

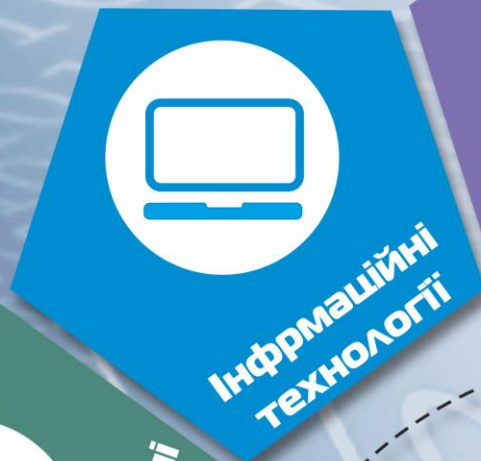
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**ТЕЗИ**

**XVI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ І КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОСВІТІ»  
14-15 грудня 2022**

**ABSTRACTS**

**of the XVI-th International Conference «MODERN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ON A TRANSPORT, IN INDUSTRY AND EDUCATION»  
14-15, December, 2022**



**Дніпро  
2022**

**success**

**Міністерство освіти і науки України**  
**Міністерство інфраструктури України**  
**Український державний університет науки та технологій**  
**Східний науковий центр транспортної академії наук**



**ПКТБ**  
**ІТ**



**TEMPUS: CITISET & SEREIN & CRENG**

**ТЕЗИ**

**XVI Міжнародної науково-практичної конференції**  
**«СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ**  
**ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ, В ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ОСВІТІ»**

**ABSTRACTS**  
**of the XVI International Conference**  
**«MODERN INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**  
**ON A TRANSPORT, IN INDUSTRY AND EDUCATION»**

**14.12.2022 – 15.12.2022**

**Дніпро**  
**2022**

**УДК 658.512.2:681.3.06**

Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XVI Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 14-15 грудня 2022 р.). – Д.: ДПТ, 2022. – 158 с.

У збірнику представлені тези доповідей XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті», яка відбулася 14-15 грудня 2022 року в Українському державному університеті науки та технологій в онлайн форматі. Розглянуто результати теоретичних і експериментальних досліджень, а також проблемні питання функціонування та перспективи розвитку інформаційних технологій транспорту, промисловості й освіти. Збірник призначений для науково-технічних працівників залізниць, підприємств транспорту, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів і студентів.

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

д.т.н., професор Скалозуб В.В.  
д.т.н., професор Шинкаренко В.І.  
Демидович І.М.

Адреса редакційної колегії:  
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ДНУЗТ

Тези доповідей друкуються мовою оригіналу в редакції авторів.

## НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### ГОЛОВА:

**Пшінько О. М.** д.т.н., професор, в.о. ректора Українського державного університету науки та технологій (УДУНТ)

### ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВИ:

**Радкевич А.В.** д.т.н., проф., перший проректор УДУНТ

**Скалозуб В.В.** д.т.н., проф., кафедри КІТ, Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту (ДІТ)

### ЧЛЕНИ КОМІТЕТУ:

**Алексєєв М. О.** д.т.н., проф., зав. кафедри Програмного забезпечення комп'ютерних систем, Дніпровська політехніка, м. Дніпро

**Аль-Хаджі Г.** проф. факультету Науки і технології, Лінчепінзький університет, Швеція

**Баскар А.** проф. факультету Інженерії і навколишнього середовища, Саутгемптонський університет, Англія.

**Вайчюнас Г.** д.т.н., проф., Вільнюський технічний ун-т ім. Гедимінаса, Литва

**Гаврилюк В. І.** д.ф.-м.н., проф., зав. каф. АТ, ДІТ, м. Дніпро

**Громов Г.** д.т.н., проф., зав. каф. Транспортні технології та логістики, Інститут транспорту та телекомунікацій, Латвія.

**Жуковицький І. В.** д.т.н., проф., зав. Каф. ЕОМ, ДІТ, м. Дніпро

**Зеленцов Д. Г.** д.т.н., проф., зав. каф. Спеціалізованих компютерних систем УДХТУ., м. Дніпро

**Зіненко О. Л.** к.т.н., провідний інженер ГІОЦ АТ «Укрзалізниця», м. Київ

**Кісельова О. М.** член-кореспондент НАН України, доктор ф.-м. н., заслужений діяч науки і техніки України, професор., декан факультета Прикладної математики ДНУ, м. Дніпро

**Кузнєцов В. Г.** д.т.н., проф., Інститут залізничного транспорту, Польща

**Лахно В. А.** д.т.н., проф., зав. каф. Комп'ютерні системи та мережі, НУБіП, м.Київ

**Нікітченко М. С.** д.ф.-м.н., проф., зав. каф. Теорія та технології програмування КНУ ім. Т. Шевченка, м. Київ

**Марков К.** д.т.н., проф., Інститут інформаційних теорій та їх впроваджень, Болгарія

**Приходько С. І.** д.т.н., проф., зав. каф. Транспортний зв'язок, УкрДУЗТ

**Сладковський А. В.** д.т.н., проф., проф., зав. каф. «Логістика та транспортні технології», Силезький університет технологій, Польща

**Чухрай А. Г.** д.т.н., проф., зав. каф. Математичне моделювання та штучний інтелект, Національний аерокосмічний університет «Харківський Авіаційний Інститут», м. Харків

**Шинкаренко В. І.** д.т.н., проф., кафедри КІТ, ДІТ, м. Дніпро

## ЗМІСТ

### **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ТРАНСПОРТУ ..... 16**

Вплив ожеледиці на роботу рейкових кіл .....	17
Буряк С. Ю., Гололобова О. О., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Застосування клітинних автоматів для моделювання процесів фільтрації .....	18
Гавриш Я.А., Шаповал І.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Моделювання процесу управління слабокерованими системами .....	19
Гасанов З. М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Удосконалення електронних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації.....	20
Гончаров К. В., Гірник А. В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Оптимізація ходи двоногого робота з активними та пасивними приводами керування.....	21
Демидюк М.В., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львівський національний університет ім. Івана Франка, Україна	
Гірковий програмно-заїдаючий пристрій.....	22
Жуковицький І.В., Косолапов А.А., Єгоров О.Й., Дзюба В.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Дослідження керованості квадрокоптера як механічної системи з малою приводністю .....	23
Жукевич А.Б., Саприкін М.М., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна	
Удосконалення системи електроживлення пристроїв залізничної автоматики.....	24
Зуб І. Д., Сальник А. В., Гололобов Є. С., Каіра А. Є., Дубовик А.П., Сердюк Т. М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Способи прокладання оптоволоконних ліній на залізницях.....	25
Костенко К., Сердюк Т., Український державний університет науки та технологій, Україна	
Аспекти розвитку комп'ютерних систем управління рухом поїздів .....	26
Лагута В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Взаємозв'язок мікропроцесорних систем керування і безпеки руху поїздів .....	27
Лагута В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Особливості реалізації в ПЛІС процесора обробки комплексних чисел і стенду для його тестування.....	28
Лазоренко Д. В., Шаповалов В. О., Український державний університет науки і технологій, Україна	

Модель електромагнітного впливу тягового струму на приймачах тональних рейкових кіл .....	29
Нудьга А. В., Гаврилюк В. І., Український державний університет науки та технологій, Україна	
Модульний комплекс збору даних з обробкою на мікроконтролері та графічним виводом.....	30
Панахов Д. П., Ткач М. О., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Моделювання роботи контролерів мікропроцесорного комплекту Intel 82xx.....	31
Профатилів В.І., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Особливості математичного моделювання складних динамічних систем .....	32
П'янило Я.Д., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Україна	
Програмування промислових контролерів на Arduino в ролі сервоприводу з підтримкою Modbus RTU.....	33
Саліч М. В., Ткач М. О., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Універсальна комбінована процедура прийняття управлінських рішень.....	34
Самойлов С.П., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Електрифікація і електромагнітна сумісність систем тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики та зв'язку .....	35
Серченко М. С., Сердюк К.М., Денисенко Ю.Д., Сердюк Т. М., Скалько В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна Ботнаревская Р.В., Університет Твенте, Нідерланди	
Використання нейро-нечіткої моделі для виявлення спотворень сигнального струму в тональних рейкових колах .....	36
Радзіховський К. С., Гаврилюк В. І., Український державний університет науки та технологій, Україна	
Дослідження мережевих фільтрів низьких частот .....	37
Сердюк Т., Сердюк К., Перельотов А., Куліков Д., Дудрич В., Український державний університет науки та технологій, Україна Родіка Ботнаревская, Український державний університет науки та технологій, Україна, MSCA ITN EJD ETUT, Горизонт 2020, Університет Твенте, Нідерланди	
Електромагнітний вплив гармонійних складових зворотного тягового струму на роботу перегінних і станційних рейкових кіл .....	38
Сердюк Т., Сердюк К., Скалько В., Манжелевський М., Токарев А., Український державний університет науки та технологій, Україна Хафте Хаелом Адхена, MSCA ITN EJD ETUT, Горизонт 2020, Університет Нотінгема, Велика Британія	
Дослідження роботи електроприводів залізничної автоматики .....	39
Сердюк Т., Скалько В., Бешлюєв В., Сакович Б., Четвертак В., Поліновська А., Український державний університет науки та технологій, Україна	
Дослідження розподілу гармонік тягового струму по довжині фідерної зони .....	40
Сердюк Т., Скалько В., Щербатюк О., Усач І., Прокопюк В., Український державний університет науки та технологій, Україна Хафте Хаелом Адхена, MSCA ITN EJD ETUT, Горизонт 2020, Університет Нотінгема, Велика Британія	

Знаходження невизначених параметрів для неповної поточної інформації при розв'язанні задач комбінаторної оптимізації .....	41
Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна	
Комп'ютерна система діагностування електричної централізації.....	42
Тимошенко Л.С., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Алгоритм управління устаткуванням складу сипучих матеріалів заводу залізобетонних виробів .....	43
Ткачов В. С. , Ужеловський А. В., Ужеловський В. О., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Нечітка система подолання перешкод для безпілотного літального апарату .....	44
Толкунова Ю.М., Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна	
Інтелектуальні процедури процесів розформування - формування багато групових залізничних составів .....	45
Третяк М. О., Горячкін В. М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Розробка параметричної моделі для створення макету швидкозведеної будівлі з використанням 3Д-принтера та дослідження її вартості .....	46
Узлова М.Ю., Журба А.О., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Ефективна реалізація методики агрегованого оцінювання автотранспортної системи великого міста .....	47
Яджак М. С., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна	
Інтелектуальна сенсорна мережа для моніторингу технологічних параметрів експериментального мотовоза МТ-1 .....	48
Яремик Р.Я., Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна	
Дослідження імітаційної моделі роботи складального промислового цеху.....	49
Яшина К.В., Лимар Н.М., Белий О.Є., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Methods for calculating the impedance of rails.....	50
Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies	
Study of the distribution of traction current harmonics in rails.....	51
Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies	
Analytical review of reversible traction substations.....	52
Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies	

Prospects for the use of renewable energy sources for backup power supply of crossing signaling devices.....	53
Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies	
Automated system for monitoring air quality in railway accident sites .....	54
Shalabayeva M., Ph.D student, Kazakh University Transportation Communications, Almaty, Kazakhstan	
Mazin Al Hadidi, Associate Professor, Ph.D, Computer Engineering, Dep.of Computer Engineering, Engineering Faculty, Al, Jordan	
European Training network in collaboration with Ukraine for electrical Transport.....	55
Tetiana Serdiuk, Head of MSCA ITN EJD ETUT, Horizon 2020, EU, Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine Volodymyr Havryliuk, Supervisor of MSCA ITN EJD ETUT, Horizon 2020, EU, Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine	
Some promising areas of application of the Industrial Internet of Things for enterprises .....	56
Tymashov O., Samoylov S., V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Ukraine Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine	
Шляхи підвищення ефективності здійснення міжнародних залізничних перевезень в умовах воєнного стану.....	58
Гера Б.В., Германюк Ю.М., Федунь Т.І, Львівський інститут УДУНТ, Україна	
Напрямки вдосконалення технологічних процесів експлуатаційної діяльності залізниці.....	60
Кириченко А. І., Антонів О. С., Державний університет інфраструктури та технологій, Україна	
Проблеми реформування залізничного транспорту України – шлях до Європейської інтеграції .....	62
Скалозуб В.В., Цейтлін С.Ю., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Щуклін Ю.М., АТ «Укрзалізниця», Україна	
Удосконалення логістичного контролю у процесі міжнародних перевезень.....	66
Oleksei Satsuta, «ui42.s.r.o», Slovakia	
Якунін А.О., Корпорація «Промтелеком», Україна	

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ..... 68**

Комп'ютерне моделювання при аварії з аміаком на мості.....	69
Амеліна Л.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Застосування сучасних інформаційних систем на транспорті.....	70
Бех Я.П., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Конструктивно-продукційне моделювання фрактальних складових часових рядів .....	71
Жадан А. А., Шинкаренко В.І. Український державний університет науки та технологій, Україна	



Розробка програмного модулю для дослідження фрактальних характеристик супутникових зображень.....	72
Журба А. О., Кривонос В.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Розробка програмного модуля для побудови фрактальних кривих та дослідження їх показників Херста.....	73
Журба А.О., Чеклієва Ю.І., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Створення автоматизованої системи наукових досліджень при моделюванні процесів під час позапічної обробки сталі .....	74
Загурський О.О., Шипков В.О., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Розробка спеціалізованої комп'ютерної системи для автоматизованого підбору кольору матеріалів при реставрації зубного ряду .....	75
Кирпа А.О., Хорошилов С.В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Кластеризація фрактальних реалізацій на основі машинного навчання.....	76
Кіріченко Л.О., Мельникова П. О., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна	
Експериментальне дослідження часу відгуку програмного забезпечення, побудованого на REST API та gRPC підходах .....	77
Коваленко М.О., Шевченко І.В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна	
Створення комп'ютерного симулятора для дослідження генетичних алгоритмів з використанням веб-технологій.....	78
Конащук О.В., Хорошилов С.В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Обчислювальна ефективність методів розв'язування мультимодальних задач.....	79
Косолап А. І., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Оптимізація в задачах розпізнавання тексту .....	80
Косолап А. І., Андросюк Р. В. Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Оптимізація в розподілу потоків даних в комп'ютерних мережах .....	81
Косолап А. І., Бабій Р. С., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Оптимізація в гетерогенних комп'ютерних мережах .....	82
Косолап А.І., Роменський А. О., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Алгоритм керування транспортним рухом на регульованих перехрестях .....	83
Костюк М.С., Горячкін В.М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Розробка системи обмеження доступу в приміщення з системою розпізнавання обличчя .....	84
Круть Я. І., Хорошилов С. В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	

Оцінка ефективності асинхронних обчислень за допомогою coroutines .....	85
Кузнецов І.І., Жульковський О.О., Жульковська І.І., Вохмянін Г.Я., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Прогнозування результатів командних змагань модифікованим методом аналізу ієрархій .....	86
Кумпан С.В., Шинкаренко В.І. Український державний університет науки і технологій, Україна	
Розробка та дослідження спеціалізованої комп'ютерної системи на базі масиву графічних процесорів .....	87
Лісевич Є. В., Хорошилов С. В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Проектування інформаційного забезпечення для вирішення задач біомеханіки з вибором матеріалів .....	88
Маршак О.І., Бондар О.В., Герасименко К.Б., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна	
Методи розрахунку спектра частот власних коливань пластин. ....	89
Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А., Попик М.А., Дніпровський державний університет науки і технологій, Україна	
Сучасні економіко-інформаційні технології управління логістичними ланцюгами у сучасних умовах .....	90
Міщенко М.І., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Аналіз сучасного програмного забезпечення для моделювання ДТП .....	91
Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Український державний університет науки і технологій, Україна Ляшук А. В., Університет митної справи та фінансів, Україна	
Розробка спеціалізованої системи аналізу повідомлень у соціальній мережі twitter для визначення настроїв користувачів .....	92
Нагайленко О.І., Хорошилов С.В., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Дослідження методів та архітектур машинного навчання для класифікації емоційного тону повідомлень користувачів соціальної мережі .....	93
Островська К.Ю., Олійниченко Д.Ю., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Визначення технічного стану тягового електродвигуна з використанням методів машинного навчання .....	94
Очкасов О.Б., Боднар Е.Б., Український державний університет науки і технологій, Україна Очкасов М.О Київський національний університет ім. Т.Шевченка, Україна	
Побудова моделі деревних рослин на основі теорії фракталів у режимі реального часу.....	95
Панасенко Є. С., Білозьоров В. Є., Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна	

Дослідження ресурсомісткості алгоритмів створення фрактальних зображень у браузері.....	96
Пасинко Р.В., Гуда А.І., Український державний університет науки та технологій, Україна	
Створення програми визначення параметрів бездротової локальної мережі з використанням мурашиного алгоритму.....	97
Пахомова В. М., Салогуб М. В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Аналіз програмних засобів удосконалення методів відео спостереження з БПА.....	98
Поліщук І. А., Шинкаренко В. І., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Медичний мобільний додаток “Hospital Health”.....	99
Помазан О. В. Український державний хіміко-технологічний університет, Україна	
Ідентифікація ботів онлайн-соціальних мереж за допомогою класифікаційного моделювання.....	100
Попов Є. Ю., Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна	
Динамічні аспекти процесу прийняття суб'єктивних швидких рішень.....	101
Прокопчук Ю.О., Інститут технічної механіки НАНУ, Україна Носов П.С., Херсонська державна морська академія, Україна	
Самоподібність та рекурсія в людському / машинному пізнанні.....	102
Прокопчук Ю.О., Пономарьова О.А., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна Носова Г.В., «Херсонський політехнічний фаховий коледж» Національного університету «Одеська політехніка», Україна	
Класифікація фрактальних реалізацій методами машинного навчання на основі побудови графів видимості.....	103
Рижанов В.С., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна	
Дослідження наслідків використання патернів при розробці клієнт-серверної взаємодії web-застосунку.....	104
Сатокіна С. В., Горбова О.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Розвиток і дослідження методів моделювання та прогнозування часових послідовностей з нерівномірним кроком і нечіткими параметрами спостережень.....	105
Скалозуб В.В., Медич С.О., Старина А.К., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Моделювання та дослідження інтелектуальних процедур і програмних засобів оптимізації потоків замовлень сервісних систем.....	106
Скалозуб В.В., Терлецький І.О., Терленко А.П., Український державний університет науки і технологій, Україна Скалозуб М. PayPal, Швеція	
Моделі та процедури багатокритеріального впорядкування мульти-послідовностей замовлень для вантажних автотранспортних перевезень.....	107
Скалозуб В.В., Сапожников Н.М., Український державний університет науки і технологій, Україна	

Аналіз напрямків розвитку систем військового радіозв'язку .....	108
Скалько В.В., Панченко Є.О., Український державний університету науки і технологій, Україна	
Розроблення алгоритму масштабування растрових зображень за допомогою сплайнів .....	109
Товстоп'ят М.В., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Аналіз графічних інтерфейсів за допомогою трекінга очей.....	110
Фролов І.В., Горбова О.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Дослідження часових характеристик в системах реального часу .....	111
Чокан К. Ю., Горячкін В.М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Методи перед обробки даних для алгоритмів сортування .....	112
Шинкаренко В. І., Макаров О. В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Підвищення пропускної спроможності сервера на основі дослідження паралельних алгоритмів обробки великих масивів сейсмологічних даних.....	113
Ющенко В.В., Жульковський О.О., Жульковська І.І., Дніпровський державний технічний університет, Україна	
Statistical Analysis of Medical Data About Women's Health: Case Study.....	114
Alexey Dubinsky, Dnipro State Medical University, Ukraine, University of Seville, Spain Aurea Simon-Soro, University of Seville, Spain	
Ontologies in the transportation context.....	115
Larysa Zhuchyi, Ukrainian State University of Science and Technologies, railML.org, Germany	
Using code refactoring to optimize and improve cross-platform applications maintain.....	116
Horiachkin V. M., Syrota O. A., Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine	
Дослідження методів сегментації зображень земної поверхні високого просторового розрізнення.....	117
Гнатушенко Вік.В., Китова К.В., Калинина Н.Ю., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Інтелектуальна комп'ютерна підтримка надбання вмінь побудови частотних характеристик.....	119
Двінських Д.Г., Чухрай А.Г., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна	
Екосистема React та майбутнє фреймворків.....	121
Трипутін В. С., Український державний університет науки та технологій, Україна	

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ СФЕРИ ОСВІТИ ..... 123**

Інформаційні технології в управлінні економічною ефективністю інфраструктурних проектів.....	124
Башмаков М., Український державний університет науки і технологій, Україна	

