.                       | 75                          | 75                                 | 83                                     | 84   | 95  |
| SM-15-1 | ошинська А.В.                | 75                          | 75                                 | 75                                     | 81   | 55  |
| SM-15-1 | етова Н.О.                   | 87                          | 90                                 | 77                                     | 91   | 76  |
| SM-15-1 | а                            | 75                          | 75                                 | 90                                     | 95   | 68  |
| SM-15-1 | айдаш І.О.                   | 75                          | 75                                 | 75                                     | 67   | 58  |
| SM-15-1 | а О.О.                       | 82                          | 75                                 | 94                                     | 94   | 90  |
| SM-15-1 | ярова М.С.                   | 66                          | 75                                 | 76                                     | 75   | 55  |
| SM-15-1 | льнев О.Г.                   | 66                          | 75                                 | 75                                     | 71   | 88  |
| SM-15-1 | ева А.А.                     | 84                          | 90                                 | 93                                     | 99   | 94  |
| SM-15-1 | ченко Н.О.                   | 75                          | 77                                 | 90                                     | 92   | 90  |
| SM-14-1 | н А.В.                       | 90                          | 75                                 | 56                                     | 55   | 65  |
| SM-14-1 | стова Л.А.                   | 90                          | 90                                 | 60                                     | 75   | 60  |
| SM-14-1 | га В.С.                      | 91                          | 92                                 | 94                                     | 100  | 100                                       |
| SM-14-1 | ицький Д.Ю.                  | 75                          | 75                                 | 61                                     | 78   | 62  |
| SM-14-1 | шак О.О.                     | 85                          | 90                                 | 93                                     | 92   | 100                                       |

Рисунок 1 – Наявні дані

Выходное поле: Технология створення програмних продуктів

| Атрибут                                 | Коефіцієнт |
|---|------------|
| 9.0 <Константа>                         | 14,827     |
| 9.0 Алгоритми і структури даних         | 0,3051     |
| 9.0 Програмування та алгоритмічні ...   | -0,34327   |
| 9.0 Математична логіка і теорія алго... | 0,35639    |
| 9.0 Методи оптимізації та досліджен...  | 0,52475    |

Рисунок 2 – Коефіцієнти багатofакторної регресії



|    | A       | B                            | C                        | D                               | E                                   | F  | G   | H | I    | J    | K       | L  |
|----|---------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|------|------|---------|----|
|    |         | Прізвище та ім'я по-батькові | Алгоритм структури даних | Програмування та алгоритми мови | Математика логіки теорія алгоритмів | Методи оптимізації та дослідження операцій | Технологія створення програмних продуктів |   |      | UMFR |         |    |
| 1  |         |                              |                          |                                 |                                     |  |   |   |      |      |         |    |
| 2  | SM-16-1 | ов Владислав Олекс           | 90                       | 95                              | 90                                  | 95   | 95  | 5 | 91,6 | 5    | 0,03579 | 0  |
| 3  | SM-16-1 | ська Анастасія Олекс         | 75                       | 75                              | 82                                  | 94   | 97  | 5 | 90,5 | 5    | 0,06701 | 0  |
| 4  | SM-16-1 | енко Андрій Андрійов         | 90                       | 88                              | 85                                  | 98   | 96  | 5 | 93,8 | 5    | 0,02292 | 0  |
| 5  | SM-16-1 | і Дмитро Володимир           | 64                       | 60                              | 94                                  | 92   | 100                                       | 5 | 95,5 | 5    | 0,045   | 0  |
| 6  | SM-16-1 | ь Вероніка Олександр         | 64                       | 55                              | 55                                  | 65   | 55  | 3 | 69,2 | 3    | 0,25818 | 0  |
| 7  | SM-16-1 | ів Ігор Віталійович          | 58                       | 58                              | 61                                  | 55   | 75  | 4 | 63,2 | 3    | 0,15733 | 1  |
| 8  | SM-16-1 | вгеній Олександрович         | 90                       | 77                              | 79                                  | 77   | 79  | 4 | 84,4 | 4    | 0,06635 | 0  |
| 9  | SM-16-1 | і Катерина Сергіївна         | 90                       | 78                              | 83                                  | 90   | 95  | 5 | 92,3 | 5    | 0,02842 | 0  |
| 10 | SM-16-1 | кий Миколта Андрійов         | 98                       | 88                              | 90                                  | 90   | 95  | 5 | 93,8 | 5    | 0,01263 | 0  |
| 11 | SM-16-1 | ль Максим Романов            | 77                       | 71                              | 55                                  | 68   | 59  | 3 | 69,2 | 3    | 0,17288 | 0  |
| 12 | SM-16-1 | ова Анастасія Романі         | 90                       | 86                              | 84                                  | 90   | 92  | 5 | 90   | 5    | 0,02174 | 0  |
| 13 | SM-16-1 | к Сергій Олександр           | 65                       | 66                              | 76                                  | 55   | 55  | 3 | 68   | 3    | 0,23636 | 0  |
| 14 | SM-16-1 | ва Світлана Володим          | 66                       | 75                              | 71                                  | 78   | 85  | 4 | 75,4 | 4    | 0,11294 | 0  |
| 15 | SM-16-1 | Елізар Олександр             | 64                       | 61                              | 71                                  | 55   | 97  | 5 | 67,5 | 3    | 0,30412 | 2  |
| 16 | SM-16-1 | Олександр Володим            | 90                       | 88                              | 84                                  | 90   | 77  | 4 | 89,2 | 4    | 0,15844 | 0  |
| 17 | SM-16-1 | в Дар'я Олегівна             | 90                       | 86                              | 81                                  | 78   | 77  | 4 | 82,6 | 4    | 0,07273 | 0  |
| 18 | SM-16-1 | ський Олександр Се           | 92                       | 93                              | 90                                  | 98   | 100                                       | 5 | 94,5 | 5    | 0,055   | 0  |
| 19 | SM-16-1 | к Вадим Олегович             | 83                       | 85                              | 81                                  | 95   | 95  | 5 | 90   | 5    | 0,05263 | 0  |
| 20 | SM-16-1 | ов Владислав Дмитро          | 90                       | 90                              | 90                                  | 90   | 94  | 5 | 91   | 5    | 0,03191 | 0  |
| 21 | SM-16-1 | «ков Андрій Валерій          | 75                       | 61                              | 74                                  | 65   | 55  | 3 | 77,3 | 4    | 0,40545 | 1  |
| 22 | 20      |                              |                          |                                 |                                     |  |   |   |      |      | 0,11599 | 17 |
| 23 |         |                              |                          |                                 |                                     |  |   |   |      |      |         |    |