Особливості викладання Maple в дистанційному навчанні .....	125
Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Актуальні задачі розробки адаптивної технології навчання SQL .....	126
Євдокимов О. О., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Україна	
Приклади застосування концепції «Радикал» у штучному інтелекті.....	127
Загній А. С., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Перспективи Розвитку Smart Cities в Україні.....	128
Криловецька Д.О., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Інтелект навколишнього середовища у сучасному світі .....	129
Криловецька Л.О., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Глибоке діагностування помилок студентів при комп'ютерному навчанні .....	130
Кулік А.С., Чухрай А.Г., Національний аерокосмічний університет ім.М.Є.Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна	
Аналіз та розробка варіантів розробки електронного документообігу для оптимізації навчального процесу в університеті.....	131
Кулик В.А., Мельник І.М, Сороколадов Є.О. Український державний університет науки і технологій, Україна	
Діджиталізація сфери вищої освіти США.....	132
Кулешов С.О., Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна	
Формування системи для підвищення мотивації для студентів .....	133
Нуштаєв М. Ю. Український державний університет науки і технологій, Україна	
Методи застосування штучного інтелекту в освіті на засадах парадигми граничних узагальнень.....	134
Рустамова А.Ю., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Потенціал використання Telegram у дистанційному навчанні .....	135
Савченко С.В., Прокоф'єва К.А., Решетілова О.М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Специфіка “Образу майбутнього” у штучному інтелекті на засадах парадигми граничних узагальнень.....	136
Чорна В.В., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна	
Використання технологій цифрового навчання .....	137
Шаповал І.В., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Сучасне програмне забезпечення для практичного вдосконалення студентів під час вивчення ПБДР.....	138
Сідак Ю., Харківський державний автомобільно-дорожній коледж, Україна	

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА ..... 140**

- Побудова ефективної інфраструктури сервісів Amazon для застосування методів машинного навчання .....141  
Башкатов Є.О., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Розробка модулю системи компютерного зору розпізнавання обличчя.....142  
Гнатушенко Вік.В., Голубєв Р.О., Сінгер А.В., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Дослідження та розробка засобів демонстрації стеганографії та стегоаналізу .....143  
Дверіс О.Е., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Виявлення вразливостей безпеки під час перегляду коду .....144  
Жеваго О.О., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Аналіз видів парольних систем для зменшення ризиків безпеки даних у державному мобільному застосунку «Дія» .....145  
Зміївський В.С., Шевченко І.В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна
- Дослідження можливостей використання біометрії обличчя в системі обліку робочого часу .....146  
Кабицький О.М., Остапець Д. О., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Покращення захисту інформації в системах автоматичної локомотивної сигналізації за рахунок використання технології блокчейн.....147  
Маловічко В.В., Маловічко Н.В., Рибалка Р.В., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Підвищення надійності роботи систем електричної централізації на релейній елементній базі шляхом удосконалення методів пошуку відмов в постовій частині ....148  
Маловічко В.В., Маловічко Н.В., Рибалка Р.В., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Комплекс генерації випадкових чисел на базі мікроконтролерів.....149  
Маслак А. В., Остапець Д. О., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Генерація випадкових чисел на базі мобільних пристроїв.....150  
Опрятний А. О., Остапець Д. О., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Проектування та розробка програмно-апаратного комплексу охоронної системи .....151  
Остапець Я. Д., Дзюба В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Створення RBF мережі для визначення мережевих атак категорії U2R.....152  
Пахомова В. М., Кулик В. А., Український державний університет науки і технологій, Україна
- Використання механізмів штучного інтелекту для аутентифікації вантажних залізничних вагонів .....153  
Пашук В.В., Дніпровський інститут інфраструктури та транспорту Українського державного університету науки і технологій, Україна

Можливості використання експертних систем при створенні елементів систем захисту інформації.....	154
Сухомлин О. О., Остапець Д. О., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Дослідження та розробка засобів вивчення решіткового кодування .....	155
Устенко А.Б., Нікітін В.М., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Біометрична ідентифікація та аутентифікація за клавіатурним почерком .....	156
Ярьоменко Д. О., Остапець Д. О., Український державний університет науки і технологій, Україна	
Creation of neurofuzzy network for detection of Probe category attacks .....	157
Pakhomova V. M., Maslak A. V., Ukrainian State University of Science and Technology, Ukraine	
Creation of RBF software model for detection of DoS attacks .....	158
Pakhomova V. M., Motylenko V. A., Ukrainian State University of Science and Technology, Ukraine	

# ВІТАЄМО

учасників XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті».

З кожним роком розширюється географія доповідачів та учасників конференції. На XVI конференції маємо представників 10 провідних закладів вищої освіти Придніпров'я та інших регіонів України: Києва, Харкова, Херсона, Львову, Запоріжжя. А також представників з багатьох інших країн. Зокрема, з Казахстану, Йорданії, Швеції, Німеччини, Словаччини, Великої Британії, Нідерландів, Іспанії.

Серед доповідачів і учасників багато відомих вчених, молодих аспірантів та магістрантів, які тільки починають свій шлях у науці, роблять перші спроби наукових досліджень.

Конференція зацікавила не лише науковців, а й практиків відомих комп'ютерних компаній. Ними представлено понад 10 доповідей.

Висловлюємо впевненість, що робота конференції буде корисною для всіх її учасників. Живе обговорення доповідей дасть поштовх для нових досліджень та ідей, сприятиме поліпшенню якості досліджень, розширить коло творчих і особистих зв'язків.

Бажаємо всім натхнення і успіхів!

Оргкомітет конференції

# WELCOME

the participants of the XVI International scientific-practical conference "Modern Information and communication technologies in transport, industry and education".

Every year the geography of speakers and conference participants expands. At the XVI Conference we have representatives from 10 leading institutions of higher education in Dnipro and other regions of Ukraine: Kyiv, Kharkiv, Kherson, Lviv, Zaporizhzhia. And also we have foreign participants. In particular, Kazakhstan, Jordan, Sweden, Germany, Slovakia, Great Britain, the Netherlands, Spain.

Among the speakers and participants, there are a lot of well-known scientists, young graduate students, and master's students, who are just beginning their journey in science and making their first attempts at scientific researches.

The conference is interesting not only for scientists but also for practitioner programmers of well-known computer companies. More than 10 reports were represented by them.

We are sure that the work of the conference will be beneficial for all its participants. A lively debate will give impetus to new research and ideas and will help to improve the quality of researches, expand the range of creative and personal relationships.

We wish you all the inspiration and success!

Conference Organizing Committee



**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ  
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ  
ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ТРАНСПОРТУ**

## Вплив ожеледиці на роботу рейкових кіл

Буряк С. Ю., Гололобова О. О.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Питання боротьби з ожеледицею на даний час є проблемою багатьох країн світу, які знаходяться у дії зони підвищеної вологості з температурними коливаннями здатними знижуватися нижче 0 °С. Окрім України та інших країн з цією проблемою стикаються і найбільш розвинуті країни світу такі, як Японія та Канада.

На ділянках з електротягою змінного струму значний вплив гармонік на роботу рейкових кіл виникає під час ожеледиці на контактній мережі. Сукупність певних метеорологічних чинників, таких як вологість і температура повітря, швидкість вітру та ін., призводять до формування відкладень ожеледиці різних видів на проводах контактної мережі електрифікованих залізничних ліній. Відкладення різної форми призводять до різних наслідків. Наприклад, під час тривалих перерв між поїздами можуть відкладатися великі накопичення льоду на контактному проводі. Через обтяження на дроти створюються додаткові механічні навантаження, що викликають їх обрив, до того ж погіршується якість струмознімання, що супроводжується відривами струмоприймача від контактного дроту. Внаслідок цього з'являються дугові розряди зі значними струмами, які зумовлюють можливість перепалу дроту та пошкодження струмоприймачів.

Під час зледеніння проводів постійно порушується контакт між струмоприймачем електровоза та контактним проводом. Система електровоз-підстанція працює в режимі постійного перехідного процесу і, отже, в рейкових колах виникає аперіодична стала складова, яка з'являється через стрибки струму намагнічування в електровозних трансформаторах підстанції. Стрибки струму досягають межі спрацьовування релейних захистів. В асиметричних рейкових колах здійснюється підмагнічення дросель-трансформаторів, які не мають повітряного зазору в магнітопроводі. Внаслідок цього відбувається насичення магнітопроводів дросель-трансформаторів, зменшується коефіцієнт трансформації та знижується індуктивний опір обмоток. Значна асиметрія може призвести до зменшення напруги на колійному реле до знеструмлення або неспрацьовування якоря, а також до появи забороняючого сигналу. Ці явища несприятливо впливають на безпеку руху та пропускну здатність залізниці. Для усунення зледеніння застосовують підігрів проводів контактної мережі шляхом пропускання ними електричного струму від тягової підстанції. Однак до недоліків такого методу очищення від зледеніння відносять необхідність припинення руху поїздів на цій ділянці та обов'язковість встановлення датчиків виявлення інею. До того ж нагрівання дротів при швидкості вітру понад 10 м/с практично не дає жодного ефекту. Механічно ожеледицю з контактних проводів видаляють за допомогою ожеледоочисних установок, а також струмоприймачами з вібраційною установкою. Найбільш ефективним заходом боротьби є спільне застосування електричного та механічного способу усунення ожеледиці. Проте ці роботи відносяться до небезпечних і значно впливають на пропускну здатність ділянок залізниць.

Питання боротьби із ожеледицею наразі остаточно не вирішене. Наслідки появи ожеледиці на лініях електропостачання в тому числі й на контактній мережі можуть бути дуже масштабними аж до руйнації технічного оснащення та опор мережі. Це дуже небезпечне явище до того ж має таку несприятливу особливість, як найдовше відновлення у порівнянні з іншими видами руйнацій. Навіть у відносно невеликих розмірах ожеледиця здатна призвести до значного погіршення роботи рейкових кіл на залізницях. Сучасні підходи до боротьби з цим негативним природним явищем в своїй переважній більшості спрямовані на подолання наслідків, тоді як необхідно боротися з причиною ще на самісінькому початку її появи.

## Застосування клітинних автоматів для моделювання процесів фільтрації

Гавриш Я.А., Шаповал І.В.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Побудова математичних моделей для заміни реального процесу є звичним і дозволяє аналізувати фізичні, хімічні та інші закономірності протікання реальних процесів. При побудові моделі необхідно спиратись на наявні закономірності функціонування об'єкта чи протікання процесу, застосовувати гіпотези, що дозволяють спростити опис.

Зазвичай для опису різноманітних процесів використовують крайової задачі. Іншим підходом для опису різноманітних процесів є використання клітинних автоматів (КА). Клітинні автомати застосовують в різноманітних областях: біологія, фізика, хімія, соціологія, криптографія, тощо. Існують деякі класичні і базові встановлені правила КА:

- автомат складається з постійної  $N$ -вимірної решітки комірок;
- кожна комірка або клітинка в автоматі може знаходитись в одному з скінчено визначених станів;
- автомат проходить розвиток впродовж визначеної кількості часових етапів;
- стан всіх клітин в автоматі оновлюється одночасно на кожному кроці;
- клітини змінюють свій стан у відповідності до локальних правил, тобто зміна стану комірки визначається станом комірки та її сусідок.

Досліджувались КА, що описують процес фільтрації рідини. При описі КА враховувались базові характеристики пористого середовища, кількість рідини на поверхні. На поведінку КА автомату впливають тип оточення, відстань до межі оточення, граничні умови. В моделі можна розглядати три види води: нерухлива (або невідновлювана) вода, яка не може текти; капілярна (або дифузійна вода), яка може текти відповідно до динаміки дифузії; гравітаційна (або транспортна) вода, яка може текти швидше дією сили тяжіння.

Відповідно до моделі, рух капілярної води прагне до вирівнювання його значення в сусідніх клітинках. Механізм вирівнювання розподіляє надлишок води даної клітини серед надлишку води в її сусідах, таким чином вміст води менший ніж місцевий середній вміст води породжує динаміку подібну до тієї, що описується рівняннями дифузії.

На початку для визначаємо середню кількість води на множині всіх судів клітини. Ідентифікуємо всі судні клітини, що мають кількість води більшу за середню і вилучаємо з множини судів. На отриманій множині знову обчислюємо середнє значення. Процес повторюється до тих пір, поки не буде знайдено жодної клітини з вмістом води вище середнього. Значення цього останнього середнього значення приписується центральній клітині та всім клітинам, які «вижили». Попереднє обчислення стосується максимальної (капілярної) води які можуть витікати з центральної клітини. На кожному часовому етапі КА лише частка надлишкової води, обчисленої таким чином, фактично тече, щоб прийняти враховувати кінетику системи. Гравітаційна вода може витікати під дією сили тяжіння з клітинку до клітинки під нею. Транспортний коефіцієнт для кожної клітини розраховується; потік води в нижню комірку пропорційний найменшому з двох коефіцієнтів і в кожному випадку не може перевищувати сприйнятливості (тобто кількість води, яку може прийняти клітина) нижня клітина. Коефіцієнт швидкості для капілярної води і коефіцієнт швидкості гравітаційного потоку залежать від насичення, хоча його кінетичні параметри дозволяють швидший потік.

У моделі є деякі параметри, які не можна безпосередньо виміряти або вивести. Тому необхідно оцінити ці параметри на базі експериментальних даних і використовувати оцінені значення для моделювання операцій. Тому потрібна відповідна техніка оптимізації, яка адаптує модель параметрів шляхом порівняння результатів моделювання з експериментальними даними.

## Моделювання процесу управління слабкерованими системами

Гасанов З. М., Український державний університет науки і технологій, Україна

Багато прикладних задач оптимального управління в явному або неявному вигляді містять малі параметри, що характеризують відносну незначність впливу тих чи інших збурень або факторів на систему. Тому можуть бути розроблені ефективні наближені або асимптотичні методи побудови оптимальних управлінь, що ґрунтуються на ідеї малого параметра. За допомогою цих методів вдається в ряді випадків отримати наближене оптимальне управління у формі програми або синтезу.

Введення малого параметра  $\epsilon$  виправдано в тих випадках, коли незбурена задача (при  $\epsilon = 0$ ) може бути вирішена аналітично або чисельно значно простіше, ніж збурена.

Нехай керований процес описується функцією  $u(t, x)$  і зовнішній вплив на цей процес моделюється за допомогою нелінійної функції  $F(\epsilon, t, x, u(t, x), p(t, x))$ , де  $p(t, x)$  - керуючий параметр. Розглянута задача оптимального управління полягає в тому, щоб знайти таке допустиме  $p(t, x)$  управління та відповідну йому функцію стану  $u(t, x, p)$ , які доставляють екстремальне значення критерію якості  $I(u(t, x, p))$ .

Припускається, що правильне розкладання

$$F(\epsilon, t, x, u, p) = F_0(t, x, u, p) + \epsilon F_1(t, x, u, p) + \epsilon^2 F_2(t, x, u, p) + \dots,$$

де  $\epsilon$  - малий параметр,  $0 < \epsilon \ll 1$ . Функція  $F(\epsilon, t, x, u, p)$  при  $\epsilon = 0$  не залежить від  $p(t, x)$  і процес перетворюється на некерований. Тому такі процеси називаються слабкерованими системами з розподіленими параметрами.

Пропонується процедура побудови наближеного оптимального управління

$$(p^\epsilon(t, x), u^\epsilon(t, x)), \epsilon \in (0, \epsilon_0]$$

( $\epsilon_0 > 0$  достатньо мале число) для таких систем на основі принципу максимуму. Доведено, що

$$(p^\epsilon(t, x), u^\epsilon(t, x)) \approx (p_1(t, x), u_1(t, x))$$

при  $\epsilon \approx 0$ , де  $(p_1(t, x), u_1(t, x))$  - розв'язок задачі, що відповідає  $F = F_1(t, x, u, p)$ .

Дана процедура була апробована при вирішенні задачі оптимального управління з мінімальною енергією процесом теплопровідності в одновимірному стрижні. Побудовано наближене оптимальне управління, яке переводить об'єкт з початкового розподілу температури стрижня в кінцеве з мінімальними витратами.

Були проведені обчислювальні експерименти при різних значеннях параметра  $\epsilon$ , які показали працездатність запропонованої процедури.

## Удосконалення електронних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації

Гончаров К. В., Гірник А. В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

На сьогоднішній день в Україні основним локомотивним засобом забезпечення безпеки руху поїзда є система автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії з числовим кодуванням АЛСН. В такій системі допустима швидкість руху поїзда визначається лише з урахуванням поточної поїзної ситуації. При цьому не враховуються постійні швидкісні обмеження, які пов'язані зі станом, профілем, радіусом кривизни та іншими особливостями ділянки колії, та тимчасові обмеження, які вводяться при проведенні різних колійних робіт. Крім цього, в системі АЛСН не забезпечується зниження допустимої швидкості в залежності від маршруту руху по станції (прямо чи з відхиленням), не враховується марка хрестовин стрілочних переводів. На перегоні така система дозволяє машиністу отримати інформацію лише про вільність двох блок-ділянок попереду. Все це пов'язане з низькою значністю системи АЛСН, в якій через рейкову лінію на локомотив передаються тільки три кодових сигнали: коди З, Ж та КЖ.

На швидкісних та високошвидкісних залізничних лініях в різних країнах світу використовуються багатозначні системи АЛС, які дозволяють передавати на локомотив інформацію про вільність п'яти-шести блок-ділянок попереду поїзда. Наприклад, у Франції застосовується багатозначна система TVM на базі тональних рейкових кіл, в Німеччині – система LZB, в якій для організації каналу зв'язку «колія-локомотив» використовуються індуктивні шлейфи. Найбільш близькою до системи АЛСН є італійська багатозначна система ВАСС, в якій на локомотив через рейкову лінію передаються дев'ять команд шляхом поєднання двох амплітудно-маніпульованих сигналів з частотами 50 Гц та 175 Гц.

В рамках даної роботи пропонується удосконалена система багатозначної автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН+, в якій традиційні сигнали АЛСН з частотами 25 або 50 Гц доповнюються додатковим амплітудно-маніпульованим сигналом з несучою частотою 175 Гц та частотами маніпуляції від 3 до 11 Герц з шагом у два Герца. Це забезпечує можливість передавати на локомотив 15 команд.

Були розроблені колійний генератор та локомотивний приймач для запропонованої системи АЛСН+. Генератор містить два ідентичних комплекти (основний і резервний), а також схему контролю та комутації. В кожен комплект входить мікроконтролер, смуговий фільтр, підсилювач потужності та схема індикації. Мікроконтролер формує амплітудно-маніпульований сигнал з несучою частотою 175 Гц. Номер команди АЛСН+ та частота маніпуляції сигналу обираються відповідно до поточної поїзної ситуації. Схема контролю та комутації перевіряє наявність сигналу на виході основного комплекту, а також відповідність параметрів сигналу команді АЛСН+. У разі відсутності або невідповідності сигналу відбувається автоматичне переключення на резервний комплект.

Локомотивний приймач містить три ідентичних комплекти, які виконують прийом та декодування сигналів АЛСН та АЛСН+. Отримана інформація передається до локомотивного пристрою безпеки, який порівнює результати за мажоритарним принципом. Якщо співпали дані двох з трьох комплектів, то дана інформація відображається на локомотивному світлофорі і використовується для визначення допустимої швидкості руху поїзда. Якщо на виході всіх комплектів формуються різні повідомлення, то на локомотивному світлофорі відображається більш забороняюча команда. У разі відсутності додаткового сигналу 175 Гц приймач виконує декодування традиційних сигналів АЛСН.

Впровадження запропонованої багатозначної системи автоматичної локомотивної сигналізації АЛСН+ дозволить підвищити безпеку руху поїздів за рахунок автоматичного контролю швидкісних обмежень та підвищення рівня інформованості машиніста про поточну поїзну ситуацію.

## Оптимізація ходи двоногого робота з активними та пасивними приводами керування

Демидюк М.В.,

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України,  
Львівський національний університет ім. Івана Франка, Україна

Важливим показником якості руху крокуючих роботів з автономним джерелом живлення є рівень енергоспоживання. Обмеженість енергетичних ресурсів таких роботів призводить до пошуку відповідних режимів руху з низькими енерговитратами на переміщення. Ще одним плідним підходом у покращенні енергоефективності робототехнічних систем є введення в конструкцію робота пасивних приводів – пружинних рекуператорів енергії. Такі пасивні приводи працюють паралельно з активними приводами, і можуть на одних етапах руху робота накопичувати механічну енергію, а на других етапах повертати її в систему, зменшивши цим самим сумарні витрати енергії. У цьому контексті актуальним є розробка математичних моделей та оптимізаційних алгоритмів для пошуку енергоефективних режимів ходи робота та відповідних оптимальних параметрів пасивних приводів.

Розглядаємо ходу двоногого робота (антропоморфного типу) по нерухомій горизонтальній поверхні (вздовж прямої лінії). Для моделювання ходи робота використовуємо плоску систему дев'яти твердих тіл з одинадцятьма ступенями вільності (вектор узагальнених координат  $\xi$ ), які представляють корпус та дві однакові чотириланкові нижні кінцівки (стегно, гомілка та дволанкова стопа). Тіла послідовно з'єднані між собою ідеальними циліндричними шарнірами, осі яких ортогональні сагітальній площині. Рух системи відбувається внаслідок взаємодії моментів сил активних приводів (вектор  $\mathbf{M}$ ), моментів сил пасивних приводів (вектор конструктивних параметрів  $\mathbf{c} \in \mathbf{P}$ ), сили тяжіння та реакцій опорної поверхні. Ходу робота моделюємо на проміжку подвійного кроку  $[0, T]$  з урахуванням антропоморфності переміщення ніг: переكات через п'ятку, опора на всю стопу, плюснефаланговий переكات, переكات через носок, перенесення стопи з відповідними ритмічними, кінематичними і динамічними обмеженнями (вільне опирання стоп на поверхню крокування, рух "колінами" вперед тощо). Також фіксуємо положення стоп на початку та в кінці руху і задаємо умови періодичності руху механічної системи на проміжку  $[0, T]$ .

У межах побудованої математичної моделі (система семи нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку та чотири алгебраїчні умови кінетостатичної рівноваги безінерційних стоп) формулюємо задачу оптимізації: знайти такий вектор параметрів пасивних приводів  $\mathbf{c}^* \in \mathbf{P}$  і такі закон руху робота  $\xi^*$  та вектор активних керувань  $\mathbf{M}^*$ , які в силу рівнянь руху робота й накладених обмежень мінімізують сумарні енерговитрати активних приводів.

Ефективною в дослідженні сформульованої задачі є методика параметричної оптимізації. Відповідно до кількості ступенів вільності механічної системи на ритмічних фазах руху вводимо множину незалежно варійованих функцій, які апроксимуємо кубічними згладжувальними сплайнами з невідомими параметрами у вузлах. Накладені на рух робота обмеження задовольняємо методом штрафних функцій, заздалегідь звівши їх до інтегрального вигляду. Далі, використовуючи підхід обернених задач динаміки, із рівнянь руху знаходимо параметричне сімейство керувань, що зводить цільовий функціонал до функції багатьох змінних. У кінцевому підсумку після описаних перетворень вихідна задача оптимального керування зводиться до задачі нелінійного програмування, для розв'язання якої застосовуємо стандартні числові процедури мінімізації. Ефективність запропонованого алгоритму підтверджено результатами числового моделювання.

## Гірковий програмно-заїдаючий пристрій

Жуковицький І.В., Косолапов А.А., Єгоров О.Й., Дзюба В.В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Однією з важливих задач, що вирішуються на сортувальних гірках залізничного транспорту, є переміщення окремих вагонів, чи групи вагонів (відцепів) потягу, що прибув на сортувальну станцію, на одну з колій накопичення, де формується потяг для відправлення. Така операція реалізується шляхом відчеплення вагону, чи групи вагонів від складу, що розформується на вершині сортувальної гірки та вільного скочування цих вагонів на колію накопичення по сформованому на спуску з гірки шляху. Для автоматизації ряду елементів цієї операції розроблений гірковий програмно-заїдаючий пристрій (ГПЗП), який являє собою програмно-апаратний комплекс, основу якого складає сучасний контролер від широко відомого виробника – компанії Advantech.

Розроблений комплекс реалізує наступні функції:

- прийом сортувального листа по каналах зв'язку від системи верхнього рівня;
- підготовку даних (програми розпуску) для контролера;
- видачу на колійні індикатори на вершині гіркі значень про кількість вагонів у двох чергових відцехах;
- завантаження маршрутного накопичувача ГАЦ даними про шляхи проходження для кожного з відцепів, що скачуються.

Перші дві функції виконуються на автоматизованому робочому місці (АРМі) чергового по сортувальній гірці, другі дві виконує контролер.

АРМ оператора отримує інформацію від системи верхнього рівня з використанням модемного зв'язку. До цієї інформації відносяться дані про стан парку прибуття і маршрути розпуску составів. При цьому використовується стандартна програма розсилання повідомлень по абонентах на сортувальних станціях (програма «Богатопротокольний маршрутизатор»). Дана програма автоматично забезпечує отримання повідомлення від системи верхнього рівня у вигляді файлів

АРМ і контролер у міру свого функціонування виконують обмін повідомленнями між собою. Ці повідомлення можна представити як службові й інформаційні. Службові повідомлення призначені для організації передачі інформаційних повідомлень і відстеження правильності роботи системи. Інформаційні повідомлення зв'язані з передачею інформації про події, що відбуваються в процесі розпуску або зміною ситуації в парку прибуття. Для організації обміну даними був розроблений спеціальний протокол взаємодії. Зв'язок здійснюється з використанням LAN портів.

По мірі готовності до розформування дані про поїзди (сортувальні листки), що знаходяться в парку прибуття, пересилаються з інформаційного центра в базу даних АРМу. Оператор гіркі обирає склад, який прибуває на вершину гірки, корегує, за необхідністю, сортувальний листок цього складу. В процесі розпуску, після відчеплення наступного відцепу від складу контролер ГПЗП за сигналами з колійних датчиків пересилає закодовані повідомлення щодо цього відцепу з сортувального листка в маршрутний накопичувач. Одночасно інформація про наступний відцеп (що потребує відчеплення) пересилається контролером на колійний індикатор для інформування про кількість вагонів, що потрібно відчепити.

Після проведення успішних лабораторних та промислових випробувань, цей комплекс був впроваджений в експлуатацію на сортувальній гірці сортувальної станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці.

## Дослідження керованості квадрокоптера як механічної системи з малою приводністю

Жукевич А.Б., Саприкін М.М., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна

Квадрокоптер, побудований за класичною схемою, містить чотири тягові двигуни, що створюють умови для переміщення літального апарату за можливими шести ступенями свободи: 3 лінійних переміщення і три кутових переміщення. Причому при формуванні зусиль для виконання рухів по будь-якій з можливих координат беруть участь усі чотири двигуни:

- 4 двигуни формують підйомну силу (переміщення по координаті  $Y$ );
- два двигуни (з цих чотирьох) додатково формують зусилля для руху по одній з двох лінійних координат (у загальноприйнятих позначеннях  $X$  або  $Z$ ) або двох кутових координат (тангаж або крен);
- нарешті всі чотири двигуни на додаток до руху по координаті  $Y$  забезпечують зміну напрямку руху, тобто рискання.

З описаного випливає, що є певні моменти складного руху, коли один і той же виконавчий двигун працює на створення підйомної сили, на створення переміщення по одній з координат, і створення моментів рискання квадрокоптера. Таким чином, на відміну від класичного літального апарату (літакового типу), квадрокоптер не має окремого вузла, що відповідає за конкретний вид руху (як у літака: керма висоти, керма напрямку, елерони).

Зі сказаного вище випливає, що квадрокоптер відноситься до механічних систем з малою приводністю, тому що число ступенів свободи більше, ніж число виконавчих механізмів. Подібне суттєво позначається на керованості, ускладнюючи процеси управління. Одночасно такі взаємозв'язки при рухах будь-якої з координат можуть викликати вплив на поведінку інших координат. Метою цієї роботи було вивчення взаємного впливу між координатами під час управління різними ступенями свободи квадрокоптера.

Оскільки дослідження подібних взаємозв'язків на фізичній моделі квадрокоптера практично неможливо, методом дослідження стала побудова математичної моделі квадрокоптера в програмному середовищі MATLAB/SIMULINK на основі відомих рівнянь руху літального апарату. Як елементи управління ступенями свободи обрані ПД регулятори. У процесі дослідження було проведено такі експерименти:

- розглянуто вплив управління однією координатою на інші, які не керуються в даний момент (коли вони знаходяться в стані спокою або сталого руху). Наприклад, керування кутом тангажу при відсутності або встановленому значенні кута крену, кута рискання;
- розглянуто взаємний вплив між ступенями свободи при одночасному керуванні двома, трьома координатами, наприклад одночасне керування кутом тангажу та кутом рискання, одночасне керування по координаті  $Y$  (підйом/опускання) та кутом тангажу (що аналогічно руху по лінійній координаті з одночасною зміною висоти польоту).

**Висновки.** Дослідження підтвердили існування взаємних впливів, хоча у більшості випадків такий вплив проявляється незначним погіршенням якості перехідних процесів за регульованими координатами. У той же час при одночасній зміні висоти та управлінні одним з кутів Ейлера відбувається суттєве погіршення якості перехідних процесів по тангажу, крену та рисканню. Це призводить до того, що перехідні процеси за відповідною лінійною координатою  $X$  або  $Z$  істотно затягнуті за часом.

У світі проведених досліджень планується вивчення залежності якості керування між каналами для коптерів з більшою кількістю гвинтів.



## **Удосконалення системи електроживлення пристроїв залізничної автоматики**

Зуб І. Д., Сальник А. В., Гололобов Є. С., Каіра А. Є., Дубовик А.П., Сердюк Т. М.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Для стабільної роботи пристроїв автоматики й телемеханіки залізничного транспорту необхідно надійне та безперервне електропостачання. Пристрої СЦБ залізничного транспорту, як і інші електроспоживачі, можуть відноситися до різних груп електроприймачів.

Апаратура електроживлення станцій відноситься до електроприймачів І категорії особливо важливої групи. Вони повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних джерел живлення й перерва в електропостачанні може бути допущена тільки на час автоматичного включення резервного живлення. Це час повинен бути мінімальним, але не більше 1,3 с. Переключення виконується за допомогою автоматичного реле. До того ж для таких електроспоживачів необхідно передбачати додаткове електропостачання від третього незалежного джерела. На постах електричної централізації таким джерелом є дизель-генератор автоматичний або акумуляторні батареї.

Апаратура електроживлення залізничної автоматики, що відноситься до так званих джерел вторинного електроживлення, перетворює електроенергію первинних джерел живлення в струм з різними напругами, частотами й іншими параметрами, що забезпечує електроживлення рейкових кіл, світлофорів, стрілочних електроприводів, акумуляторних батарей, реле, табло та інших навантажень. Апаратура призначена для забезпечення роботи пристроїв залізничної автоматики при здійсненні живлення від джерел змінного струму (нормальний режим) і від акумуляторних батарей (аварійний режим). Від якості електричної енергії істотно залежать такі показники систем автоматики, як стабільність роботи, надійність, безпека, капітальні та експлуатаційні витрати.

Створення апаратури електроживлення, що відповідає вимогам сучасних систем залізничної автоматики, є однією з найважливіших задач у справі підвищення пропускної здатності транспорту й забезпечення безпеки руху поїздів.

Розвиток у даному напрямку передбачає забезпечення електроживлення автоблокування із централізованим розміщенням апаратури, станційних рейкових кіл змінного струму із частотою, відмінної від частоти мережі, для підвищення їхньої надійності, постів диспетчерської централізації й апаратури зв'язку на постах електричної централізації.

Нова апаратура електроживлення, розроблена на базі тиристорних і транзисторних перетворювачів і керованих випрямлячів, має більш високу надійність, дозволяє підвищити термін служби акумуляторів і забезпечує оптимальні показники пристроїв електроживлення залізничної автоматики. Але впровадження нових систем вимагає вирішення питань електромагнітної сумісності пристроїв залізничної автоматики між собою і з системою тягового електропостачання.

З метою вдосконалення системи електроживлення поста електричної централізації малих станцій з кількістю стрілок до 30 пропонується застосовувати панелі: ввідну ПВ3-ЕЦ, розподільчу ПР3-ЕЦ, випрямну ПВ3-ЕЦ, перетворювальну ППТ3-ЕЦ. Для електроживлення апаратури постів електричної централізації крупних станцій (до 170 стрілок) пропонується використовувати панелі: ввідну ПВ1-ЕЦК, розподільчу ПР1-ЕЦК, випрямно-перетворювальну ПВП1-ЕЦК, стрілочну ПСТН1-ЕЦК1(2,3), які відрізняються один від одної наявністю(відсутністю) трансформатору для електрообігріву стрілочних приводів, перетворювальна ПП25.1-ЕЦК.

Впровадження перелічених вище панелей дає такі переваги: зберігання працездатності апаратури при значних коливаннях напруги на вході ввідної панелі (198...257В), зниження втрат потужності, що дозволяє забезпечити високий коефіцієнт корисної дії (до 85%), значне зниження масо-габаритних показників, що веде до значного зниження капітальних та експлуатаційних витрат.

## Способи прокладання оптоволоконних ліній на залізницях

Костенко К., Сердюк Т., Український державний університет науки та технологій, Україна

На сьогоднішній день, стрімко зростає використання на залізницях прокладання оптоволоконного кабелю, який широко пов'язаний з введенням мікропроцесорної техніки в пристрої автоматики та телемеханіки. В залежності від умов прокладання, призначення та експлуатації були розроблені та виготовлені оптичні кабелі різної конструкції та типів. Тому такі лінії повинні задовольняти ряду вимог: надійність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, стійкість до зовнішніх впливів відповідно до умов, в яких вони будуть застосовані тощо.

За своїм призначенням оптичні кабелі поділяються на магістральні, міські та об'єктні. Магістральні призначені для передачі на великі відстані інформації і мають значне число каналів. Міські застосовують для передачі інформації в межах порівняно невеликої локальної зони, для формування локальних мереж в межах області або міського району. Об'єктні використовують на невеликих за площею об'єктах комерційного або промислового призначення, забезпечує високошвидкісне з'єднання локальної мережі.

Відомий безтраншейний спосіб прокладання кабелю у відкриту траншею, в каналах кабельної каналізації, в тунелях та колекторах, в захисній трубі, підвішування кабелів, через водні перешкоди та вздовж залізниць. Правила прокладання оптоволоконної лінії є дуже складними, адже потребують певних вимог. Залежно від методу, який обирають для прокладки лінії, дивляться на проектні та кліматичні умови, вже потім обирають тип оптичного кабелю. Наприклад, для прокладки у тунелях і каналізації використовують більш важкий та надійний кабель з елементами для захисту від негативного впливу зовнішніх факторів; при повітряній кладці – підвісний або самонесучий кабель; у приміщенні – більш м'який та легкий оптичний кабель; у ґрунт – у спеціальній полімерній броні для додаткового захисту від підземних шкідників.

Прокладка кабелю безтраншейним способом є одним із різновидів розміщення кабелю в ґрунті. Завдяки високій продуктивності та ефективності процесу такий спосіб укладання оптичних ліній є найбільш розповсюдженим. За допомогою спеціальних механізмів кабелі укладають або на дно траншеї, або на її бровку з послідуочим укладанням в траншею вручну. Такий метод є найдавнішим, найскладнішим, найбільш ресурсо- та трудомістким. При затягуванні в канали кабельної каналізації необхідно, щоб сила тяги не перевищувала дозволена величину з метою попередження розриву кабелю або його оболонки. Під тунелем і колекторами розміщуються замкнуті підземні проходи прямокутної та круглої форми, що виконані із залізобетонних огорожувальних конструкцій.

Прогресивним способом прокладки оптоволоконних ліній вважають в захисних трубках. У середину трубки закачується спеціальне мастило, яке містить в своєму складі поліетиленові мікрокульки, що полегшують подальше затягування кабелю, а також забезпечить більшу міцність та термін служби. Широко використовують метод підвищення оптичних ліній на опорах. Перевага цього методу в тому, що є скорочення будівельних та зниження експлуатаційних витрат. Недоліком же є те, що оптоволоконний кабель зазнає значних кліматичних, природних та техногенних чинників, що призводить до скорочення терміну служби.

Останнім часом все більш розповсюдженим є метод прокладання оптоволоконна вздовж залізниць, що обумовлюється рядом позитивних факторів: простота доступу, швидкість прокладання, надійність і контроль, простота вводу в міста, наявність гарантованого електроживлення від тягових підстанцій. Найбільш актуальним та найкращим методом для прокладки оптоволоконної лінії залишається тунельний спосіб. Він дає змогу забезпечити більшу безпеку для кабелю, захисту від зовнішніх факторів та корозії.

## Аспекти розвитку комп'ютерних систем управління рухом поїздів

Лагута В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна

Проблеми безпеки і надійності мікропроцесорних комплексів, розвиток релейних систем ЕЦ характеризуються розвитком заходів підвищення безпеки руху поїздів і запровадження додаткових функцій, що дозволяють виключити у роботі оперативного персоналу монотонні, часто повторювані операції, куди, за статистикою, припадає найбільше помилок. У системах ЕЦ стали застосовувати маршрутне управління стрілками, накопичення маршрутів, автоматичні режими управління сигналами та інше. Іншими словами, здійснювалися заходи, створені задля поліпшення праці оперативного персоналу та виключення помилкових дій у штатних режимах. Однак сама структура системи управління залишалася незмінною – це людина, яка має інформацію про об'єкт управління, знає цілі управління та здатна приймати рішення для досягнення необхідних цілей, та технічні засоби, за допомогою яких впливають на об'єкт управління та отримують дані про його стан.

Важливий аспект у структурі управління – наявність чи відсутність зворотного зв'язку. Ця обставина визначає замкнутий та розімкнений характер системи управління. Замкнуті системи з позиції автоматизованого управління вважаються ефективнішими. Традиційні системи ЕЦ та ДЦ, що використовуються на залізничному транспорті є розімкненими системами, хоча й містять, локальні замкнуті підсистеми. Для організації замкнутої системи необхідне включення людини до контуру управління. Наявність автоматичних режимів дозволяє мінімізувати кількість впливів керуючих від людини, що стоїть на більш високому рівні ієрархії. Підсистема управління замінює собою певну послідовність дій, яку потрібно виконати системі вищого управління задля досягнення поставленої мети.

У процесі функціонування підсистема управління керується ззовні та зсередини. Зовнішнє управління походить від вищої системи і є мінімальним набором вхідних впливів для вибору необхідного алгоритму функціонування чи активізації його діяльності. Внутрішнє управління здійснюється згідно з закладеними в підсистему алгоритмами, які використовують для своєї роботи дані від об'єкта управління та дані про внутрішній стан підсистеми. Результатом роботи підсистеми управління будуть певні рішення щодо впливу на об'єкт управління. Набір цих рішень є фіксованим.

У цілому нині релейні системи вирішували поставлені перед ними завдання, тим щонайменше, виникнення позаштатної ситуації призводило до різкого збільшення ролі людського чинника під час вирішення проблеми. Технічна реалізація та елементна база не дозволяли створити власну систему вироблення рішень або видачі рекомендацій оперативному персоналу при виникненні проблеми, а зводилися тільки до виключення, за допомогою схемних рішень, дій оператора, що порушують умови безпеки в штатних режимах функціонування. Перед розробниками релейних систем і ставилося подібне завдання, оскільки виробленню рішень завжди супроводжує аналіз і обсяг обчислень, що практично не реалізовано на релейній елементній базі. Концепція побудови релейних систем залізничної автоматики, на відміну систем управління в авіаційній галузі, де у разі виникнення несправності всі дії спрямовані на забезпечення живучості системи та продовження її функціонування, спрямовано, у разі відмови, на переведення системи в захисний стан. І це, у контексті перевізного процесу, означає припинення руху чи виключає можливість початку руху. У такій ситуації організація робіт з відновлення системи, прийняття рішень та управління за несправних технічних засобів покладається на людину. Якість цього управління безпосередньо залежить від знань, досвіду та психофізіологічних особливостей людини-оператора.

## **Взаємозв'язок мікропроцесорних систем керування і безпеки руху поїздів**

Лагута В. В., Український державний університет науки і технологій, Україна

Сучасний стан розвитку мікропроцесорних систем керування та забезпечення безпеки руху поїздів характеризується високими вимогами, що пред'являються до надійності, технічної безпеки та кібербезпеки даних систем.

На мережі Українських залізниць здійснюється впровадження ряду мікропроцесорних систем та пристроїв для управління рухом поїздів. До загального комплексу входять: диспетчерська централізація та диспетчерський контроль, електрична централізація та автоблокування, напівавтоматичне блокування.

Перевагою систем мікропроцесорної автоматики можна назвати:

- загальна елементна база (технічне оснащення має загальну структуру, піддається зміні програмне забезпечення комплексу);
- високий рівень автоматизації виробництва з мінімальною часткою ручної праці (дозволяє уникати причини «людського фактору»);
- мікропроцесорні пристрої є інтелектуальними системами, що мають можливість удосконалення шляхом зміни програмного забезпечення та використання більш перспективних алгоритмів захисту.

Розвиток сучасних систем, що охоплює практично всі сфери автоматизації, на базі мікропроцесорів розроблені системи автоматичного блокування з тональними рейковими колами, централізованим розміщенням апаратури АБТЦ-М. Ця система являє собою набір обладнання, що дозволяє створювати будь-які структури з метою оптимального вирішення завдань інтервального регулювання.

Передбачається, що при збереженні рівня надійності та безпеки, принаймні, не гірше поточного, має бути забезпечене максимальне використання інноваційних рішень та цифрових інструментів, спрямованих на подальшу автоматизацію систем управління з метою підвищення пропускної спроможності залізниць та продуктивності систем, мінімізації впливу людського фактора та скорочення кількості відмов та простоїв. Найважливішими факторами при цьому є забезпечення інтегруєбельності (технічної та експлуатаційної сумісності) систем та технологічної незалежності залізничних операторів та власників інфраструктури від розробника/постачальника пристроїв та систем залізничної автоматики.