Рисунок 3 – Результати прогнозування

#### Література

1. Закон України «Про освіту» від 05 вересня 2017 р. №2145-VIII із змінами (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2017, № 38-39) // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення освітньої діяльності у сфері вищої освіти» від 18 грудня 2019 р. №392-IX (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2020, № 24) // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392-20>.
3. Чубукова І. А. Data Mining: учебное пособие / І. А. Чубукова. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.
4. Боровиков В. П. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2001. – 608 с.
5. BaseGroup Labs: офіційний сайт. URL: <https://basegroup.ru/community/articles/intro> // Дата звернення: 16.03.2021.

## Освітньо – наукові процеси в стратегічному розвитку економіки держави

**Драчук Ю.З., Антонюк В.П.**

*Інститут економіки промисловості НАН України*

**Снітко Є.О.**

*Луганський національний університет імені Тараса Шевченка*

Сучасні умови розвитку економіки України характеризуються динамічними змінами, які вимагають від суб'єктів господарювання, незалежно від форми власності та виду діяльності, нових підходів до реалізації процесів залучення та використання ресурсів. Зважаючи на гостроту проблеми

обмеженості матеріальних ресурсів, перед вітчизняними підприємствами постає важливе завдання пошуку дієвих механізмів їх компенсації. В умовах економіки, заснованої на знаннях (Knowledge-Based Economy) – ЕЗ, головним компенсатором ресурсодефіцитності мають стати генеровані людиною ідеї. Їх поява зумовлена отриманням нових знань, вмінь та навичок, джерелом яких стає освіта у найрізноманітніших формах (формальна, неформальна, інформальна та дуальна). Тому важливою науковою проблемою в теоретичному та прикладному аспекті є розробка та удосконалення інструментарію взаємодії освітніх закладів з виробничими структурами, в першу чергу тими, результати діяльності яких значною мірою залежать від наявності високопрофесійних кадрів, здатних генерувати власні та використовувати залучені ідеї, пропозиції, ноу-хау тощо. Промисловий сектор повинен безпосередньо опікуватись процесами підготовки кваліфікованих інженерних (управлінських) кадрів, як у матеріально технологічному, так і в методичному та професійному сенсі.