В умовах цифрової трансформації розвиток сучасних мікропроцесорних систем на залізничному транспорті передбачає прискорене впровадження цілого ряду інноваційних рішень і широке використання комерційних продуктів, що в результаті робить системи складнішими і може впливати на показники надійності. З метою збереження цих показників на заданому рівні та мінімізації впливу людського фактору залізничне співтовариство все ширше використовує на всіх етапах життєвого циклу системи формальні методи та автоматизовані засоби проектування, діагностики та моніторингу. Найважливішим фактором для забезпечення надійності є стандартизація архітектури, інтерфейсів, відкритих програмних засобів розробки та тестування систем, у тому числі стандартизація підходів до віддаленого лабораторного тестування продуктів різних виробників для підтвердження безвідмовності роботи на межах систем різних виробників.

З впровадженням сучасних технологій вирішується велика кількість завдань із забезпечення безпеки руху, збільшення швидкості доставки вантажів та пасажирів, а також скорочення енергоспоживання. Істотно збільшується безпека технологічного процесу. Однак висока надійність мікропроцесорних пристроїв не завжди відповідає дійсності. Персоналу, який обслуговує будь-який блок мікропроцесорного захисту, слід добре представляти всі слабкі сторони таких пристроїв і вміло коригувати їхню роботу.

## Особливості реалізації в ПЛІС процесора обробки комплексних чисел і стенду для його тестування

Лазоренко Д. В., Шаповалов В. О.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

При розробці сучасних різноманітних пристроїв цифрової обробки інформації на основі ПЛІС все більше використовуються засоби автоматизації і високорівневого проектування, які дають можливість суттєво зменшити терміни, підвищити надійність і спростити проектування. Таки засоби розробляють найбільш потужні по випуску мікросхем фірми Intel (Altera), Amd (Xilinx), орієнтуючись на використання в нових системах мікросхем власної розробки, які часто є окремими потужними адаптуємими системами під різні застосування і, слід відміти, достатньо дорогими. Також засоби високорівневого проектування апаратури вбудовують в популярні мови високорівневого програмування. Наприклад, мову Python доповнили фреймворком MyHDL, який дозволяє провести розробку цифрового пристрою і його моделювання з використанням цієї мови. На етапі конфігурування ПЛІС необхідно компілювати код з мови Python в одну із традиційних мов проектування апаратури – VHDL або Verilog.

Суттєвим питанням при реалізації проектів в ПЛІС крім опису і моделювання (Behavioral і Post-Route Simulation) є тестування пристрою, реалізованого в ПЛІС. Таке тестування іноді потребує багато часу і додаткових ресурсів.

Розглянемо особливість процесора обробки комплексних чисел. Його відмінність від звичайного процесора полягає в тому, що при виконанні арифметичних операцій над двома комплексними операндами необхідно обробляти, по суті, чотири операнди – дві пари операндів дійсних і уявних частин комплексних чисел. З метою оптимізації швидкодії процесора в ньому використана RISC-архітектура. Реалізація в ПЛІС дає можливість виконувати таку обробку паралельно. Також в процесорі з метою розширення його функціональних можливостей передбачено виконання операцій над дійсними числами.

Для розробки процесора обробки комплексних чисел було використано програмний пакет Matlab з вбудованим інтерактивним середовищем Simulink для моделювання та аналізу динамічних систем, включаючи цифрові. Були задані команди, формати команд і даних, була розроблена функціональна схема процесора і М-функції для опису функціонування блоків (арифметико-логічного пристрою, пристрою управління, пам'яті команд, блоку регістрів, оперативної пам'яті). В пам'ять команд була записана програма і проведено моделювання. Після відладки роботи процесора в середовище Simulink було автоматично програмою HDL Coder, вбудованою в пакет MATLAB, сгенеровано VHDL код. Далі в САПР фірми Xilinx можна проводити синтез схеми, моделювання, реалізацію пристрою в ПЛІС.

Для тестування процесору, реалізованого в ПЛІС (апаратного засобу), можна використовувати великий набір чисел, який повинен охоплювати увесь діапазон можливих значень операндів в різних комбінаціях. Ці значення можуть змінюватись (задаватись) за якимось законом, для якого відома закономірність зміни значень виходів (результатів) з метою наочної фіксації невірних значень, наприклад, можна значення різних операндів синхронно змінювати по закону гармонічних сигналів і на виходах здобувати також значення гармонічних сигналів з новими параметрами. Ці значення операндів можна подавати на відповідні вхідні порти (якщо такі є), або вставляти їх в команди, сформувавши таким чином тестуючу програму. Можна також для тестування в тієї ж ПЛІС створити постійну пам'ять, в яку на етапі конфігурування для тестування записати точні значення результатів для певних комбінацій значень операндів. Далі при виконанні програми в процесорі слід фіксувати кількість невірних результатів.

## Модель електромагнітного впливу тягового струму на приймачах тональних рейкових кіл

Нудьга А. В., Гаврилук В. І.,

Український державний університет науки та технологій, Україна

Запропоновано імовірнісну модель електромагнітного впливу тягового струму на приймачі тональних колійних кіл. На основі розробленої моделі можна визначити ймовірність виходу з ладу тональних колійних ланцюгів за конкретними параметрами статистичного розподілу завад тягового струму для нормального та шунтового режимів роботи. Визначення впливу тягової мережі на рейкові кола (РК), які є основними колійними датчиками положення поїзда та цілісності рейкових колій, ускладнюється великою кількістю факторів, які безпосередньо визначають тяговий струм у рейковій лінії, а саме: кількість локомотивів у фідерній зоні та режими їх роботи, коливання напруги в тяговій мережі, опір ізоляції рейок від землі тощо.

Значна кількість цих факторів є випадковими. Параметри і характеристики рейкових кіл і рейкових приймачів також мають параметри, що відрізняються від нормативних значень, які використовуються при розрахунку таблиць коригування рейкових кіл. Важливість урахування випадкового характеру електромагнітних завад, а також параметрів електромагнітної захищеності сигнальних систем для оцінки електромагнітної сумісності відзначалася і в інших роботах автора.

Але в більшості наукових публікацій з питань електромагнітної сумісності тягового електропостачання пристроїв залізничної автоматики не враховується імовірнісний характер параметрів і характеристик джерел і приймачів електромагнітних завад.

Метою роботи є розробка імовірнісної моделі електромагнітного впливу тягового струму на колійні приймачі тональних рейкових кіл (ТРК).

Вимірювання електромагнітних завад у рейках проводилось на певних відстанях від точки вимірювання до локомотива, а саме 0, 0,5 та 1 км. Для оцінки статистичних параметрів тягового струму в зареєстрованій залежності тягового струму від часу були відібрані фрагменти, на яких процес можна вважати близьким до стаціонарного. Гіпотезу про стаціонарність відібраних вибірок у широкому сенсі було перевірено на реалізацію в різні моменти часу по довжині вибірки відповідно до перших моментів випадкового процесу за критерієм Кокрена.

Статистичний аналіз результатів спектрального аналізу різних реалізацій тягового струму, виміряного для однакових режимів руху локомотива, дав змогу визначити функції розподілу та статистичні характеристики гармонік тягового струму в різних режимах.

Для імовірнісного аналізу впливу гармонік з частотою 420 Гц на рейковий приймач тональних рейкових кіл були виміряні розподіли напруг увімкнення та вимкнення рейкових приймачів.

Статистичну гіпотезу про нормальний розподіл напруг перевіряли за критерієм Пірсона на рівні значущості 0,05. За результатами досліджень проведено оцінку ймовірності відмови в роботі тональних рейкових кіл під впливом завад тягового струму.

Висновки. За результатами статистичного аналізу гармонійних завад тягового струму запропоновано імовірнісну модель електромагнітного впливу тягового струму на колійні приймачі тональних рейкових кіл.

На основі розробленої моделі можна визначити ймовірність відмови тонального колійного кола для конкретних параметрів статистичного розподілу завад тягового струму на вході приймача колійного кола для нормального та шунтового режимів.

## Модульний комплекс збору даних з обробкою на мікроконтролері та графічним виводом

Панахов Д. П., Ткач М. О.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Однією із важливих складових будь якого наукового дослідження є проведення експерименту. Це один з головних засобів отримання нової наукової інформації. Велика частина трудових ресурсів науки витрачається на проведення експериментів. В основі експерименту лежить дослідження або спостереження за явищем в точно поставлених умовах, що дозволяють слідкувати за його протіканням, керувати ним та відтворювати його кожен раз при повторенні цих умов.

У лабораторіях виконують досліди із залученням стандартних приладів, спеціальних установок та обладнання. Ізоляція досліджуваного середовища від другорядних факторів тому допомагає. Особливе значення для підвищення ефективності науки набуває автоматизація наукових досліджень, що дозволяє отримувати більш точні та повні моделі досліджуваних об'єктів і явищ. Це прискорює хід наукових досліджень і знижує їх трудомісткість.

Зараз проведення експериментальних досліджень проводять на спеціальному обладнанні. Для лабораторних випробувань потрібен постійний контроль і реєстрації багатьох параметрів. Якщо необхідно, то і внесення коригуючих змін в план проведення випробувань. Такими параметрами, що досліджуються є: температура, напруга, сила струму, заміна робочої рідини, вимірювання моменту чи ОВП, частоти сигналів та вологості зразків, тощо.

Метою даної роботи є створення автоматизованої апаратно-програмної системи, що має виконувати завдання збору даних датчиків, та зберігання цих результатів на носіях інформації персонального комп'ютера.

При проектуванні ми обрали середовище Arduino IDE. Це дозволило використовувати широкий спектр мікроконтролерів ATmega STM8, STM32, ESP8266, ESP32 та інші. Для них випускається велика кількість аналогових та цифрових датчиків. Наприклад DFRobot випускає аналогові датчики: вимірювач окислювальної здатності води (ОВП), pH V2 для вимірювання рН розчину, вимірювання електропровідності ЕС (електропровідність) які в декілька разів дешевший ніж аналоги при тій же точності та надійності. Данні з датчиків завантажуємо, використовуючи пристрій до ПК завдяки макросу в Excel таблицю. В реальному часі можна будувати графіки в електронній таблиці не перериваючи експеримент. При необхідності можна підключити модуль Modbus RTU та інтегрувати в сучасну систему АСУ.

Практична цінність результатів роботи полягає у наступному:

- відновити більш точно попередній експеримент, що дозволить отримувати нові наукові знання;
- автоматизувати проведення дослідних випробувань, що дозволить виконувати довготривалі експериментальні дослідження, підвищить їх точність та якість;
- використовувати більш широко елементну базу, що дозволить зменшити вартість, габарити, керуючого та скануючого показники обладнання;
- використанні модулю Modbus RTU, що дозволить інтегруватись в існуючі АСУ;
- інтегрований модуль обробляє та експортує дані в таблицю Excel у реальному часі.

Застосування сучасної елементної бази, дозволяє вирішення широкого спектра завдань з одночасним поліпшенням швидкісних і енергетичних показників процесу, а також дає можливість реалізувати збір даних з використанням інтелектуальних вимірювальних систем.

## Моделювання роботи контролерів мікропроцесорного комплекту Intel 82xx

Профатилів В.І., Український державний університет науки і технологій, Україна

Студенти, що навчаються за освітньою програмою «Автоматика та автоматизація на транспорті», повинні вміти проектувати системи керування і збору даних використовуючи мікропроцесорні засоби автоматизації, наприклад, контролери мікропроцесорного комплекту Intel 82xx. Для отримання такої фахової компетентності дуже важливе значення має можливість практичного використання контролерів, так як студентам потрібно не тільки теоретично вивчити побудову та принцип роботи таких контролерів, але й навчитися застосовувати їх на практиці та програмувати для виконання необхідних функцій автоматизації. Виконання лабораторних робіт з реальними мікросхемами контролерів пов'язане із цілим рядом обмежень та недоліків:

- студенти можуть легко вивести з ладу таку мікросхему, при неправильній подачі керуючих сигналів на виводи контролера. Наприклад, на контакт контролера налаштований на вивід подають напругу живлення або підключають до землі, що приводить до виходу з ладу вихідних транзисторів даного каскаду;

- кількість лабораторних стендів у навчальному закладі як правило обмежена, а часто такий лабораторний стенд існує в єдиному екземплярі, що пов'язано з їхньою високою вартістю. Це не дозволяє студентам працювати з такими контролерами індивідуально, а також обмежує доступ до них тільки в спеціально обладнаній лабораторії у присутності викладача.

На кафедрі «Автоматика та телекомунікації» Українського державного університету науки і технологій було розроблено програмне забезпечення, що дозволяє моделювати роботу контролерів мікропроцесорного комплекту Intel 82xx, зокрема програмно-керованого паралельного інтерфейсу i8255 і програмно-керованого інтервального таймера i8253, які широко використовуються в мікропроцесорних системах автоматизації. Кожна програма представляє собою логічну модель відповідного контролера, що дозволяє імітувати його поведінку в різних режимах роботи, а також визначати ситуації, які можуть призвести до несправностей або збоїв у роботі контролера. Програма має графічний інтерфейс, який складається із двох частин. У першій частині зображується умовне графічне позначення контролера, на входи якого можна подавати логічні сигнали за допомогою миші (лог.1 і лог.0), а також бачити логічний стан виходів контролера. При цьому між станами виводів реалізуються всі залежності як і в реальній мікросхемі. Наприклад, якщо мікросхема не обрана (вивід вибору мікросхеми CS має значення лог.1), то виводи шини даних контролера перебувають в Z-стані, і прочитати або записати дані в контролер немає можливості. У другій частині відображається значення внутрішніх регістрів контролера, які можна змінювати шляхом програмування контролера, а також стан контролера, його режим роботи та дії які виконав користувач. Наприклад, якщо студент подав на контролер сигнали, які можуть вивести його з ладу, то він одержить відповідне повідомлення на екрані монітора. При моделюванні роботи таймера i8253 також ще можна побудувати часові діаграми сигналів на виході лічильників у різних режимах роботи, що дозволяє досліджувати роботу даного контролера без використання вимірювальних пристроїв, що мають велику вартість, наприклад, цифрових осцилографів або логічних аналізаторів.

Використання програмного моделювання роботи контролерів мікропроцесорного комплекту Intel 82xx у процесі вивчення мікропроцесорних засобів автоматизації дозволяє підвищити якість практичної підготовки студентів за рахунок можливості індивідуальної роботи з контролерами, а також відпадає необхідність у використанні дорогого вимірювального обладнання. Програму можна просто скопіювати на свій комп'ютер і працювати з нею в будь-який зручний час для студента. При цьому можна виконувати будь-які дії та експерименти з контролером не побоюючись вивести його з ладу.



## Особливості математичного моделювання складних динамічних систем

П'янило Я.Д., Інститут прикладних проблем механіки і математики  
ім. Я.С.Підстригача НАН України, Україна

Математичне моделювання багатьох процесів зводиться до формулювання та розв'язування крайових задач математичної фізики. В більшості випадків сформульовані крайові задачі є нелінійними як за шуканими функціями, так і крайовими умовами. Для розв'язування крайових задач математичної фізики побудована значна кількість як аналітичних, так і числових методів.

До побудови математичних моделей підходять двома шляхами: формуються крайові задачі із заданими умовами і тоді проводиться аналіз придатності цієї моделі на практиці; розглядається практична задача з відповідними технологічними та теоретичними обмеженнями і під цю задачу будується математична модель. Уже по самій побудові очевидно, що сформульована математична модель має практичне застосування.

Під математичною моделлю будемо розуміти наступне: параметричний зв'язок між характеристиками процесу (відповідні рівняння або системи рівнянь); аналіз коефіцієнтів, що входять в рівняння, на основі яких визначаються просторові та часові границі дії побудованих рівнянь; побудова початково-граничних умов; формулювання відповідних задач математичної фізики; методи доведення поставлених задач до числа; визначення параметрів адаптації та способів їх знаходження.

Слід зауважити, що на практиці неможливо знайти розв'язок задачі одним методом. Як правило, необхідно поєднувати ітераційні підходи з деяким вибраним методом. Це пояснюється тим, що більшість задач є нелінійними, а вхідна інформація відома, як правило, в дискретному вигляді з невисокою точністю. Сказане стосується математичного моделювання окремих технологічних об'єктів. Значно більша кількість обмежень має місце при моделювання складних динамічних систем. Для прикладу розглянемо математичну модель роботи газотранспортної системи сумісно з роботою підземних сховищ газу.

В цьому випадку математичні моделі можна поділити на два великих класи: прогностні моделі та оперативні моделі.

Моделювання прогностних моделей, як правило, достатньо проводити в усталених режимах їх роботи. При їх побудові не вимагаються жорсткі просторово-часові вимоги.

Моделювання оперативних моделей пов'язане із вимогою задоволення достатньо жостких як обчислювальних, так і технологічних умов. До обчислювальних вимог можна віднести адаптивність моделі та точність шуканого розв'язку. До технологічних – отримання розв'язку з необхідною точністю в заданих просторових межах та час розв'язування задачі. Останнє особливо важливе в тому випадку, коли результати моделі використовуються для прийняття управлінських рішень – час отримання розв'язку задачі повинен бути таким, щоб була можливість керувати процесом, який моделюється.

Зауваження, які відносяться до моделювання складних систем.

- Для моделювання окремих технологічних об'єктів неможна використовувати розбиття їх на окремі частини.
- Систему неможна моделювати поелементно, необхідно будувати модель вцілому, використовуючи певні закони в точках з'єднання технологічних елементів та у вузлових точках.
- Ускладнення математичної моделі не завжди приводить до підвищення її адаптивності.

Наостанок відзначимо, що вимоги до складності побудови математичної моделі процесу та до обчислювального процесу залежать від практичних задач, які розв'язує побудована модель.

## Програмування промислових контролерів на Arduino в ролі сервоприводу з підтримкою Modbus RTU

Саліч М. В., Ткач М. О.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Сервоприводи, тобто приводи зі зворотнім зв'язком, мають широке використання у промисловості. Вони застосовуються як у виробництві, наприклад у верстатах з числовим програмним керуванням, так і у системах автоматизації виробничих процесів, де з їх допомогою керують роботою запірної арматури.

В якості сервомоторів можуть використовуватись двигуни постійного току, асинхронні чи синхронні з редуктором, іноді навіть крокові двигуни.

Промисловістю випускається широкий асортимент сервоприводів різної потужності та конструкції. Але готові рішення мають ряд недоліків, а саме:

- висока вартість;
- залежність від виробника по комплектуючим;
- пропріетарне (закрите) програмне забезпечення;
- відсутність можливості вносити зміни у готовий пристрій;
- необхідність спеціальної підготовки у оператора.

Для вирішення цієї задачі нами було розроблено програмовано логічний контролер на базі Arduino ATmega328. У той самий час давно існують середовища програмування промислових контролерів ПЛК. Вони дозволяють створювати програмне забезпечення для контролерів мовами FBD та LAD. Власне, це швидше, так як графічні середовища дозволяють ефективно малювати принципові чи логічні схеми.

FBD (Function Block Diagram) – графічна мова програмування стандарту МЭК 61131-3. Програма утворюється зі списку ланцюгів, що виконуються послідовно зверху донизу. Під час програмування використовуються набори бібліотечних блоків. Блок (елемент) – це підпрограма, функція чи функціональний блок (I, ABO, HE, тригери, таймери, лічильники, блоки обробки аналогового сигналу, математичні операції та інших.).

Ladder Diagram (LD, LAD, РКС) – мова релейної (сходової) логіки. Синтаксис мови зручний заміни логічних схем, виконаних на релейної техніці. Мова орієнтована на інженерів з автоматизації, які працюють на промислових підприємствах.

Відкритий код було згенеровано за допомогою FLProg, це система візуального програмування плат Arduino мовами FBD та LAD. Реле керування електродвигуном підключено до цифрового виходу плати Arduino ATmega328. Необхідні характеристики, такі як швидкість обертання валу або кут повороту валу електродвигуна задаються потенціометром, що підключений до аналогового входу плати Arduino ATmega328. За допомогою вбудованого аналогово-цифрового перетворювача опір потенціометра перетворюється на керуючий сигнал електродвигуна.

Отже отриманий прототип програмовано-логічного контролера дозволяє:

- зменшити вартість установки;
- масштабувати об'єкт керування;
- змінювати склад підключеного обладнання;
- в перспективі, застосувати широтно-імпульсну модуляцію для більш точного і більш швидкого регулювання;
- просте керування виходом управляючим сигналом;
- вільне поширення проекту завдяки відкритому програмному коду.

Таким чином, відкритий програмний код дозволить адаптувати його для різних систем автоматизації виробничих процесів.