Важливою проблемою на цей час залишається практична реалізація та впровадження у процес підготовки майбутніх професійних кадрів досконалого інноваційного інструментарію Smart-технологій. Ця проблема посіла вже важливе місце в стратегії розвитку Smart-технологій для галузей промисловості, побудови екологічно небезпечних підприємств переробки промислових та твердих побутових відходів, функціонування держбюджетних установ, бізнес-структур, сфери освітніх послуг. Як зазначається в роботі дослідників [1], «...вироблення такої стратегії дасть змогу прискорити широке впровадження Smart-технологій у процеси підготовки висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців у стінах національних закладів вищої освіти (ЗВО). З іншого боку, особливу увагу слід приділити створенню освітньо-професійних програм (ОПП) із підготовки майбутніх спеціалістів у галузі Smart-технологій, які здатні критично проаналізувати та перейняти зарубіжний досвід упровадження даної продукції в усі сфери діяльності та життя суспільства. Це дасть змогу налагодити взаємовигідні зв'язки з провідними компаніями світу та організувати високотехнологічне виробництво вітчизняних аналогів

стандартизованої Smart-продукції». І цей процес слід доцільно продовжувати вже з можливостей використання Smart-технологій у сфері освітніх послуг, які надаються українськими та провідними ЗВО, що сприятиме формуванню фундаменту подальшого стійкого економічного розвитку Української держави.

Важливим напрямом в частині створення умов для економічного зростання країн є забезпечення всеосяжної і справедливої якісної освіти і заохочення можливості навчання протягом усього життя, а це може бути здійснено, як зазначають дослідники [2], якщо система вищої освіти розвиватиметься на інноваційних принципах та буде налагоджена взаємодія вищих навчальних закладів із підприємствами реального сектору для забезпечення їх інноваційно-технологічного розвитку. В інноваційному розвитку будь-якої країни вагома роль належить закладам вищої освіти, які за своєю основною функцією готують професіональних спеціалістів й беруть активну участь в розробленні інноваційних продуктів та технологій. Зазначається, що інновації, створювані в системі освіти, відносяться до носіїв інтелектуальної перспективи розвитку національної економіки, вони передають в суспільство нові знання і вміння, які ґрунтуються на прогресивних наукових ідеях і теоріях. У багатьох країнах світу університети перетворюються в «кузню» передових кадрів інноваційного прориву. Такий напрям розвитку вищої освіти запрограмований в проекті Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021-2031 роки [3], та є орієнтацією на досягнення Цілей сталого розвитку по забезпеченню всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх, формування додаткових загальноосвітніх і загальнокультурних вмінь у дорослого населення. Важливим аспектом проекту Стратегії є розвиток інноваційної екосистеми вищої освіти, що має відповідати стратегічним цілям інтеграції науки, освіти та бізнесу, а також забезпеченню якості вищої освіти. Важливим в інноваційних процесах у вищій школі є поширення практичних досліджень, які мають забезпечити міцну основу у формі загальної освіти, а також бути зосередженими на здобутті спеціальних знань та практичних навичок, необхідних для посади інженера або спеціаліста. Цьому процесу

сприятиме співпраця з роботодавцями при розробці освітніх програм та якісне стажування для студентів. Таким чином, при проведенні системних освітніх реформ виникає необхідність вдосконалення механізму інтеграції освіти, науки та бізнесу, вивчення зарубіжного досвіду цих процесів та адаптування його до національних особливостей.

#### *Література*

1. Сав'юк Л.О., Драчук Ю.З., Снітко Є.О. SMART-технології як пріоритетний напрямок сфери освітніх послуг в умовах глобалізації світової економіки. - Науково-виробничий журнал «Держава та регіони: серія Економіка та підприємництво». - 2019 р., №3 (108). - 276 с.- С. 61-66.- Класичний приватний університет, Запоріжжя.
2. Кожем'якіна С.М. Інноваційна діяльність вищих навчальних закладів країни: макроекономічна оцінка // Ефективна економіка № 6, 2016.
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22. 01. 2021 р. № 1/12-362 «Про затвердження проекту Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 роки», м. Київ.

### **Проектний підхід та моделювання інформаційних потоків у галузі економіки програмного забезпечення**

**Левицький С.І., Шляга О.В., Костерний Д.О.**  
*ПрАТ “ПВНЗ “Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій”*

У теперішній час інформаційні технології відіграють ключову роль у галузі економіки, а ефективність менеджменту підприємств безпосередньо залежить від наявності та рівня організації адекватних засобів інформаційної підтримки. Інформація, що дозволяє реалізовувати процеси управління, являє собою найважливіший вид ресурсів [1, 2, 4-6]. Підвищення ролі інформації та інформаційних технологій істотно впливає на еволюцію самої інформатики, яка за порівняно короткий час пройшла значний еволюційний шлях від теорії науково-технічної інформації та науково-інформаційної діяльності до фундаментальної міждисциплінарної науки про інформацію, інформаційні процеси, системи і технології.

Розвиток інформаційних технологій викликав необхідність управління інформаційними ресурсами підприємств і раціональної організації

інформаційних потоків, що привело до виділення проектних технологій інформаційного управління та економіки програмного забезпечення в окремі наукові і прикладні складові менеджменту. Звідси випливає необхідність розвитку наукових підходів у цій сфері, а, відтак, і актуальність проблеми моделювання інформаційних процесів і потоків в системах управління. Потік інформації можна визначити як сформований або організований рух повідомлень в мовній або документарній (паперовій та електронній) формах в певному напрямку (від загального джерела до загального одержувача) [6-8]. Система управління підприємства характеризується певними закономірностями циркулювання внутрішньосистемних інформаційних потоків та обміну інформацією з зовнішнім середовищем. Раціональне управління інформаційними потоками по всій інформаційній мережі на всіх ієрархічних рівнях і між ними є головною метою управління проектами та інформаційної логістики.

Але незважаючи на існування маси теоретичних і прикладних досліджень з інформаційних технологій управління, проблема модельного опису основних характеристик інформаційних взаємодій в організаційно-економічних системах залишається досить актуальною [3, 5]. У науковій літературі для опису і дослідження потоків інформації (склад, джерела та одержувачі інформації, інформаційні зв'язки і їх графічне відображення, правила формування документів, формалізація основних процедур та операцій аналізу структури інформаційних потоків) рекомендуються методи теорії графів, мережеві, матричні і транспортні моделі. Проте, напрямок, пов'язаний з визначенням кількісних параметрів, виявлення стохастичних і динамічних властивостей, регулюванням та оптимізацією інформаційних потоків, в інформаційному моделюванні до теперішнього часу практично відсутній.

Метою досліджень лабораторії інформаційно-технологічної підтримки діяльності ЗІЕІТ є розгляд актуальних проблем розвитку понятійного апарату і практичних додатків сучасної інформатики, ефективності інформаційних

взаємодій в організаційно-економічних системах у межах економіки програмного забезпечення.

Вище було показано, що постійно діючим фактором динаміки інформаційного розвитку є прискорення темпів появи нових ідей, нових засобів обчислювальної техніки і телекомунікацій. При цьому в системній взаємодії інтелектуальної і технічної складових інформаційних технологій на всіх етапах чітко простежується загальна закономірність технологічної еволюції - випереджувальний розвиток інтелектуальної основи, тобто економіки програмного забезпечення як нової самостійної галузі наукового знання. Її предметною областю є всі економічні аспекти управління інформаційними процесами і організації інформаційних потоків, а також проектування, розробки, налагодження, експлуатації, супроводу, засобів захисту і оцінки ефективності інформаційних технологій, що становлять основу сучасних інформаційних систем. Сучасна інформатика в цілях свого подальшого прогресу як фундаментальної міждисциплінарної науки про інформацію, інформаційні процеси, системах і технологіях зобов'язана забезпечувати вимоги строгості і міждисциплінарності своєї мови [7]. В перехідний до сучасного стану інформаційних технологій період сформувався базовий понятійний апарат і склалося розуміння основних етапів організації інформаційного забезпечення, сформульовані загальні принципи і підходи до побудови інформаційних систем, які вже можна вважати в деякому роді класичними. Незмірно зросли, особливо за останнє десятиліття, можливості інформаційно-технологічного та програмно-комп'ютерного забезпечення.

Проте, як в будь-якій досить молодій і швидкоплинній галузі, в інформатиці залишається досить широке поле для систематизації, структуризації, класифікації, уточнення і розвитку її основних методів, понять і символіки в економічному аспекті.