## Універсальна комбінована процедура прийняття управлінських рішень

Самойлов С.П., Український державний університет науки і технологій, Україна

В основі процедури синтезу інтелектуальної системи управління організаційно-технічними процесами та об'єктами, яка пропонується, знаходиться узагальнена задача (проблема), що пов'язана з досягненням організаційно-технічними процесами деякої цілі  $G^*$ :

$$\Psi x \rightarrow y,$$

де  $X$  – вхідні дані і знання ( $x \in X$ ),  $\Psi$  – оператор, метод, спосіб або алгоритм для отримання рішення  $y$ , яке дозволяє досягнути або наблизитись до цілі  $G^*$  при виконанні певних умов (обмежень і зв'язків).

Для рішення вище зазначеної проблеми, що пов'язана з конструюванням (пошуком) оператора  $\Psi$ , пропонується універсальний комбінований метод синтезу управління складними організаційно-технічними системами, який спирається на евристичний алгоритм М. Мінського та базується на спільному використанні евристик, інтелектуальних методів і формалізованих підходів.

Розглянемо змістовну сторону методу. Гадаємо, що маються відомості про початковий стан  $I_0$  організаційно-технічної системи  $F$ , а також про бажаний кінцевий її стан  $I^*$ , що відповідає цілі  $G^*$ .

Оберемо спосіб оцінки відстані між цими станами в деякому метричному просторі. Вибір метрики залежить від простору, в якому описується рух системи, і уподобань або знань лица, що приймає рішення (ЛПР).

Далі рекурсивно із низки бібліотечних методів оберемо «найкращий» метод (спосіб) досягнення цілі. Для цього відомими різними методами (способами) виконаємо пробні («малі») кроки в напрямку цілі, оцінимо в той чи інший метриці ефективність кожного методу і знайдемо «найкращий» із них. В такій рекурсивній процедурі рівноправно використовуються як відомі формалізовані методи, так і інтелектуальні, а також евристичні способи та/або алгоритми досягнення цілі.

Після вибору «найкращого» метода, за його допомогою здійснимо низку «робочих» кроків в напрямку цілі. При цьому після кожного кроку будемо оцінювати відстань  $\rho$  до цілі  $G^*$  (або до  $I^*$ ) і, якщо  $\rho$  мало, то на думку лица, що приймає рішення (ЛПР), або інтерпретатора задача вважається розв'язаною. Інакше, при великому  $\rho$  продовжимо рух до цілі (якщо метод ефективний), або оголосимо (фіксуємо) наступний стан  $I_1$ , якщо метод (спосіб) став неефективний, що визначається за швидкістю збіжності процедури.

Далі повторимо операції вибору метрики, а іноді і цілі, і рекурсивну процедуру підбору ефективного методу чи способу і так далі.

Слід вказати на можливість виникнення ситуації, яку назвемо «нерозв'язністю проблеми (задачі)», яка означає недосяжність  $G^*$  на підставі наявної у процедурі (системи проектування) інформації. В цьому випадку регуляризуємо постановку задачі за допомогою розширення бібліотеки «відповідних» методів за рахунок включення в них нових евристик, способів, формалізованих методів. При вичерпуванні можливостей лица, що приймає рішення (ЛПР), по поповненню бібліотеки методів і способів, регуляризацію будемо проводити за допомогою знаходження псевдо розв'язку, тобто найближчого до цілі  $G^*$ .

## **Електрифікація і електромагнітна сумісність систем тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики та зв'язку**

Серченко М. С., Сердюк К.М., Денисенко Ю.Д., Сердюк Т. М., Скалько В. В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Ботнарєвская Р.В., Університет Твенте, Нідерланди

На сьогоднішній день вирішення проблем електромагнітної сумісності (ЕМС) систем тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики та зв'язку є актуальною задачею, яка ставиться для вирішення як в Україні, так і в світі. Системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) і автоблокування (АБ) використовують рейкові лінії для передачі кодів до локомотивних та приймальних пристроїв рейкових кіл (РК). Також рейки використовуються для передачі зворотного тягового струму від електрорухомого складу до тягової підстанції. Для передачі кодів каналами АЛС застосовуються сигнали на частоті 50 Гц при електротязі постійного струму та сигналами 25 і 75 Гц при електротязі змінного струму та автономній тязі. Через те, що РК являються основним елементом, що забезпечує і контролює безпеку руху поїздів, рейкові кола 25 (75) Гц знаходяться в значно гірших умовах роботи ніж РК 50 Гц, як це було встановлено під час моніторингу стану РК з вагону-лабораторії та під час експлуатації.

Розглядаючи джерела заважаючих електромагнітних впливів виділяються природні та джерела штучного походження. До природніх відносять магнітні бурі та атмосферна електрика, така як блискавки чи грозові хмари. До джерел штучного походження відносять зовнішні та внутрішні джерела. В свою чергу до зовнішніх джерел заважаючих електромагнітних впливів відносять радіолінії, високовольтні лінії електропередач (ЛЕП), промислове обладнання. Внутрішні поділяють на джерела від сусідніх кіл та від сусідніх кабелів.

Для передачі електроенергії змінного струму на далекі відстані використовують високовольтні лінії ЛЕП напругою від 1 до 1150 кВ. У нормальному режимі симетричних ВЛ (при рівності навантажень фаз) напруги і струми в кожному фазовому проводі рівні за величиною і здвигнуті один від одного на  $120^\circ$ . Але в системі зовнішнього електропостачання присутні електромагнітні завади, спектр яких залежить від споживачів.

Слід зазначити, що спектральний склад зворотного тягового струму на дільницях з електротягою змінного струму значно ширший і рівні гармонік тягового струму суттєво більші, ніж на дільниці з електротягою постійного струму.

Таким чином, можна відзначити наступні особливості перетворення гармонійного сигналу: постійна складова струму та усі парні гармоніки включають в себе парні ступені амплітуди вхідного сигналу; амплітуди непарних складових струму є сумою членів, обумовлених непарними ступенями полінома. Джерелами гармонійних складових в системі тягового електропостачання постійного струму є перетворювачі тягових підстанцій і вольтододаткових пристроїв, індуктивно-ємнісні фільтри. Фільтр-пристрої встановлюється з метою зниження електромагнітного впливу тягової мережі постійного струму, що заважає, й підвищення коефіцієнту корисної дії електрорухомого складу на тягових підстанціях. Через наявність гармонік на шинах тягової підстанції, а також у випадку неякісного виконання або поламки фільтр-пристроїв у напрузі тягової мережі, навіть в режимі холостого ходу, з'являються канонічні гармоніки.

Більшість математичних моделей при розрахунках не враховують або зневажають, спрощують деякі параметри рельсових кіл та схеми заміщення електричних тягових мереж. Тому важливим моментом є уточнення схеми заміщення таким чином, щоб стало можливим врахувати більше чинників, які впливають на розподіл гармонік струму і напруги в них, теоретично проаналізувати розподіл напруги і струмів по довжині фідерної зони, знаючи спектральний склад тягового, визначений експериментально.

Науково-дослідна робота пов'язана із виконанням міжнародного проекту MSCA ITN EJD ETUT, Horizon 2020, що підкреслює її актуальність.

## **Використання нейро-нечіткої моделі для виявлення спотворень сигнального струму в тональних рейкових колах**

Радзіховський К. С., Гаврилюк В. І.,

Український державний університет науки та технологій, Україна

Проблема, яка розглядається в роботі, стосується моніторингу спотворень сигнального струму в тональних рейкових колах (ТРК). Зношеність компонентів ТРК, що виникає під час експлуатації, а також електромагнітні завади та несприятливі погодні умови можуть суттєво змінити параметри струму сигналу, що може призвести до затримок або небезпечних ситуацій у русі поїздів. Для забезпечення безпеки системи залізничної сигналізації необхідно використовувати систему автоматичної діагностування, яка дозволяє своєчасно виявляти появу значних збоїв у сигналі ТРК.

Зміни в процесі експлуатації основних параметрів елементів колійних кіл, а саме фільтрів, колійних трансформаторів, рейок і кабелів, відбуваються і розвиваються поступово, що супроводжується поступовими змінами амплітуди і форми імпульсів і пауз в сигналах ТРК на приймачі. введення. Класифікатори з чіткими межами розпізнавання образів не дозволяють виявити дрібні потенційно небезпечні дефекти, збільшення яких може призвести до збоїв у роботі рейкових кіл.

В останні роки широко розповсюджені методи м'якого обчислення, які дозволяють використовувати толерантність до неточності та невизначеності для досягнення надійних та недорогих рішень. Нейро-нечітка модель є потужним методом м'якого розпізнавання станів системи, який дозволяє ідентифікувати не тільки збої в системі, але й невліпові дефекти, що виникають у ній.

Метою даної роботи є дослідження ефективності використання адаптивної нейро-нечіткої моделі для детектування спотворень сигнального струму тональних рейкових кіл.

Струми сигналів для дослідження реєстрували в рейкових колах з несучою частотою 420 Гц і модульованою частотою 8 Гц на вході приймача рейкового кола за допомогою 12-розрядного аналого-цифрового перетворювача та комп'ютера. Частота дискретизації становила 5 кГц. За допомогою аналізу записаних сигналів були виділені сегменти з типовими збуреннями сигналу, які можуть спричинити порушення роботи колійних кіл. Оскільки більшість сегментів записаного сигналу не мають значних спотворень, типові завади були штучно додані до деяких сегментів записаного сигналу, щоб забезпечити необхідну кількість спотворених сигналів для навчання та тестування нейро-нечіткої моделі.

Для дослідження були обрані сигнальні струми з такими типовими спотвореннями: вихідний сигнал з малими збуреннями; сигнали з втратою окремих імпульсів або зниженням їх амплітуд нижче певного рівня, що може бути викликано провалами напруги (струму) під час імпульсів; сигнали з надлишковими імпульсами або наростанням в паузах; сигнали з безперервними завадами; сигнали з різкими імпульсами. Допустимі рівні відхилення параметрів сигнального струму визначаються нормами, спрямованими на забезпечення безпечної експлуатації рейкових кіл.

Для коректної роботи приймача тональних рейкових кіл сигнал на його вході повинен відповідати певним вимогам, а саме мати несучу і модуляційну частоти, а також напругу, значення яких знаходяться в певних межах, визначених технічними характеристиками приймача.

В якості висновків необхідно відмітити, що результати досліджень підтверджують ефективність використання нейро-нечіткої моделі обробки сигналів тональних рейкових кіл для своєчасного виявлення дільниць залізниці з нестабільною або несправною роботою рейкових кіл.

## Дослідження мережевих фільтрів низьких частот

Сердюк Т., Сердюк К., Перельотов А., Куліков Д., Дудрич В.,  
Український державний університет науки та технологій, Україна  
Родіка Ботнарєвская, Український державний університет науки та технологій, Україна,  
MSCA ITN EJD ETUT, Горизонт 2020, Університет Твенте, Нідерланди

Обробка сигналів – один із найчастіше використовуваних засобів для вирішення різних завдань. Ситуація, коли дані змінені різними видами перешкод, викликаними тими чи іншими причинами, цілком природна. Так, наприклад, показання різних датчиків або сигналів бувають спотворені, що може призвести до помилкового рішення поставленої задачі. З метою позбавлення від подібних спотворюючих шумів і застосовується фільтрація сигналів. Фільтрування сигналів – один із методів цифрової обробки сигналів, який використовується з метою отримання корисної складової із зашумленого сигналу.

Для фільтрації сигналів в електров'язку, вимірювальній техніці, системах обробки сигналів, системах автоматичного керування тощо широко застосовують фільтри різних принципів дії з різними характеристиками. Залежно від діапазону частот, що відносяться до смуги пропускання та смуги пригнічення, розрізняють фільтри низькочастотні, високочастотні, смугові, режекторні фільтри. Також застосовуються всепропускаючі фільтри, які мають постійну амплітудно-частотну характеристику на необхідному діапазоні частот, при цьому їх фазочастотна характеристика є заданою функцією частоти.

Пониження шумів в задачах обробки просторових даних в інформаційних системах є необхідним для поліпшення візуального сприйняття проведених випробувань, але може також використовуватися для спеціалізованих цілей, наприклад, для збільшення чіткості при виділенні контурів об'єктів, для попередньої обробки і подальшого розпізнавання тощо.

Фільтри низьких частот (ФНЧ) мають широке застосування у сфері електроніки та приймально-передавальній та вимірювальній апаратурі, у тому числі у вхідних каскадах інфрадинних приймачів і у вихідних каскадах передавачів. Зазвичай вони використовуються для реалізації фільтрів згладжування в системах збору даних та є традиційним підходом до зменшення похибки керуючого сигналу. Вони майже без втрат пропускають електромагнітні хвилі в смузі частот від нуля до заданої частоти зрізу, забезпечуючи загородження від завад у високочастотній області. Для визначення шуму вхідного сигналу використовуються різні схеми. В даній роботі розглянуті такі схеми дослідження, як асиметрична (common mode) та диференційна (differential mode).

Асиметрична схема вимірювання реалізується за допомогою паралельно з'єднаних вхідних та вихідних ліній, а диференційна схема – за допомогою виміру кожної пари вхідних ліній по відношенню до відповідних вихідних ліній, проте кожна лінія, що не використовується. Електромагнітні завади, так звані, шум диференціального режиму – це електричний сигнал, який з'являється в одній або двох лініях у замкнутому контурі. Шум з'являється на двох провідниках замкнутого контуру, він з'являється послідовно з потрібним сигналом, а струм тече в протилежних напрямках.

Метою досліджень було виявити вплив якості заземлення мережевого фільтра низьких частот на виникнення електромагнітних перешкод в діапазоні 10 кГц до 100 МГц. Використовувалося погане, краще та хороше заземлення з короткими та довгими проводами. Виявлено, що на частотній характеристиці фільтра з'являються додаткові резонансні і антирезонансні частоти через вплив паразитних індуктивностей 5 нГн/мм, ємностей та опорів. При чому ці частоти коливаються в залежності від якості заземлення.

## **Електромагнітний вплив гармонійних складових зворотного тягового струму на роботу перегінних і станційних рейкових кіл**

Сердюк Т., Сердюк К., Скалько В., Манжелевський М., Токарев А.,  
Український державний університет науки та технологій, Україна  
Хафте Хаелом Аджена, MSCA ITN EJD ETUT, Горизонт 2020, Університет Нотінгема,  
Велика Британія

Рейкові кола (РК) в зонах постійного та змінного струму служать провідниками для зворотного тягового струму поїзда, кодових струмів та автоматичної сигналізації локомотива. Виходячи з цього, в РК на електрифікованих ділянках забезпечується безперервність електричного кола для проходження тягового струму з урахуванням поділу їх ізостиками. Це досягається за рахунок включення дросель-трансформаторів (ДТ) на двосторонніх РК або тягових з'єднувачів на односторонніх РК, які використовуються для безперервної передачі тягового струму через шляхові нитки колії. Тягові струми першої та другої напрямних проходять через половину шляху ДТ у протилежних напрямках, тому магнітні струми, що утворюються цими струмами в сердечнику ДТ, вирівняні між собою. Отже, коли тягові струми в рейках є рівними, то створені ними магнітні потоки взаємно компенсуються. Однак на практиці тягові струми в рейках неоднакові, тобто існує асиметрія. В результаті тяговий струм і його гармоніки створюють заважаючи напругу у вторинних обмотках ДТ, що, в свою чергу, впливає на роботу РК.

У кодових двониткових колах тяговий струм проходить в одному напрямку вздовж обох рейок. На імпульсне колійне реле можуть впливати гармоніки тягового струму лише в тому випадку, якщо вони в обох нитках мають різну величину. Тоді на головних обмотках ДТ створюється різниця потенціалів гармонійних струмів, яка впливає на спрацьовування колійного реле [14]. Причиною нерівномірності гармонійних струмів в рейкових лініях є їх асиметрія або асиметрія опорів ізоляції по відношенню до землі. Таким чином, відповідно розрізняють поздовжню і поперечну асиметрію рейкових ниток.

Встановлено, що поздовжня асиметрія рейкових ліній виникає через нецілісність рейкової лінії. Опір рейок може змінитися через поганий стан або відсутність з'єднувальних клем, а також через зміну опору з'єднання. Поперечна асиметрія виникає в основному в результаті неякісного з'єднання металевих опор контактної мережі, світлофорних стовпів, мостів, релейних шаф та інших металевих конструкцій залізничного транспорту, розташованих поруч з одним з рейок. Це з'єднання повинно відповідати вимогам безпеки і забезпечувати надійне спрацьовування релейного захисту в разі короткого замикання в контактній мережі. Нерівномірний розподіл гармонійних завад багато в чому залежить від асиметрії опору рейок по відношенню до землі. Найбільший нерівномірний розподіл спостерігається взимку при високому баластному опорі, коли при низькому опорі ізоляції однієї заземленої рейкової нитки можливий високий опір ізоляції іншої нитки.

Здійснено математичне моделювання розподілу гармонік в тяговій мережі по довжині фідерної зони для однорідної та неоднорідної дільниці. Аналіз роботи рейкових кіл 25 Гц показав, що застосування захисних фільтрів дозволяє знизити електромагнітні перешкоди в 2...9 разів. Колійне реле РК 25 Гц спрацьовує при силі струму в рейках 1,5 А частотою 25 Гц і відпускає якір при силі струму вдвічі меншому за струм спрацьовування (приблизно 0,6 А). Також колійне реле буде працювати при силі струму в рейках 3,8 А при частоті 75 Гц і 5 А при частоті 100 Гц. Експериментально-аналітичний аналіз показав, що найбільш небезпечними перешкодами є гармоніки 25, 75, 100 і 125 Гц для колійного реле кодової РК 25 Гц. Причиною виникнення струмових перешкод можуть бути пуск регулятори електричних випрямлячів, щітково-колекторний механізм тягових і допоміжних двигунів, система зовнішнього електропостачання.

## Дослідження роботи електроприводів залізничної автоматики

Сердюк Т., Скалько В., Бешлюєв В., Сакович Б., Четвертак В., Поліновська А.,  
Український державний університет науки та технологій, Україна

Аналітичний огляд сучасного стану конструктивного розвитку стрілочних електроприводів показав, що перспективним є розробка і впровадження стрілочних приводів, в яких використовується єдина координатна база (порожнистий металевий брус) для взаємопов'язаного розташування виконавчого модуля, стрілочної гарнітури та елементів монтажу до стрілочного переводу, рамної рейки та гостряка, що забезпечує точність положення гостряка; зниження рівня динамічних навантажень від рухомого складу внаслідок інерційності і високої жорсткості несучого елемента в 5 ... 7 разів. Пропорційно знижується ризик відмови в механізмах і електричних комунікаціях з причин зносу і руйнувань виробів; виключає засмічення у місці розташування стрілочної гарнітури. Необхідно передбачати заходи і засоби, що забезпечать запобігання механічним пошкодженням стрілочної гарнітури сторонніми предметами та вандалськими діями; виключити технічне обслуговування фрикційної муфти та редуктора, і, отже, вплив суб'єктивного чинника на їхню працездатність; у вузлі електро-комутації автоперемикача виключити ризик відмов типу «підгоряння контактів». Такі приводи є аналогами зарубіжних розробок і є кращими для встановлення на наново проєктованих швидкісних залізницях України. Зменшення числа відмов у вузлах стрілочних приводів дозволить підвищити безпеку на залізничному транспорті за рахунок впровадження сучасних пристроїв автоматики, які дозволять поліпшити показників безвідмовності та ремонтпридатності.

Дано наукове обґрунтування до впровадження нового обладнання в пристроях автоматики – складені рівняння руху стрілочного електроприводу з метою опису фізичних процесів, що відбуваються при переводі стрілки, складена одномасова схема електроприводу та отримано рівняння наведеного моменту.

Виконано аналіз видів несправностей у стрілочних приводах та перекладах. Однією з поширених несправностей є зниження ізоляції лінійних проводів Л1, Л2 двопровідної схеми управління, яка широко застосовується для управління приводами постійного струму.

За результатами експериментальних та розрахункових досліджень було встановлено, що реле ОК залишається під струмом у той час, коли ізоляція одного з лінійних дротів погіршується. Цей висновок було зроблено виходячи з аналізу залежності потужності реле від параметра  $p$ , що характеризує стан ізоляції між лінійними проводами. При незначній зміні потужності реле ОК може залишитися під струмом. Величина напруги на реле ОК перестає бути визначальною, оскільки навіть за напрузі на реле 62,6 ... 72 В реле залишається під струмом, який змінювався не більше ніж 0,4...0,75 А.

Критичним є значення параметра, що відповідає значному погіршенню ізоляції між проводами і може призвести до втрати і або помилкового контролю її положення.

Для виключення несправності виду «занижений опір ізоляції лінійних проводів Л1, Л2» пропонується вдосконалити технологію обслуговування стрілочних приводів, шляхом впровадження нових методів дистанційної діагностики та виконання спільних профілактичних випробувань кабелів автоблокування та ЕЦ.

У результаті дослідження електрифікації залізниць України та проблеми виникнення поломок кабельних ліній показано, що основні проблеми кабельних ліній низької та високої напруги зумовлені такими факторами: зсуви, старіння ізоляції, порушення техніки укладання, земляні роботи, вплив зовнішніх факторів (блукаючі струми, агресивні середовища, термічна взаємодія).