*Література*

1. Shliaha O.V. Trends and prospects of the development of the world market of information technologies // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Бізнес-аналітика: моделі, інструменти та технології» 3-5 березня 2021 / Shliaha O.V., Reznichenko Yu.S., Levytskyi S.I. Available at: <http://feba.nau.edu.ua/images/conf-ec-2021/2-18.pdf>
2. Левицький С.И. Информационные технологии и системы поддержки интеграции сложных экономических объектов / Вдовиченко О.О., Левицький С.И., Фрунзе І.О. // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції “Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем”. Харків, 3-12 квітня 2014 р. – Режим доступу: <http://mpsesm.org/index.php/mpsesm/mpsesm6/paper/view/82>
3. Стратегическое управление персоналом: Изд. 2-е, пер. и доп. / [Андриенко В.Н., Беликова Т.Ю., Голтвенко В.А. и др.] – Донецк: ООО “Юго-Восток, Лтд”, 2005. – С.16-26.
4. Руденська В. В. Моделі інформаційної підтримки процесів інтеграції у металургійній галузі // Часопис економічних реформ. – 2016. – № 4. – С. 34-40.
5. Вдовиченко Е.А. Информационная поддержка процессов интеграции сложных экономических систем // Нове в економічній кібернетиці: Зб. наук. ст. / під загал. ред. Ю.Г. Лисенко; Донецький нац. ун-т. / Методи, моделі та інформаційні технології підтримки прийняття рішень для складних економічних систем. – Донецьк: “Цифрова типографія”, 2014. – № 1. – С.24-46.
6. Михайлик Д.П. Інтеграція на рівні мезо- та мікроекономічних систем / Глобальна економіка: підручник. – Запоріжжя: ФОП Мокшанов В.В., 2017. – 612 с.
7. Моделі проектного управління складними економічними об'єктами [Текст] : автореф. дис. д-ра екон. наук : 08.00.11 / Левицький Станіслав Іванович ; Донец. нац. ун-т. – Донецьк, 2013. – 44 с.
8. Математичне моделювання в міжнародній економіці. Навчальний посібник / [Берсуцький Я.Г., Демєнтьєв В.В., Дзюба С.Г. та ін.]; Під ред. доц. Демєнтьєва В.В., проф. Берсуцького Я.Г. – Донецьк: ТОВ “Лебідь”, 2004. – 473 с.

## **Інформаційні технології у банківській системі України**

**Гаврікова А.В., Присягіна Д.Р.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Сучасні інформаційні технології посідають особливе місце у всіх сферах людської діяльності надаючи можливість прискорити процес обробки інформації або надання послуг. Це дозволяє використовувати кардинально нові критерії в роботі банківської системи роблячи акцент на конкурентоспроможності і прагненні клієнтів мобільно отримувати якісні банківські послуги.

Проблемам використання інформаційних технологій у банківській системі приділяють увагу сучасні науковці: О. Дзюблук, В. Кавецький, Г. Карчева, Л. Кльоба, Р. Лернатович, Г. Кравчук, Н. Побережна, В. Солодкий, Д. Фролова, Т. Шевчук та ін. [1-6] Особлива увага в їх дослідженнях надається банківським інноваційним інформаційним технологіям, які пов'язані із трансформацією наукових досліджень і розробок, інших науково-технологічних досягнень у нові чи покращенні банківські продукти та послуги, в оновлений чи вдосконалений банківський технологічний процес, що використовується у практичній

діяльності, чи новий підхід до реалізації продуктів і послуг, їх адаптацію до актуальних вимог клієнтів [1].

Традиційно інформаційні технології в банківському секторі поділяються на два блоки: технології управління банком та технології надання послуг клієнтам [5]. Водночас, головну роль в успішній роботі комерційних банків відіграє НБУ, а його організаційна структура включає Департамент інформаційних технологій до основних функцій якого відносять:

- розроблення та реалізація стратегії і політики НБУ в частині ефективного і цілеспрямованого розвитку інформаційної інфраструктури як основи для автоматизації процесів банківської діяльності;
- координація робіт щодо запровадження новітніх інформаційних технологій та побудови сучасної інформаційної інфраструктури в НБУ, необхідних для якісного і своєчасного виконання покладених на нього завдань;
- забезпечення функціонування системи електронних платежів НБУ, систем автоматизації інструментів монетарної політики, готівково-грошового обігу, системи електронної дистанційної ідентифікації фізичних осіб BankID НБУ, Кредитного реєстру Національного банку України, системи оброблення статистичної інформації тощо;
- розроблення інформаційного, програмного та організаційного забезпечення для обміну електронними документами, фінансово-економічною та статистичною інформацією між НБУ, державними установами, банками України та небанківськими фінансовими установами;
- забезпечення функціонування і розвиток серверної інфраструктури, систем віртуалізації, мережевої інфраструктури та інфраструктури систем збереження і оброблення даних Національного банку [7].



Тому, враховуючи особливості функції НБУ і банків, які належать до другого рівня банківської системи, слід визнати, що інформаційні технології складаються з трьох блоків, які представлені на рис. 1.

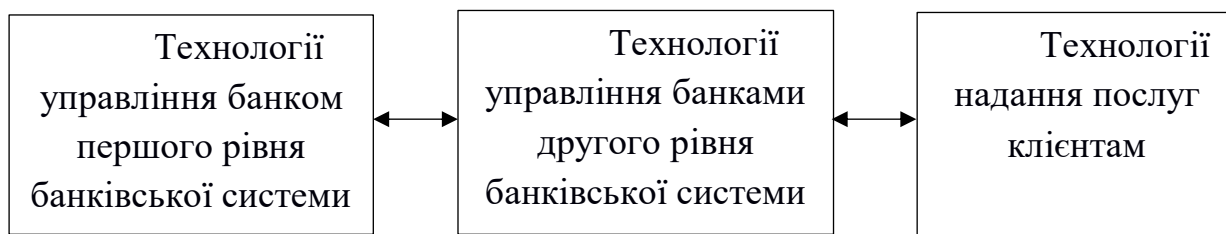


Рисунок 1 – Взаємозв’язок блоків інформаційних технологій в банківській системі

Сучасні банки орієнтуються на ряд критеріїв при виборі інформаційних банківських систем, до яких відносять: вартість банківської системи, можливість масштабування, використання власних ресурсів, захист інформації, надійність системи, можливість відновлення при збоях у роботі, наявність адаптаційних характеристик при зміні законодавства або структурних змінах банку, можливість роботи в мережі реального часу, наявність додаткових функціональних можливостей [8]. Проте, пандемія «COVID-19» прискорила використання інформаційних технологій в банківській сфері та завдяки введенню карантинних обмежень підвищила зацікавленість споживачів до їх основних видів: мобільний банкінг, який дозволяє здійснити більшість операцій із власними рахунками (зробити платежі або перекази коштів, визначити залишок по рахунку тощо); Інтернет-банкінг – це дистанційне банківське обслуговування клієнтів, які мають доступ в Інтернет, що не потребує установки клієнтської частини програмного забезпечення системи; «зона 24» – технологія, що дозволяє керувати своїми рахунками, одержувати консультацію фахівця, залишати замовлення на отримання послуги, здійснити запис на обслуговування у відділеннях банку тощо.

Тому, розвиток інформаційних технологій в банківській системі України дозволив адаптувати фінансово-економічні процеси до карантинних мір і не зупинити кредитування фізичних та юридичних осіб, що підтримало бізнес-активність. Однак, більшості банкам необхідно було за короткий час розширити

пропускну здатність власних digital-каналів і забезпечити надійність online-сервісів для клієнтів.

#### *Література*

1. Кльоба Л. Інноваційні інформаційні технології в банківському секторі України. *INFORMATION SOCIETY: REGIONAL DEVELOPMENT TRENDS* (ISRDT-2016), LVIV. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/36974/1/18\\_36-37.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/36974/1/18_36-37.pdf)
2. Дзюблюк О. Інноваційні вектори розвитку банківської системи. *Світ фінансів*. 2019. № 3(60). С. 8–25.
3. Карчева Г., Лернатович Р., Кавецький В. Використання технології "блокчейн" як фактор підвищення ефективності фінансової сфери. *Банківська справа*. 2017. № 2 (143). С. 110- 119.
4. Солодкий В. Пять новых способов получить деньги для бизнеса : [онлайн-факторинг]. *Банковский менеджмент*. 2017. № 3. С. 11–13.
5. Фролова Д.І., Побережна Н.М. Сучасні інформаційні технології у діяльності банків. *Сучасні технології в економіці, менеджменті та обліку – НТУ "ХПІ*. 2013. №5. С. 114–115.
6. Шевчук Т.В., Кравчук Г.Т. Стан і перспективи розвитку інформаційних технологій в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України. Серія Економічна*. 2018. т. 28. № 9. С. 114–118.
7. Департамент інформаційних технологій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/about/structure/department/information-technologies-department>
8. Інформаційні технології (банки). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ekis.udau.edu.ua/ua/novini/informacijni-tehnologii-banky.html>

### **Особливості виховної роботи в період дистанційного навчання**

**Гетьман І.А.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

**Держевецька М.А.**

*Донецький національний медичний університет*

Організація і реалізація виховної роботи куратора з використанням електронного навчання і дистанційних технологій стає актуальною в сучасній дійсності. Період карантинних обмежень, в якому ми перебуваємо вже другий рік, дав поштовх до вдосконалення дистанційних форм не тільки в освітньому, але і в виховному процесі. Всі ті основні напрямки виховного процесу - формування духовних і моральних цінностей, організація дозвілля, виховання почуття корпоративності і причетності до подій стали можливими з використанням інтернет-серверів [1]. Перехід до дистанційної форми виховної

роботи в цілому і проведення кураторських годин онлайн спричинили за собою вирішення низки завдань. В першу чергу - це необхідність створення безпечних умов проведення виховного процесу для збереження здоров'я студентів і викладачів. З іншого боку - це створення умов для самовираження, самовдосконалення і самоаналізу студентів, залучаючи їх до активної естетичної діяльності. З третього - це збереження якісного рівня підготовки і проведення заходів.