## Дослідження розподілу гармонік тягового струму по довжині фідерної зони

Сердюк Т., Скалько В., Щербатюк О., Усач І., Прокопюк В.,  
Український державний університет науки та технологій, Україна  
Хафте Хаєлом Адхена, MSCA ITN EJD ETUT,  
Горизонт 2020, Університет Нотінгема, Велика Британія

У результаті дослідження електрифікації залізниць України та проблеми виникнення поломок кабельних ліній показано, що основні проблеми кабельних ліній низької та високої напруги зумовлені такими факторами: зсувами, старіння ізоляції, порушення техніки укладання, земляні роботи, вплив зовнішніх факторів (блукаючі струми, агресивні середовища, термічна взаємодія).

Згідно з результатами досліджень, залізнична система постійного струму 3,3 кВ менше впливає на лінії зв'язку, ніж система змінного струму 25 кВ, оскільки магнітний потік, який створюється тяговим струмом, є постійним, а амплітуда пульсації випрямленої напруги мала порівняно із гармоніками у тяговому струмі при електротязі 25 кВ 50 Гц.

Оскільки рейкові кола є основним елементом обладнання, підвищення надійності його роботи потребує значної уваги, особливо в умовах електромагнітного впливу. Проаналізувавши, негативні наслідки порушення тяги залізничного струму, асиметрії тягового струму, блукаючого струму, обмерзання проводів, струму короткого замикання, атмосферних і внутрішніх перенапруг, з метою зменшення їх негативних наслідків важливо зупинитися докладніше на тих факторах, що впливають на функціонування рейкових кіл. Отже, вдосконалення існуючих схем живлення РК для зменшення на них впливу електромагнітних факторів є дуже актуальною задачею.

Провівши дослідження розподілу гармонійних складових тягового струму по довжині фідерної зони за допомогою математичної моделі, в якій рейкове коло розглядається шестиполюсним. Враховуються результати кривої розподілу потенціалів рейкової мережі, струму в контактній і рейковій мережах, струму витоку в однорідній зоні живлення з нерівномірно розподіленим навантаженням і на ділянці з рівномірною рейковою мережею.

Таке зображення кола дає змогу врахувати вплив різноманітних джерел, перешкод та дію зовнішніх факторів, що призводять до зміни параметрів рейкового кола та побачити вплив на роботу сусідніх залізничних споруд, системи автоматики і телемеханіки та залізничного зв'язку.

Досліджено вплив контактних гармонік на лінії зв'язку. Показано, що вплив гармонік на лінію зв'язку зменшується зі збільшенням відстані між лініями зв'язку та контактною мережею. Крім того, зі збільшенням порядку гармонік індукована напруга на лінії зв'язку зростає через резистивну індуктивну природу проводів, тим самим збільшуючи напругу завад. Проте зі збільшенням відстані між лінією зв'язку та контактною мережею наведена напруга на лінії зв'язку зменшувалася. Ці розрахункові значення відображеної напруги на лінії зв'язку можуть бути використані для правильної розводки тягової мережі. Повітряні лінії наразі є найбільш проблемними системами на нашій залізниці, але в умовах воєнного часу забезпечують найбільш надійний зв'язок.

Вдосконалено математичну модель система тягового електропостачання. Встановлено, що у найгірших умовах працюють РК, розташовані поблизу тягових підстанцій і локомотивів, тому що струм гармонік перешкод на них буде найбільшим. Твердження підкреслено експериментальними дослідженнями.

## **Знаходження невизначених параметрів для неповної поточної інформації при розв'язанні задач комбінаторної оптимізації**

Тимофієва Н. К., Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Україна

Прикладні задачі комбінаторної оптимізації, як правило, складні за своєю природою і розділяються на підзадачі, для розв'язання яких розробляють незалежні алгоритми, за допомогою яких основна задача розв'язується послідовною роботою цих алгоритмів або вони працюють як вбудовані процедури в ітераційному режимі. Алгоритм, який об'єднує незалежні процедури, орієнтовані на розв'язання певних задач, називається гібридним або комбінованим. В процесі його роботи при переході від розв'язання однієї задачі до іншої при передачі інформації, яка є розв'язком попередньої на вхід іншого алгоритму, з'являються нові невизначені параметри, які необхідні для розв'язання наступної задачі і які неможливо задати у вхідних даних за умовою. Виникає проблема знаходження параметрів в умовах невизначеності. Такі задачі виникають як в статичних, так і динамічних задачах та задачах, які складно формалізувати. Від ефективного знаходження таких параметрів залежить зручність в експлуатації певних систем, можливість повної автоматизації процесу обчислення.

Розглянемо проектування обчислювальної апаратури, зокрема проектування друкованих плат. Як правило, вхідна інформація в прикладних задачах розділяється на змінну, яка задається для певної індивідуальної задачі, і постійну, яка однакова для серії індивідуальних задач. Постійну інформацію заносять попередньо в бібліотеку і використовують її в процесі розв'язання певної задачі на різних етапах. Використання бібліотечних даних економічно доцільне, коли проектування проводиться для великої номенклатури однотипних виробів. Такий підхід економічно неефективний при великій номенклатурі різнотипних виробів та розв'язанні задач, для яких деякі параметри занести в бібліотеку неможливо. Їх можна задати лише після розв'язання чергової задачі.

Розглянемо задачу автоматичної побудови моделі конструкції друкованої плати і для неї спосіб знаходження невизначених параметрів. На етапі розв'язання задач розміщення модулів і прокладання друкованих провідників необхідна інформація про конструкцію друкованої плати. Як правило, її модель попередньо описується і заноситься в бібліотеку. Оскільки електричні схеми відрізняються одна від однієї елементною базою, то така підготовка проводиться або для підкласу індивідуальних задач, або для кожної задачі окремо. До того ж позиції для установки різногабаритних модулів можна визначати лише після іншого оптимального розміщення. Для автоматичного призначення реальних параметрів на етапі підготовки вхідної інформації вводяться формальні параметри. Реальні параметри генеруються автоматично програмою-генератором.

Для автоматичної побудови моделі конструкції плати розроблено програми, які ураховують попередні результати розв'язання задачі на окремих етапах. Положення модулів і їхніх виводів на друкованій платі визначаються алгоритмом розміщення різногабаритних елементів, у процесі роботи якого проводиться динамічна перебудова установочних позицій на платі з динамічною перебудовою поточних модулів, які зводяться до одногабаритних. Цей процес проводиться до тих пір, поки не буде розміщено найменший за габаритами модуль. Обчислення координат посадочних місць для установки певного модуля проводиться спеціальною програмою із заміною формальних параметрів на реальні.

**Висновок.** Запропонований спосіб знаходження невизначених параметрів для поточної інформації не потребує створення бази даних та дозволяє організувати обчислювальний процес в автоматичному режимі.

## Комп'ютерна система діагностування електричної централізації

Тимошенко Л.С., Український державний університет науки і технологій, Україна

Динамічний розвиток пристроїв залізничної автоматики і телемеханіки з використанням мікропроцесорних засобів та комп'ютерних систем сприяє розширенню функціональних можливостей системи МПЦ (мікропроцесорної централізації), підвищує рівень автоматизації роботи поїзних диспетчерів. Підвищує інформаційну взаємодію з системами управління перевізних процесів більш високого рівня, а також реалізує функції віддаленого моніторингу та діагностики об'єктів. Особливими питаннями ефективної експлуатації об'єктів залізничного сполучення є розлад, неузгодженість між обслуговуванням комп'ютерних систем.

Для безпечної експлуатації руху поїздів використовують процес моніторингу технічного стану - спостереження за станом об'єкта для визначення та передбачення моменту переходу в непрацездатний чи граничний стан. Дослідження питань моніторингу об'єктів транспорту є першочерговою задачею. У дослідженнях наголошується на важливості систем моніторингу для вдосконалення технологій обслуговування систем залізничної автоматики та телемеханіки, а також можливостей визначення передвідмовних станів, прогнозування подальших змін та визначення залишкового ресурсу. Такий стан питання обумовлений рівнем розвитку технологій, які не дозволяють забезпечити безумовну надійність будь-якої технічної конструкції на етапі проектування. При моделюванні функціонування СЗАТ (система залізничної автоматики та телемеханіки) не можна враховувати взаємодію всіх зовнішніх впливів, а також накопичених пошкоджень, що виникають при тривалій експлуатації. Для забезпечення безпеки СЗАТ використовуються можливості моніторингу їхнього технічного стану. В основу вирішення цих недоліків повинні бути покладені принципи синхронізації керуючих дій на рівні дирекції і автоматизованої роботи на станціях. Важлива роль при цьому відводиться роботі залізничної автоматики і телемеханіки, її надійна експлуатація пов'язана зі вживанням профілактичних заходів щодо попередження відмов, що є важливим науково-практичним завданням, актуальним для транспортних технологій на об'єктах залізничного транспорту. Стратегія розвитку систем управління та забезпечення безпеки передбачає насамперед створення комплексної системи. Однією із завдань такої системи є створення мікропроцесорних систем управління станцій та ділянкою на базі обчислювальних засобів з відкритим кодом, а також мікропроцесорних та релейно-процесорних систем з урахуванням самодіагностики та резервування.

Для реалізації поставленого завдання необхідно створити цифрові моделі об'єктів інфраструктури, розгорнути мережі цифрового радіозв'язку, а також удосконалювати системи інтервального регулювання, моніторингу стану технічних засобів та автоматизації окремих технологічних операцій. Розробити структуру комп'ютерної системи моніторингу та діагностики елементів електричної централізації шляхом автоматизації процесу збору та опрацювання даних про стан СЗАТ станцій та ділянок.

## Алгоритм управління устаткуванням складу сипучих матеріалів заводу залізобетонних виробів

Ткачов В. С., Ужеловський А. В., Ужеловський В. О.,  
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Ритмічність роботи заводів залізобетонних виробів залежить від безперебійності забезпечення виробництва сировиною, тобто від чіткої організації роботи складу сипучих матеріалів, тому розробка рішень по удосконаленню управління складами є актуальною задачею.

Технологічне обладнання складу сипучих матеріалів заводу залізобетонних виробів (ЗЗБВ) складається із накопичувальних бункерів, видаткових бункерів, системи конвеєрів із плужковими скидачами та тічками.

Накопичувальні і видаткові бункери оснащені приводами шибєрних заслінок. Конвеєри мають приводи, датчиками швидкості і погонної ваги матеріалу. У видаткових бункерах установлені датчики рівня матеріалу.

Відповідно з технологією переміщення матеріалу на складі система управління має такі контури:

1. Контур управління верхній частиною складу що забезпечує подачу матеріалу з одного із накопичувального бункеру у потрібний видатковий бункер.

2. Контур управління нижній частиною складу що дозволяє вивантажувати матеріал з видаткових бункерів споживачам: в автомобільний транспорт або на ділянку приготування бетонної суміші.

3. Контур збору інформації та обліку переміщення та наявності матеріалів в видаткових бункерах.

Завданнями системи керування складу сипучих матеріалів є:

- забезпечити контроль достатньої кількості матеріалу в накопичувальному бункері;
- подачу матеріалів з визначеного накопичувального бункеру в потрібний видатковий бункер;
- контролювання кількості поданого матеріалу з накопичувального у видатковий бункер;
- видачу заданої кількості матеріалу з визначеного видаткового бункеру споживачу;
- контролювання кількості матеріалу в кожному видатковому бункері.

Розроблені алгоритми управління устаткуванням складу сипучих матеріалів заводу залізобетонних виробів забезпечують реалізацію позначених функцій.

Контроль достатньої кількості матеріалу в накопичувальних бункерах здійснюється по інформації датчиків рівня.

Управління устаткуванням, що забезпечує транспортування матеріалу по визначеному маршруту відбувається в зворотній послідовності переміщенню. Тобто на початку вмикається плужковий скидач конвеєру, що знаходиться над потрібним видатковим бункером, потім запускається стрічковий конвеєр і після виходу його на робочу швидкість включається привод шибєрної заслінки накопичувального бункеру.

Контролювання кількості поданого і виданого матеріалу з видаткових бункерів здійснюється за допомогою датчиків швидкості переміщення стрічки конвеєрів і датчиків ваги матеріалу на стрічки. Добуток інформації цих датчиків для кожного конвеєра визначає витрати матеріалу, що переміщує конвеєр. Інтегрування цієї інформації дозволяє визначати кількість матеріалу, що надійшли і видані з конкретного видаткового бункера.

Актуальна кількість матеріалу в кожному з видаткових бункерів визначається як алгебраїчна сума кількості початкового стану завантаження бункера, матеріалу, що надійшло і витрачено.

Реалізація наведеного алгоритму управління устаткуванням складу сипучих матеріалів заводу залізобетонних виробів дозволить контролювати переміщення матеріалів по складу, надавати інформацію персоналу і сумежних систем управління технологічними процесами таким, як управління бетонозмішувальним вузлом, відділу постачання та планування виробництва о наявності і кількості сипучих в бункерах, що суттєво підвищить культуру виробництва заводу залізобетонних виробів.

## **Нечітка система подолання перешкод для безпілотного літального апарату**

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

Потреба в безпілотних літальних апаратах (БПЛА) обумовлена необхідністю проведення військових і цивільних операцій без екіпажу на борту. Прикладами таких операцій є: транспортування небезпечних вантажів, проведення розвідки важкодоступних районів, в яких отримання інформації звичайними засобами, включаючи авіарозвідку, ускладнене або ж наражає на небезпеку здоров'я та навіть життя людей. Застосування БПЛА для розвідки та транспортування небезпечних вантажів, підвищує вимоги до систем автоматичного управління БПЛА та навігаційного забезпечення польоту. Керування БПЛА за допомогою оператора при охопленні значних територій вимагає вдосконалення системи контролю та керування БПЛА, також існує проблема пов'язана з подоланням перешкод при автоматичному управлінні БПЛА. Тому актуальною задачею є розробка системи подолання перешкод при автоматичному управлінні БПЛА у випадках надзвичайних ситуацій, в пошукових та інших роботах.

При автоматичному керуванні БПЛА одним з завдань є формування траєкторії руху БПЛА, включаючи автоматичне маневрування для обходу перешкод. У разі відсутності інформації про точне розташування перешкод доцільним є управління на основі нечіткої логіки.

Запропоновано нечітку систему подолання перешкод для БПЛА. В роботі наведено схему нечіткого логічного висновку. Сукупність значень нечітких вхідних лінгвістичних змінних та вихідних лінгвістичних змінних утворює нечітку базу даних, сукупність правил нечітких продукцій утворює нечітку базу знань. Кожне нечітке число представлене трикутними або трапецієподібними упорядкованими дійсними числами та задано функцією належності. Для опису простору в напрямку руху БПЛА використовуються вхідні сигнали датчиків. Після обминання перешкоди навігація БПЛА може здійснюватися за допомогою GPS. Простір в напрямку руху БПЛА поділено на п'ять секторів, в яких аналізується наявність перешкод та відстань до них. Тому введено три вхідні лінгвістичні змінні – дві для аналізу розташування перешкоди (лінгвістичні змінні «Горизонталь» та «Вертикаль») та одна для аналізу відстані до перешкоди (лінгвістична змінна «Відстань»). Щодо вихідних змінних, в залежності від розташування перешкоди літальний апарат буде змінювати кут ризику, швидкість руху та висоту БПЛА. Введено три вихідні лінгвістичні змінні – «Кут», «Швидкість» та «Висота» та побудовано їх функції належності.

В роботі покроково описано методику керування переміщенням БПЛА для подолання перешкод. Складено базу нечітких продукційних правил виду: якщо «значення вхідних змінних», то «значення вихідних змінних». Побудова функцій належності термів лінгвістичних змінних була здійснена в середовищі пакету Fuzzy Logic Toolbox, що є розширенням системи наукових та інженерних розрахунків Matlab. В якості нечіткого висновку використано систему нечіткого висновку типу Мамдані. За допомогою програми перегляду правил системи нечіткого виведення (Rule Viewer) та програми перегляду поверхні системи нечіткого виведення (Surface Viewer) Fuzzy Logic Toolbox проаналізовано результати створеної нечіткої системи. Розроблений в роботі підхід до запобігання зіткненню БПЛА з перешкодами на основі апарату нечіткої логіки відрізняється від відомих аналогів способом координатії БПЛА, сукупністю керуючих правил. Застосування апарату нечіткої логіки дозволяє успішно вирішувати завдання формування траєкторії руху БПЛА в залежності від розташування перешкоди та відстані до неї.

## **Інтелектуальні процедури процесів розформування - формування багато групових залізничних составів**

Третяк М. О., Горячкін В. М.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Економічний стан країни напряму залежить від розвитку транспортної галузі, а розвиток сучасних логістичних технологій і системи транспортної логістики може значно знизити витрати на транспортну логістику транспортних підприємств, що особливо важливо. У випадку України основою для побудови мережі транспортно-логістичних систем є існуюча залізнична мережа та її інфраструктура, включаючи транспорт, термінали та склади.

Метою роботи є розробка методів економічного забезпечення та організації ефективного управління транспортно-логістичними системами підприємств залізничного транспорту шляхом моделювання процесу управління транспортно-логістичним процесом. Виконання та оптимізація завдань з перевезення вантажів вимагає оперативної обробки великого обсягу інформації з різних джерел і різних ланок логістичного ланцюга.

Важливість дослідження зумовлена тим, що в умовах ринкової економіки тільки високоорганізовані підприємства з якісним управлінням можуть досягти ефективної роботи. Розроблена модель має бути спрямована на вдосконалення транспортного процесу, підвищення ефективності використання рухомого складу, скорочення його простоїв, порожніх пробігів та нераціональних перевезень.

З огляду на вищесказане під час дослідження були поставлено наступні задачі:

- розглянути основні алгоритми пошуку оптимального маршруту;
- провести аналіз даних алгоритмів та вибрати один із них для практичної реалізації;
- розробити програмний код вибраного алгоритму та реалізувати його у вигляді програмного додатку.

Виходячи з наведеного, під час розробки інформаційної моделі управління транспортно-логістичними послугами при організації транспортного агентства, можна виділити такі етапи її створення:

1. Формулювання постановки проблеми, для якої визначаються задана точність і цілі.
2. Аналіз об'єктів дослідження. На цьому етапі вибираються окремі складові логістичного процесу і деталі їх виконання, щоб окреслити їх і при необхідності вплинути на ситуацію.
3. Розробку та побудову інформаційної моделі об'єкта.

Розробка спрямована на те, щоб створити програмний додаток, який дозволить сортувати, формувати/розформувувати залізничні состави відповідно до маршруту(пунктів призначення окремих вагонів), додавати або змінювати конфігурацію составу в пунктах призначення, за необхідності змінювати маршрут. Побудова моделі полягає у створенні конкурентного програмного забезпечення для використання як на будь-яких підприємствах з метою оптимізації та підвищення економічності процесів перевезення.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження запропоновано методику організації управління логістичними потоками транспортного підприємства, визначено показники економічного забезпечення функціонування транспортно-логістичної системи. Розроблено детермінований підхід для моделювання транспортних і логістичних систем і використання математичної статистики та ймовірнісних методів, властивих логістичній організації транспортних процесів, для вирішення питання обґрунтованого підходу щодо перевезень, формування-розформування составів, визначення оптимальних маршрутів та сортування составу відповідно до них.

## **Розробка параметричної моделі для створення макету швидкозведеної будівлі з використанням 3D-принтера та дослідження її вартості**

Узлова М.Ю., Журба А.О., Український державний університет науки і технологій, Україна

У світі давно і гостро постає проблема нестачі житла. За даними міжнародної організації World Resources Institute's Ross Center for Sustainable Cities, дахів над головою позбавлені понад мільярд людей.

Житлову проблему можна вирішити за допомогою тривимірного друку. Особливо гостро це питання постало перед Україною через загарбницьку війну з агресором – Російською Федерацією. Зруйновано безліч будівель промислового, адміністративного і житлового призначення. Люди переміщуються всередині країни і від'їжджають за кордон в пошуках безпечного життя, мешкають в гуртожитках, пристосованих під житло приміщеннях громадського призначення в умовах відсутності достатнього особового простору і звичного комфорту. Ця проблема, як сніжний ком, зростає з кожним днем війни і потребує швидкого сучасного і економічного вирішення із залученням новітніх технологій і світового досвіду в будівництві.

Технологія 3D-друку - це інноваційний метод, який дозволяє швидше та більш економічно будувати доступне та якісне житло. У будівельній галузі 3D-друк можна використовувати для створення компонентів конструкцій або для «друку» цілих будівель. Системи 3D-друку, розроблені для будівельної галузі, називаються «будівельними 3D-принтерами».

Промисловий 3D-принтер для будівництва будинків – це ЧПУ-верстат. Тільки замість свердління отворів або розрізання лазером металу за заданою траєкторією наноситься тонкий шар витратного матеріалу. Потім один за одним поверх першого додаються наступні шари до тих пір, поки принтер не надрукує завантажену в його пам'ять об'ємну модель.