При цьому обмеження проведення традиційних масових заходів, очного спілкування, зустрічей привели до ряду труднощів при роботі в новому режимі для кураторів. Це і принципово нові підходи до проведення кураторських годин, відсутність чітко скоригованих планів виховної роботи, як у ВНЗ, так і на факультеті, обмеженість онлайн-ресурсів. І як найголовніше - відсутність «живого» контакту між учасниками освітнього процесу, що важливо, особливо для студентів першого курсу при їх адаптації до студентського середовища [2].

З іншого боку є і позитивні моменти проведення виховних заходів з використанням інноваційних методів в інтернет-просторі. Це те, що в онлайн-заході може взяти участь більша кількість студентів, при цьому можна використовувати не тільки час кураторської години, а й інший погоджений зі студентами. Студенти можуть брати участь і в голосуванні, і в обговоренні різних заходів, брати участь в тренінгах, форумах, онлайн-іграх, хакатонах, влаштовувати спільні перегляди фільмів, відвідувати віртуальні музеї та інше. Для багатьох із студентів онлайн-спілкування і онлайн-відвідування театрів та музеїв є зручною та природною формою, яка економить час і гроші. Така форма роботи дозволяє зберегти взаємодію між студентами однієї групи і створити умови для неформального спілкування. А це як показує практика необхідна умова для повноцінного розвитку, психологічного та емоційного здоров'я особистості.

У ситуації, що склалася, багато запланованих заходів довелося скасувати, деякі з них вдалося адаптувати під режим віддаленої роботи за рахунок застосування сучасних технологій. Довелося повністю відмовитися від

проведення культурно-масових заходів в звичному форматі: концертів, конкурсів, фестивалів. Проте були організовані флеш-моби, інтернет-конференції, круглі столи. На спілкування студентів і викладачів в блогах, чатах, форумах за допомогою програмних продуктів (Zoom, Google Meet) стало приділятися більше часу.

Таким чином, можна зробити висновок, що організація і реалізація виховної роботи в дистанційному режимі здатна збагатити виховний процес. При правильно організованій роботі куратора виховний процес стає більш насиченим, розширюється діапазон самостійної діяльності студентів. Тому головне завдання професорсько-викладацького складу та адміністрації ВНЗ організувати виховний процес так, щоб нові можливості давали максимально якісний ефект [3].

#### *Література:*

1 Гетьман І.А. Місце і роль куратора в навчально-виховному процесі вищого технічного навчального закладу: Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vchu](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vchu)

2 Гетьман, І.А., Мадатян, І.М. Проект автоматизованого робочого місця куратора студентської групи навчального закладу // 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. 235-237. ISBN 978-966-379-869-1 Режим доступу: <http://dspace.dgma.donetsk.ua:8080/jspui/handle/DSEA/408>

3 Гетьман И.А. Организация самостоятельной работы студентов при дистанционном образовании в процессе подготовки высококвалифицированных специалистов // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития *Engineering education: challenges and developments* : материалы VIII Междунар. науч.-метод. конф. (Минск, 17–18 ноября 2016 года). В 2 ч. Ч. 1 / редкол. : Е. Н. Живицкая [и др.]. – Минск : БГУИР, 2016. – 326 с. ISBN 978-985-543-276-1 (ч. 1)– С. 95. Режим доступу: [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_109269.pdf#page=95](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_109269.pdf#page=95)

## **Автоматизація оцінки релевантності наукових публікацій в процесі інформаційного пошуку**

**Карпов О. С., Тарасов О. Ф.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Наукова діяльність, це отримання нових знань і технологій, які в свою чергу покращують якість життя людей. Ця діяльність неможлива без аналізу наукової літератури в потрібній області. З кожним роком кількість інформації збільшується і для орієнтування в такому обсязі інформації потрібно мати засіб, який би швидко відсіював непотрібну інформацію. Саме для цього існує такий термін, як релевантність тексту [1]. Релевантність можна визначити різними способами, тому дослідження методів оцінки релевантності є актуальними в сфері інформаційного пошуку, бо аналіз цієї області дозволить швидко оцінювати вибрану інформацію.