3D-принтер дозволяє роздруковувати цементні будинки – швидко, економічно та якісно. Для цього 3D-модель будинку створюють у CAD-програмі. Потім її «розрізають» на тонкі шари, які по черзі від нижнього до верхнього відправляють на друк. У результаті виходить конструкція з великими пустотами всередині, що додає будівлі теплоізоляційні властивості за рахунок повітряного прошарку вздовж всього периметру.

Для того, щоб принтер отримав програму своєї роботи, необхідно створити точне креслення – проект будівлі. Для цієї мети у роботі використовується програма автоматизованого проектування (САПР) OpenSCAD.

Для друку будівлі за допомогою будівельного 3D-принтера необхідно зберегти лістинг у підтримуючому STL-формат будівельному принтері, програма якого зчитує файл, аналізує його і формує алгоритм друку. Матеріал для зведення такої споруди за допомогою будівельного 3D-принтера – цементна суміш.

За рахунок дуже швидкого будівництва з мінімальними витратами на заробітну плату робітникам можна досягнути значного економічного ефекту порівняно з традиційним методом будівництва з використанням силікатної цегли і фундаменту із армованого бетону.

В роботі також було проведено дослідження вартості будівництва традиційним та інноваційним методом. Капітальні річні вкладення на будівництво інноваційним методом у розглянутому проекті перевищують витрати на будівництво традиційним методом на 7 923 576 грн.

В наш складний час будівництво є галуззю, яка найбільше потребує капітальних вкладень і в найшвидші строки. Спричинені війною руйнації залишили мільйони українців без житла. Тому інноваційна технологія будівництва з використанням будівельного 3D-принтера може допомогти вирішити цю велику соціальну проблему якісно, швидко з урахуванням економічного використання коштів.

## Ефективна реалізація методики агрегованого оцінювання автотранспортної системи великого міста

Яджак М. С., Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача  
НАН України, Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Автотранспортна система (АТС) великого міста є прикладом реальної системи із частково впорядкованим рухом потоків. У ній лише частина потоків проходить за певним встановленим графіком. Відомі математичні моделі достатньо адекватно описують процеси, що відбуваються в АТС у некритичних умовах її функціонування, але не можуть вирішити, наприклад, проблему критичного завантаження шляхів у години пік, визначити причини виникнення заторів тощо. Застосування методів інтерактивного оцінювання поведінки систем із повністю впорядкованим рухом потоків, як засобу неперервного моніторингу функціонування АТС є не зовсім зручним через наявність значної кількості негативних випадкових впливів (дорожньо-транспортні пригоди, кліматичні умови, загрози терористичного акту, початок військових дій, техногенні аварії, протестні акції населення, паломницькі походи вірян тощо), які порушують усталений режим функціонування. Тому для оцінювання стану та процесу функціонування АТС міста була запропонована інтерактивна методика на основі методу  $U$ -статистик. Ця методика поєднує локальне, прогностичне та агреговане оцінювання і використовує значні обсяги вхідних даних, які надходять у режимі реального часу. Отже, для ефективної реалізації згаданої методики потрібно розробляти та досліджувати паралельні алгоритми оцінювання, зокрема і агрегованого.

Процедура агрегованого оцінювання загалом ґрунтується на побудові узагальнених висновків ( $V1 - V4$ ) для сукупностей локальних оцінок шляху, які характеризують відповідно стан елементарних ділянок, ребер, підмереж районів (з урахуванням пріоритетності окремих ребер) та всієї інфраструктури АТС (з урахуванням пріоритетності окремих районів), а також висновків ( $V5 - V8$ ) для сукупності локальних оцінок світлофорів, які характеризують ефективність роботи на шляхах міста окремих світлофорів, світлофорів регульованих перехресть, районів (з урахуванням пріоритетності окремих перехресть), міста (з урахуванням пріоритетності окремих районів).

Агреговане оцінювання варто здійснювати і для аналізу поточної автотранспортної ситуації, що склалася на окремому маршруті руху засобів громадського транспорту, в районі міста або його АТС загалом. Для цього необхідно будувати відповідно узагальнений висновок ( $V9$ ) про поточну завантаженість маршруту (з урахуванням пріоритетності окремих ребер) та висновок ( $V10$ ) про ефективність роботи світлофорів на маршруті (з урахуванням пріоритетності окремих світлофорів); узагальнений висновок ( $V11$ ) про поточний стан автошляхів окремого району (з урахуванням пріоритетності ребер) та висновок ( $V12$ ) про ефективність роботи світлофорів окремого району міста (з урахуванням пріоритетності світлофорів); узагальнений висновок ( $V13$ ) про поточний стан автошляхів міста загалом (з урахуванням пріоритетності ребер) та висновок ( $V14$ ) про ефективність роботи світлофорів міста (з урахуванням пріоритетності світлофорів).

Для ефективної реалізації згаданої методики агрегованого оцінювання на сучасних паралельних обчислювальних засобах (кластерах, гібридних архітектурах, комп'ютерах з багатоядерним процесором) нами застосовано крупноблочне розпаралелювання обчислень і побудовано відповідні алгоритмічні конструкції, в яких використано повністю автономні гілки. Вигляд алгоритмічних конструкцій залежить від задачі оцінювання. Наприклад, одночасно можна формувати набори висновків  $V1 - V4$  та  $V5 - V8$ , а також  $V9 - V12$ ,  $V13$  та  $V14$ . Крім цього, кожен висновок може бути сформований одночасно для декількох однотипних об'єктів (елементарних ділянок, ребер, перехресть, районів, маршрутів). Повністю автономні гілки дозволяють без проблем відображати розроблені паралельні алгоритми на високопродуктивні обчислювальні засоби зі спільною та розподіленою пам'яттю.



## **Інтелектуальна сенсорна мережа для моніторингу технологічних параметрів експериментального мотовоза МТ-1**

Яремик Р.Я., Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Для експериментального мотовоза вітчизняного виробництва типу МТ-1, який відноситься до залізничних тягових машин для технологічного обслуговування колій, у Харківському КБ ім. А. Морозова створена унікальна гід्रोоб'ємно-механічна трансмісія (ГОМТ), що забезпечує передачу механічної енергії від дизельного двигуна до колісних пар з допомогою гідростатичної (гідрооб'ємної) передачі і безступінчасте регулювання крутного моменту двигуна без розриву потоку потужності. Високі ресурсні та техніко-експлуатаційні параметри ГОМТ: оптимальне завантаження дизельного двигуна по потужності на всіх режимах роботи, зменшення витрати палива досягаються динамічним управлінням комплексом гідравлічних електронкерованих дискретних та пропорційних виконавчих пристроїв (гідромоторів, гідронасосів, гідророзподільників) з врахуванням еволюції їх передаточних характеристик внаслідок температурних і часових дрейфів. Для коректного вирішення задач управління мехатронними вузлами мотовоза в ЛНУ ім. І. Франка розроблено інтелектуальну вимірювально-управляючу систему, що функціонує на основі інформаційних технологій, активного використання апріорної інформації та модельних представлень про об'єкти керування. Важливе місце в програмно-апаратній реалізації системи керування відіграє підсистема інтелектуального моніторингу інформаційних сигналів сенсорних елементів та вимірювальних перетворювачів, встановлених на всіх ключових виконавчих механізмах і вузлах.

Навність значної кількості сенсорних елементів і цифрових датчиків, що реєструють технологічні параметри (температура, тиск, оберти, швидкість та ін.), які необхідні для оптимального керування режимами роботи силової установки і ГОМТ, вимагають розв'язання задачі аналізу багатовимірних даних в реальному масштабі часу. Особливістю реалізації розробленої сенсорної мережі є застосування програмованих систем-на-чипі (programmable system-on chip, PSoC) фірми Infineon Technologies (Cypress). Створено технологічну платформу динамічно-масштабованої архітектури інтелектуальних вимірювально-обчислювальних модулів на кристалі, яка дозволяє на програмній основі генерувати електричні схеми вимірювальних каналів вторинних перетворювачів для роботи із заданими типами сенсорних елементів. Розроблений пакет прикладних програм реалізує базові операції роботи зі всіма апаратними і програмними ресурсами та основний алгоритм роботи сенсорної мережі в реальному масштабі часу.

Окрім функції формування масиву даних поточних результатів вимірювання технологічних параметрів механічних, гідравлічних, пневматичних вузлів і механізмів, розроблена сенсорна мережа реалізує інші важливі сервіси:

- запис поточних даних технологічного стану мотовоза в енергонезалежну пам'ять та передачу їх через GSM канал на диспетчерський сайт для архівування;
- можливість дистанційної діагностики стану мережі та корекції керуючої програми із застосуванням безпроводних інтерфейсних технологій;
- формування бази даних змін передаточних характеристик сенсорів внаслідок впливу технологічних факторів та часових дрейфів та їх корекція на програмній основі.

В даний час експериментальний мотовоз МТ-1 експлуатується на складній гірській ділянці самбірської дистанції колії Львівської залізниці.

## Дослідження імітаційної моделі роботи складального промислового цеху

Яшина К.В., Лимар Н.М., Белий О.Є.,  
Дніпровський державний технічний університет, Україна

Моделювання є важливим засобом розв'язання багатьох економічних задач і, зокрема, проведення аналітичного дослідження. Однією з найбільш ефективних і поширених мов моделювання складних дискретних систем у даний час є мова GPSS. Вона може бути з успіхом використана для моделювання систем, що формалізуються у вигляді систем масового обслуговування.

Авторами використано мову GPSS для побудови імітаційної моделі складального цеху. У складальному цеху з агрегатів двох типів монтується готові вироби. Агрегати першого (другого) типу надходять до цеху через інтервали часу, розподілені нормально з математичним очікування  $m_1(m_2)$  хвилин і середньоквадратичним відхиленням  $\sigma_1(\sigma_2)$  хвилин. Агрегати першого типу надходять на операцію налаштування ОН1 з тривалістю операції  $T_1$  хвилин. Агрегати другого типу надходять на операцію налаштування ОН2 з тривалістю  $T_2$  хвилин. Монтування агрегатів для отримання готового виробу може початися тільки за наявності одного агрегату першого типу і двох агрегатів другого типу і тільки після монтування попереднього виробу. Монтування агрегату першого типу займає  $T_3$  хвилин, двох агрегатів другого типу -  $T_4$  і  $T_5$  хвилин, відповідно. Операції монтування проводяться паралельно. Тривалість кожної операції залежить від кількості задіяних на ній робітників. На ділянці може бути зайнято не більш  $N$  робітників. Заробітна плата одного робітника складає  $Z$  одиниць вартості за 1 годину. Вартість зберігання одного агрегату кожного типу в цеху впродовж 1 години складає  $S$  одиниць вартості. У цій моделі транзакт – це агрегат певного типу. За одиницю модельного часу приймемо 1 хв. Пристрої – це операції налагодження агрегатів першого та другого типів та монтування. Кожен з пристроїв є багатоканальним. Функція Normal () задає нормальний закон надходження агрегатів першого (математичне очікування -  $m_1$ , середньоквадратичне відхилення -  $\sigma_1$ ) та другого (математичне очікування -  $m_2$ , середньоквадратичне відхилення -  $\sigma_2$ ) типів. Транзакт кожного типу під час обробки проходить певну послідовність блоків. Блоки ENTER - ADVANCE – LEAVE використовуються для моделювання операцій налагодження та монтування агрегату певного типу. Кількість робітників, що працюють для виконання кожної операції, задається за допомогою операції Storage. Блок TEST використовується для перевірки кількості наявних агрегатів першого або другого типу. Допоміжні параметри та параметри, що треба визначити під час моделювання, є величинами, що зберігаються за допомогою блоку SAVEVALUE. Початкове значення цих параметрів визначається за допомогою операції Initial. Блок MARK використовується для визначення часу перебування агрегату кожного типу у моделі від моменту надходження до початку операції монтування. Час моделювання дорівнює 8 год та задається за допомогою блоків GENERATE – TERMINATE – START.

Розроблена модель дозволяє зробити наступні висновки та надати рекомендації:

1. За один експеримент з моделлю неможливо визначити оптимальну структуру цеху. Ця процедура неминуче виявляється ітеративною і вимагає генерації і перевірки безлічі гіпотез. Для кожної гіпотези слід провести декілька експериментів з моделлю, щоб отримати результати з потрібною точністю.

2. Перед проведенням експериментів безліч гіпотез упорядковують за величиною збільшення матеріальних витрат на впровадження гіпотези. Для цього прикладу найкращою, з економічної точки зору, є гіпотеза яка забезпечує мінімальні загальні витрати, що складаються з витрат на оплату праці та зберігання агрегатів кожного типу від моменту надходження до початку операції монтування.

## Methods for calculating the impedance of rails

Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom

Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands

Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies

The paper presents a comparative analysis of methods for calculating the impedance of rails with the results of experimental studies, which is of considerable practical interest for calculating tables for adjusting tonal track circuits.

Correct rail impedance values for the frequency range on which the track circuits operate are necessary for accurate calculation of the track circuit adjustment tables. The literature contains the values of the impedance of rails of type P65 with a gauge of 1520 mm for a number of frequencies, as well as theoretical formulas that allow calculating the impedance of rails. But the available data are contradictory and incomplete.

The impedance values given in the literature for the UIK 60 type with 1435 mm gauge rails are possible only for a qualitative comparison of the frequency dependences for the R65 type rails for the 1520 mm track. In particular, there are detailed results of measuring the active and reactance of UIC 60 rails in the literature.

To calculate the impedance of conductors located above the ground, several methods have been proposed based on serious theoretical studies, but there is no verification of the adequacy of these formulas for calculating the impedance of rails in the literature. At the same time, the rails have specifics associated with their close location above the ground and low resistance between the rails and the ground.

The purpose of the work is to conduct a comparative analysis of the methods for calculating the impedance of rails with the results of experimental studies.

To calculate the impedance of R65 type rails for 1520 mm gauge and UIK 60 for 1435 mm gauge, the methods proposed by Carson, Poliachek and the method of complex images proposed by Derry et al. were used. The correction terms for the self and mutual impedance of the rails due to earth path were determined by using Carson's method with representation of integrals as infinite series and the complex image method.

Calculations have been performed for next parameters of tracks: perimeter of rail cross-section is  $P_r=0,7$  m, distance between axes of one track rails is  $d_{ij}=1.6$  m, height rails above a ground is  $h_i=0.5$  m, conductivity of the ground is  $\sigma_g=0.1$  Sm/m, steel resistivity is  $\sigma_s=0.21$  Ohm mm<sup>2</sup>/m, steel relative permeability is  $\mu=100$ .

Calculated frequency dependencies of the AC impedance of R65 type rails are in good qualitative agreement with literature data for rails UIC60 in frequency range 100...105 Hz.

The results for rails of R65 type with 1520 mm gauge calculated according to Carson's method and complex image method differ from reference data presented in literature, and these differences increase with increasing of frequency. Such behavior may be due to error of calculation methods caused by small height of rails above lossy ground and high electrical conductivity between rails and a ground.

Conclusions. The results of calculation for rails of R65 type and track of 1520 mm gauge according to Carson's method and complex image method differ from literature data, and these differences increase with increasing of frequency. Such behavior may be due to error of calculation methods caused by small height of rails above lossy ground and high electrical conductivity between rails and ground. Observed miscalculation of the AC impedance of R65 type rails for frequencies  $>103$  Hz can be eliminated by using correction factors in calculation expressions.

## **Study of the distribution of traction current harmonics in rails**

Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom

Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands

Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies

Monitoring the distribution of traction current harmonics in rails is of practical interest to ensure the safety of train traffic. The paper presents the results of a comparative analysis of experimental and computational methods for determining the distribution of traction current harmonics in rails.

Recently, part of the failures in railway signaling systems is associated with the operation of new types of rolling stock equipped with electronic static pulse-width modulation converters, which create interference in track circuits with frequencies up to several tens of kHz. To ensure the EMC of new types of trains with signaling systems, they must be subjected to acceptance testing, during which the measurements of electrical interference from them in rails should be carried out for all modes directed by European and national regulations.

These acceptance tests are carried out with one train at the railway section, while in further operation the several trains can be simultaneously in operation at the same section. Also, it is necessary to evaluate interference in track circuits for all train operating modes predetermined by norms and standards, taking into account possible simultaneous variations of several outer factors (for example, resistance of track ballast) that can adversely affect train movement safety. Therefore, computer simulation is widely used to investigate the causes of failures in the operation of signaling systems caused by electromagnetic interference.

The purpose of this work is to perform the comparative analysis of experimental and calculation methods for determination of the distribution of traction current harmonics in rails.

AC electrified railway section was chosen for the measurements at a sufficiently large distance from the traction substation to reduce the background current in the traction network. Traction current was measured in circuit of the inter-throttle jumper with using an inductive contactless sensor (Rogowski coil). The signal current sensor was digitized using a 10-bit analog-to-digital converter (ADC) with a sampling frequency of 5 kHz and then was registered using computer.

The distribution of the return traction current harmonics in rails for AC and DC feeding systems and their influence on the track circuits is modeled usually by using the multi-conductor transmission line model.

The traction current harmonics in rails were determined by spectral analysis of the traction current, measured when the train was approaching and passing through the measurement point.

In this work the comparative analysis of experimental and calculation methods for determination of the distribution of traction current harmonics in rails have been carried out. To investigate the distribution of traction current in the rails, the special marks ("flags") were set up at a certain distance (100, 300 and 500 m) from the point of measurement along the track. The train was moving in the measuring section in a quasi-stationary mode with an average speed of about 48 km/h. The distribution of the return traction current harmonics in rails for AC feeding systems were modeled by using the multi-conductor transmission line model.

Conclusions. The results of calculating the distribution of harmonics of the traction current in the rails significantly depend on the values of the specific conductivity of the earth and the conductivity of the rail-to-ground. With correct values of these parameters, the difference between the calculated and measured values does not exceed 5%.

## Analytical review of reversible traction substations

Muhammad Jaseel Ka, University of Nottingham, United Kingdom  
Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies

In recent decades, the main challenges and concern of researchers in the field of DC traction is the increase in energy efficiency. To reduce the CO<sub>2</sub> emission, and reuse the regenerative energy breaking efficiently. Urban transportation is faster and so is not always receptive. They regenerative braking energy after using by the auxiliary service needs is send back to DC rail grid to use it by the nearby train, which is accelerating. Most of the time, if there is no nearby train accelerating, the energy produced in used by breaking resistors to dissipate energy.

In general, electric train operation can be divided into four modes: acceleration, cruising, coasting and braking. For light railways, cruising mode is almost neglected. Since the distance between the passenger stations are 1-2 miles, acceleration and breaking are more common so the energy storage designed should be large and consumes huge space to accommodate this, so Regenerative inverter is more appropriate.

Thyristor converter antiparallel with diode rectifier was the first choice for regenerative inverter. The current ratings are about half of the forward rectifier, and this reduces the cost by about 20–25 %. As we explained, harmonics in 6 pulse TCI is higher, so we need to consider 12 pulse to keep it under the IEEE standard. And also, we need an auto transformer to increase ac 10-15% and dc reactors to limit the circulating current between diode rectifier and TC inverter.

Because of the harmonics and all these disadvantages, we went for PWM inverter antiparallel to diode rectifier. it allows not only the energy recovery, but also complementary functions, such as: the grid harmonics compensation by operating like an APF. Since the topology is Active Front End, we need DC voltage to be higher than the secondary voltage of traction transformer. So, a DC-DC boost converter was used in between DC grid and inverter. This can also be bidirectional so that it can assist the voltage variation. Control methods implemented was based on d-q theory. But the disadvantage of this topology is that the combined loss of this PWM and DC-DC converter combines 6 times higher than in Thyristor controlled Inverter of the same current.

The next advancement was changing diode rectifier in reversible substation to thyristor-controlled rectifier. Reversible Thyristor Controlled Rectifiers is two thyristor-controlled rectifiers connected antiparallel. TCR is able to transmit the energy either from AC to DC or vice versa, allowing the braking energy recovery. In addition, through desirable voltage control, the voltage regulation, current limiting, and proper operation of the converter are ensured as we discussed as the advantages of TCR. By using the same transformer for both thyristor-based bridges, the increasing of the transformer power is estimated to be ~20–30 % when compared to a diode rectifier transformer for the similar power.

A new concept was brought by Alstom's R and D called HESOP (harmonic and energy saving optimizer) which is new type of reversible substation with thyristor controlled rectifier antiparallel with PWM inverter. It has all the advantages of thyristor rectifier as well as the PWM inverters.

Advanced HESOP is the latest concept from Alstom's R and D as a reversible substation with a single converter operating as both rectifier and inverter. It is suitable for trams, metro and suburban railways. It consists of a traction transformer, 1 AC filter to smooth the harmonics and control the power factor, and a converter which can feed the DC grid for the traction purpose and also feed the grid with the regenerative energy without losing 99 % of braking energy.