Для дослідження було обрано два методи статичного аналізу. Метод TF-IDF розраховує важливість ключового слова щодо колекції документів. Він складається із двох частин: TF (term frequency - частота слова) - відношення числа входжень деякого слова до загальної кількості слів документа і IDF (inverse document frequency - зворотна частота документа) - інверсія частоти, з якою деяке слово зустрічається в колекції документів [2].

Метод пошуку релевантності на основі вагів по парам слів розраховує відстані між однаковими ключовими словами в тексті [3]. Кількісна оцінка вимірної відстані між словами в тексті показує ступінь семантичної і тематичної близькості відносин між смисловими елементами тексту. Ці два методи оцінки релевантності, а також комбінований з них було обрано для дослідження їх ефективності. Для аналізу текстів було виділено ключові слова: «пошук», «релевантність», «ключовий». За даними ключовими словами було знайдено двадцять наукових публікацій у вільній пошуковій системі Google Scholar.

Проведено дослідження, за яким було визначено, що комбінований метод оцінки релевантності має точність з оцінкою 0,86 при зниженні пошукового шуму до 0,14, а метод оцінки релевантності на основі вагів пар слів має повноту

пошуку з оцінкою 0,82 із втратою інформації лише 0,18. Із цього можна визначити, що для задач, які потребують більш точного результату пошуку можна використовувати комбінований метод оцінки релевантності, а для більш повного пошуку - метод оцінки релевантності на основі вагів пар слів.

#### *Література*

1. Gunawan, D., Sembiring, C. A., and Budiman, M. A., *The Implementation of Cosine Similarity to Calculate Text Relevance between Two Documents*, in *Journal of Physics Conference Series*, 2018, vol. 978, no. 1. DOI:10.1088/1742-6596/978/1/012120.

2. Qaiser, Shahzad and R. Ali. *Text Mining: Use of TF-IDF to Examine the Relevance of Words to Documents*. *International Journal of Computer Applications* 181 (2018): pp. 25-29. DOI:10.5120/ijca2018917395

3. Hawking David, Thistlewaite Paul, *Relevance weighting using distance between term occurrences*, ANU Research Publications, 1996, - 20 p., <http://hdl.handle.net/1885/40762>

### **Автоматизація визначення ефективності способів подачі та розміщення контенту на інтернет ресурсах учбового призначення**

**Гладченко Д. О., Тарасов О. Ф.**

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Інтернет вважають однією з найбільш корисних технологій сучасності. Інформація з інтернет допомагає не тільки у повсякденному житті, але й в освітніх цілях. З початку двадцять першого століття інтернет додатки широко використовується для збору інформації під час навчальної діяльності.

Розширення використання інтернет додатків учбового призначення вимагає постійного підвищення їх якості, викликає необхідність розширення їх функціоналу. При цьому дослідження закономірностей між особливостями способів представлення та розміщення інформації на сторінках та результатами засвоєння нового матеріалу дозволить сформулювати основні правила розташування інформації на сторінці сайту. Використання критеріїв оцінювання якості розміщення інформації є основою для покращення умов роботи користувача.

Складовою частиною інтернет додатку є сторінка. Сторінки сайтів мережі інтернет є окремим екраном реалізації, який складається з елементів контенту,

навігації, зворотного зв'язку і т.п. [1]. Основними складовими контенту сторінок учбового інтернет ресурсу є текстова та графічна інформація [2]. Для оцінки ефективності способів подання та розміщення інформації вибрані методи опитування та тестування користувачів. За допомогою опитувань користувачів досліджено різні структури розміщення змістовної інформації на сторінках, вплив використання різних розмірів шрифту, різної кількості шрифтів при форматуванні однієї статті, способів розміщення зображень на ефективність роботи користувачів.

За допомогою тестування користувачів отримано результати використання різних кольорів та жирності букв для виділення тексту. Досліджено також вплив використання різних розмірів шрифту на ефективність роботи користувачів.

На основі результатів тестувань та опитувань було обрано найбільш ефективні способи подання та розміщення контенту з точки зору ефективності роботи користувача на учбових інтернет ресурсах, а саме: розміщення основної інформації в одну колонку, розмір основного тексту 1.2 vw, використання одного шрифту для основної інформації. Ключову інформацію найбільш ефективно виділяти кольором, розміщувати зображення за схемою F.

#### *Література*

1. Ромашев В. Система управления содержимым сайта: Питер, 2010. 256 с. — ISBN 978-5-49807-241-8
2. Киссейн Э. Основы контентной стратегии: Манн, Иванов и Фербер, 2012. 128 с. — ISBN 978-5-91657-387-9

*Наукове видання*

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

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

**23-24 квітня 2021 року**

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

Технічне редагування, комп'ютерне верстання

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