New topology to reduce the current through each IGBT is required so that the total loss from the converter can be reduced and also, we can increase the spacing between the substations if we can supply a constant output voltage even in high rated current.

## **Prospects for the use of renewable energy sources for backup power supply of crossing signaling devices**

Nibaruta Regis, University of Twente, Netherlands

Havryliuk V.I., Ukrainian State University of Science and Technologies

In recent decades, the world has turned its attention to renewable energy supply in an attempt to fight climate change and global warming. Passenger and freight transport demand has seen a substantial increase around the world, and it will continue to rise in the vicinity of main urban areas, with unsustainable environmental consequences. The current transportation model in all its forms is, without a doubt, unsustainable. Any increase in mobility implies serious pollution issues as well as increased energy demand, which, combined with a scarcity of natural resources, projects a dark future.

From an economic and environmental point of view, research towards the development of alternative energy options for the transportation industry is deemed indispensable. Over the last two decades, significant efforts have been made and continue to be made, not only in terms of technology, but also in terms of regulation, to reduce the adverse impact of transportation and promote sustainable development.

For a variety of reasons, urban railway systems play a vital role in the long-term development of cities, the most significant of that is their relatively low power consumption to transport capacity ratio. Despite this, substantial improvements in energy efficiency are required to maintain their clear advantages above all other forms of transport in a world dominated by rising capacity demands and electricity bills.

The increased attention in the utilization of energy storage technologies to enhance the functioning of tramways has triggered evolving verification methods and excellent energy storage units in order to glean profits and lower the cost of installation. Recently, the quick expansion of photovoltaic energy as renewables has also fueled the substantial interest in coupling renewable energy and storage units.

While renewable energy provides a cleaner and less expensive energy source, it is critical to assess the potential application of solar energy systems with storages which can produce sufficient electrical energy for the level crossing equipment.

Level crossing equipment are critical loads which cannot tolerate even the briefest lapse in power flow for safety reasons. They require uninterrupted and reliable power supply in order for the crossing to stay functioning at all times. Level crossing mains power is traditionally supplied by the railway supply typically at 210/220VAC or supplied by batteries in case of DC devices for a voltage of  $12 \pm 5$  VDC. Nearly half of the catastrophic train accident risk on Britain's railways is attributed to level crossings. Office of Rail Regulations (ORR) believes that safe level crossing design, management, and operation can reduce risks, influence user behavior, and thus reduce the number of fatal and serious incidents.

This study aims to assess the possibilities of using renewable energy sources in the form of photovoltaic panels and battery energy storages for powering automatic devices on the rail-road crossing. Data will be collected, and an in-depth analysis will be performed to assess the possibility of supplying the level crossing equipment using PV and battery storages. A demand-supply analysis will be carried out in this study to compute the system availability. The study will include details on Maximum Power Point Tracking algorithm, and energy management strategy of system to insure an uninterrupted supply of the equipment.

## **Automated system for monitoring air quality in railway accident sites**

Shalabayeva M., Ph.D student, Kazakh University Transportation Communications, Almaty, Kazakhstan

Mazin Al Hadidi, Associate Professor, Ph.D, Computer Engineering, Dep.of Computer Engineering, Engineering Faculty, Al, Jordan

In the event of accidents in railway transport (hereinafter referred to as railway AS), the head of the operational headquarters, in difficult conditions, the lack of complete and sufficient information about the cause-and-effect relationships between the components of such a situation, it is necessary to make a certain number of decisions. Such decisions are influenced by any information from the railway station site, including information related to the state of the environment. As part of our research, a mobile automated air quality monitoring system (MAAQMS) was developed. Such a system can be used in places of emergency (or technogenic accidents), for example, in railway transport (RT).

Based on the research, the following results were received:

System (or MAAQMS), see fig. 1 consists of two main parts: a single data processing server and information collection devices. The transmitter based on the AT mega328 microcontroller. For component MAAQMS devices whose operation depends on Wi-Fi, a transmitter based on the ESP8266 microcontroller is used, which ensures stable communication according to the 802.11n standard. This standard is the main communication protocol between environmental data collection devices and the MQTT server.

In the implemented MAAQMS, the data processing server receives information via the MQTT protocol from all devices about the status of each sensor and the location of the device at the site of a railway accident accompanied by environmental pollution. All data is periodically written to the database on the server in the appropriate format with timestamps.

To access the stored data, a WEB interface is used, which allows administering MAAQMS from all devices that have a web browser.

The monitoring system (MAAQMS) has been successfully tested on the railways of the Republic of Kazakhstan for stability and speed.

A software implementation of a formal description of the actions of emergency units as processes of the functioning of the queuing system without time limits on the ADO.net technology platform has been completed, see fig. 3 and 4.

The results of computer simulation using the developed application show that a significant reduction in the negative impact of the consequences of the RT AS on the environment is possible with a reduction in the period of liquidation work.

Each connection step displayed in the console. At the end of each connection, the program reports its success or failure. In case of a connection error or loss of signal by the MAAQMS communication module, the microcontroller will reboot and start the connection process from the beginning. This operation reduces the waiting time of the microcontroller in case of problems in the operation of the MAAQMS.

## **European Training network in collaboration with Ukraine for electrical Transport**

Tetiana Serdiuk, Head of MSCA ITN EJD ETUT, Horizon 2020, EU,  
Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine

Volodymyr Havryliuk, Supervisor of MSCA ITN EJD ETUT, Horizon 2020, EU,  
Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine

The main goal of “European Training network in collaboration with Ukraine for electrical Transport” (ETUT) is to create a network to train highly skilled engineers through an integrated doctoral training program based on research on power electronic systems and electromagnetic compatibility with adjacent devices. Designed into the project are specific innovations with methodologies to optimize the design of power electronic (transport) systems and networks with respect to efficiency and electromagnetic compatibility. The aim is to create long-lasting collaboration and exchange between East- and West Europe. The beneficiaries agreed to deliver joint doctoral degree from three universities for every ESR, resulting in a unique network in Europe and the world.

A Marie Skłodowska Curie Action (MSCA) for collaboration between West and East Europe looks nice, but we have observed that researchers are not interested in applying for PhD candidates position in Eastern Europe, and definitely not Ukraine. On the other hand, Western Europe could benefit from early stage researchers (ESRs or same PhD students) coming from Ukraine.

The Consortium involves three main Beneficiaries: the University of Twente, the Netherlands; the University of Nottingham, the United Kingdom; the Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine. The MSCA ETUT project combines intensive training and doctoral research. It is this combination that makes ETUT so well in the context of a European Training Network. Our purpose is not just to train the ESRs to become good researchers, we also want to train them to think differently and to give them a different mind-set, as there is an urgent need to recruit and train researchers in power electronics (PE) and EMC. This is due to the changing dynamics of the field that are making it critical to act, now.

The ETUT societal objectives are improved perspective for Ukrainian engineers via collaboration with top western universities; training of more electrical engineers, and making them available for West-European industry; implementation of the newly developed and acquired knowledge by close collaboration with industry via secondments, training schools and case studies and thus actually contribute to the EU 2020 ambitions.

The ETUT doctoral training objectives are in line with the needs as stated by the EU , and for ETUT: create sustainable collaboration between excellent western universities on PE and EMC, and Ukraine; develop a structural doctoral program in PE and EMC by 3 leading research groups at renowned universities, in close collaboration with enterprises;strengthen and structure the initial training of researchers at European level; provide trained researchers with the necessary skills to work in industry; improve career perspectives by broad skills development, and building a durable consortium in research and training.

The ETUT scientific objectives are to develop and integrate advanced methods to model, design, evaluate, measure and monitor economic measures for a safe, reliable, efficient and green electrical power system and transport.

ETUT strongly encourages the participation of female researchers in science. One of the three applicants is female. The Gender Balance Coordinator is provided.



## **Some promising areas of application of the Industrial Internet of Things for enterprises**

Tymashov O., Samoylov S.,

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the NAS of Ukraine, Ukraine  
Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine

The modern industrial world is increasingly immersed in the industrial Internet of Things (Industrial Internet of Things, abbreviated as IIoT), in systems of unified computer networks with technological, engineering and bench equipment connected to them with built-in sensors and software for collecting and exchanging data, with the ability to remote monitoring and control in automated or automatic modes.

The use of the Internet of Things in industry creates new opportunities for the development of production and solving a number of important tasks: increasing equipment productivity, reducing material and energy consumption of products, improving their quality, optimizing and improving working conditions for employees, and increasing production profitability. technological, engineering and bench equipment with built-in sensors and software for data collection and exchange, with the possibility of remote monitoring and control in automated or automatic modes.

Classical control methods at a large modern enterprise using extensive production cooperation no longer allow to comprehensively and quickly determine the overall efficiency of equipment operation, to objectively identify the reasons for its downtime and technical condition. As a result, the scrap yield increases and the overall production efficiency decreases. The lack of operational analytics on the free capacities of the enterprise does not allow timely response to the needs of the developing market, which in turn causes losses and reduces the competitiveness of the enterprise.

The use of IIoT in production allows you to quickly, in real time, obtain information on all equipment in the enterprise and calculate its efficiency. The use of predictive analytics and neural networks on the resulting data array allows you to build a schedule of preventive maintenance and equipment loading.

The complexity of the technological processes of modern production puts forward new requirements for the equipment monitoring system: the system must be able to monitor not only technological, but also engineering, and most importantly, steady equipment, as well as auxiliary systems involved in the production cycle, as well as identify dependencies in their work. Data arrays should be formed for different categories of employees: mechanic, technologist, production director, general director, etc.

The principle of the technology is that initially sensors, actuators, controllers and man-machine interfaces are installed on key parts of the equipment, after which information is collected, which subsequently allows the company to acquire objective and accurate data on the state of the enterprise. Processed data is delivered to all departments of the enterprise, which helps to establish interaction between employees of different departments and make informed decisions.

The information obtained can be used to prevent unplanned outages, equipment breakdowns, reduce unplanned maintenance, thereby enabling the enterprise to operate more efficiently. When processing a vast array of unstructured data, filtering and adequately interpreting it designed to collect, store and analyze data on technological processes and events in real time is a priority for enterprises. Such large amounts of data require processing in order to be used in the decision-making process.

To avoid downtime and to maintain security in the enterprise, it is necessary to implement technologies that allow you to detect and predict risks. Continuous proactive monitoring of key indicators provides an opportunity to identify the problem and take the necessary measures to solve it. For the convenience of operators, modern systems allow you to visualize the conditions of technological processes and identify the factors that affect them through any web browser. Online analysis helps users find the causes of problems faster. With these solutions, production

data is transformed into useful information that is necessary for the safe and rational management of the enterprise.

The industrial [Internet of Things](#) not only improves the quality of technical support for equipment using advanced telemetry tools, but also ensures the transition to a new business model of its operation, when the equipment is paid by the customer for the use of its functions.

The introduction of network interaction between machines, equipment, buildings and information systems, the ability to monitor and analyze the environment, the production process and its own state in real time, the transfer of control and decision-making functions to intelligent systems lead to a change in the "paradigm" of technological development.

## Шляхи підвищення ефективності здійснення міжнародних залізничних перевезень в умовах воєнного стану

Гера Б.В., Германюк Ю.М., Федунь Т.І, Львівський інститут УДУНТ, Україна

Після повномасштабного вторгнення РФ в Україну обсяги міжнародних залізничних перевезень суттєво знизились. Так, у вересні 2022 р. на 16,1 млн.т. перевезено менше вантажів залізничним транспортом в порівнянні з минулим роком, а у жовтні цього року показник впав майже до 60%, і ця тенденція спостерігається й надалі. В результаті введення воєнного стану вантажовідправникам довелося переорієнтувати, зокрема зернові вантажі, з морського транспорту на залізничний, причому вартість даного маршруту зросла до 200 \$ за тонну, що збільшило витрати вантажовідправника приблизно вдвічі. Зважаючи на те, що залізничні перевезення значно дорожчі за морські, необхідні заходи по злагодженому регулюванні процесу слідування вантажів у міжнародному сполученні, включаючи інтереси усіх учасників перевізного процесу.

Найбільші морські порти в Україні розташовані в Одесі (пропускна спроможність, Маріуполі, Миколаєві, Чорноморську, Южному. Основні європейські напрямки – порти Гамбург, Роттердам, Вільнюс, Антверпен, Гданськ, Бремерхафен та Гдиня. До війни 75% зовнішнього українського товарообігу припадало на морські порти. Переваги транспортування морським транспортом включають низьку вартість, можливість доставляти однією партією велику кількість вантажу. Терміни доставки вантажів варіюються у діапазоні 7-25 днів. За 2021 рік українськими портами виконано перевалку 150 млн.т вантажів на залізничний та автомобільний транспорт. Пропускна спроможність портів Після повномасштабного вторгнення РФ в Україні працюють лише 4 порти: Усть-Дунайський, Кілійський, Ізмаїльський, Ренійський, які забезпечують лише десяту частину довоєнної потужності перевалки всього обсягу (30% українського експорту), а з них вантажі прямують річкою до Румунії у порт Констанци, звідки морем в інші країни. Румунські та польські порти загалом можуть перевантажити 33 млн тон зерна на рік, а Україні потрібно 50-60 млн тон. Таким чином, в Європі недостатньо портових потужностей, щоб приймати українське зерно, проте порти в цих країнах можуть збільшити перевалку українського зерна ще на 5-10%. Окрім цього, у вагонному парку АТ Укрзалізниця є 24 тисячі вагонів зерновозів, у Європі, європейського стандарту зерновозів – 12 тисяч, що недостатньо для освоєння українського вантажопотоку. Така сама ситуація і з автомобільним транспортом. Також частка залізничного транспорту у структурі вантажного руху країн ЄС сягає близько 19%, а автомобільного – 75%.

Щодня через прикордонні переходи здійснюються перевезення приблизно 130 тис. т вантажів, при цьому є можливість перевозити майже вдвічі більше тон. Так, в Україні функціонує 13 прикордонних залізничних переходів, із яких: 4 із Польщею, 2 зі Словаччиною, 2 з Угорщиною, 3 із Румунією, і з Молдовою також 2 переходи, які на сьогодні загалом передають 3-4 млн. тон вантажів по залізничних стиках; лише п'ять переходів, що можуть перевантажувати або переставляти вагони між колією шириною 1520 мм та європейською шириною 1435 мм. На сьогодні відкрито 70 км європейської колії на ділянці держкордон – Ковель, яка не працювала понад 10 років. Зараз тут будують більше 10 терміналів, є мобільні перевалочні пункти, що працюють з перших місяців широкомасштабного вторгнення РФ. На кордоні з Польщею також відкрили ділянку Рава-Руська – Гребенне – 8 км шириною колії 1435 мм. Для збільшення вантажопотоку до портів Литви і Латвії вантажовідправникам пропонується переставляти візки на литовській станції Шяштокай, а до кінця 2022 року планується відкриття ще одного переходу на кордоні з Польщею. Однак, незважаючи на посилення заходів, спрямованих на збільшення вантажопотоків через залізничні прикордонні переходи, їх технічної потужності також не вистачає для освоєння нових вантажопотоків на ряду з неспроможністю залізничної системи ЄС їх освоїти.

Тому, розглянувши проблеми слідування вантажів у міжнародному залізничному сполученні в умовах воєнного стану, приходимо до висновку, що шляхами підвищення ефективності міжнародних залізничних перевезень можуть бути:

- субсидування для європейських виробників необхідних транспортних засобів;
- розвиток існуючих та побудова нових перевантажувальних терміналів на кордонах з Польщею, Угорщиною і Румунією; збільшення мобільних перевалочних пунктів, кількості вузькоколієних візків та залучення додаткового вагонного парку перевізників на вузькому шляху;
- включення логістичних маршрутів до транс'європейської транспортної мережі TEN-T, активний розвиток контейнерних і контрейлерних перевезень;
- створення нових логістичних ланцюгів, збільшення кількості прикордонних переходів;
- можливість синхронізувати плани по відправленню вантажів зі спроможністю європейських залізниць та портів для їх прийняття (залізниці, перевізники, порти, термінали) завдяки створенню спільного інформаційного середовища;
- зменшення тривалості процедур фітосанітарного, ветеринарного, прикордонного, митного та інших форм контролю. Так, лише технічний огляд поїзда зазвичай потребує близько п'яти годин;
- сприяння нарощуванню спроможності залізничної системи ЄС здійснювати перевезення вантажів з України, використовуючи західні прикордонні переходи, поступову заміну на європейську ширину колії.

## Напрямки вдосконалення технологічних процесів експлуатаційної діяльності залізниці

Кириченко А. І., Антонів О. С.,

Державний університет інфраструктури та технологій, Україна

У системі управління перевізним процесом залізниці технічне нормування, розрахунки норм обігу вагону зокрема, здійснюється на підставі нормативно-технологічних документів, що розроблюються на тривалий період за середньодобовими параметрами. Реальні ситуації значно відрізняються від взятих за основу умов при складанні технологічних документів, внаслідок чого нормативні показники втрачають вплив на оперативну ситуацію. Крім того, в арсеналі диспетчерських служб, що здійснюють оперативне управління, відсутні інструменти контролю виконання показників; вони аналізують події, що вже відбулися. Таким чином, існуюча система управління не містить методів та засобів впливу диспетчерського апарату на дотримання технологічного процесу (ТП) та на ефективність використання рухомого складу, яка наразі характеризується показником обігу вагонів. У зв'язку з цим є актуальним розгляд двох суміжних проблем управління. До них відноситься відсутність диспетчерського впливу на дотримання нормативного часу ТП у зв'язку з відсутністю власне плану конкретного перевезення, а також необхідність зміни розрахунків нормативного і поточного показника – обіг вагону (ОВ). Дотримання обґрунтованих норм обігу вагонів (для залізниці) та виконання термінів доставки (для вантажовласника), на нашу думку, є ознакою досконалого технологічного процесу експлуатаційної роботи.

Необхідність нових принципів розрахунку, нормування і прогнозу основних показників роботи залізниці пов'язана з дотриманням необхідних вимог до організації ТП:

1. Узгодженість цільових функцій системи управління та операційного механізму (об'єкта управління) ТП.
2. Узгодженість цільових функцій системи управління та кожного окремого операційного підрозділу.
3. Надійність ідентифікації процесів – актуальність значень статистичних показників (параметрів моделі) всього процесу та його окремих складових, необхідних для планування ТП та прийняття оперативних рішень.
4. Узгодженість правил прийняття рішень з актуальними цільовими функціями та обмеженнями.

Сформулюємо основний зміст принципів вибору значень показників діяльності: нормативні значення мають бути адекватними технологічному процесу у його поточному стані; значення мають бути масштабованими до рівня технологічної ланки; критеріальне значення має бути адаптивним і стійкими, а система нормування має бути безпечною.

У той же час у інформаційній системі (ІТ) залізниці (АСК ВП УЗ-Є) існує можливість розрахунку обігу кожного вагона окремо, тому з метою розробки щодо локалізації проблемних ланок управління ТП були висунуті наступні пропозиції:

1. Встановлювати обіг вагону, виходячи з фактичної роботи, що відображається у базі даних АСК ВП УЗ-Є.
2. Обіг вагонів визначати як показник обслуговування певного вантажопотоку, тобто розраховувати за родом рухомого складу при перевезенні певного роду вантажу (у тому числі).
3. При неповному циклі роботи вагону на одній залізниці, розраховувати частку його обігу.

Вочевидь, адекватне визначення показників якості організації ТП, до яких відноситься ОВ, є важливим і для залізниці, і для власників вагонів, вантажів. Для власника вантажу це пов'язано з доставкою вантажу (ДВ). У той же час диспетчерськими службами залізниці здійснюється контроль руху поїздів відповідно до встановленого графіка, але

контроль та управління доставкою вантажу, оцінка якості виконання ТП доставки вантажів залишаються проблематичними. Зрозуміло, що бізнес-оточення користуючись послугами залізниці, очікує прозорості дій та дотримання логістичних принципів ДВ. Особлива важливість таких дій, коли це стосується перевезень, пов'язаних з прийомом-передачею вантажів за кордон або на інші види транспорту. При цьому якість надання послуги з ДВ, найперше, пов'язується з дотриманням встановлених часових параметрів, що визначається договором між учасниками перевезень. Визначення часу передачі вантажу клієнту пов'язано з точним плануванням часу операцій з вантажем при перевезенні.

Існуючий автоматизований інструмент для планування перевезень – АС Месплан не передбачає розрахунок технології перевезення. По суті ця система є базою планів на прийдешній місяць навантажень та замовлень на подавання вагонів під навантаження, що узгодженні (чи неузгодженні) працівниками залізниці. Можна сказати, вона характеризує наміри вантажовідправників. Система була створена як інструмент для регулювання роботи передавальних переходів більш ніж два десятиліття тому і адаптована до потреб планування навантаження власником вантажу у АСК ВП УЗ-Є. Планування часу операцій з вантажем при перевезенні, від станції відправлення до призначення, потребує створення принципово нової системи – основи планування технологічного процесу конкретного перевезення. В категоріях структури АСКВП УЗ-Є – початкової підсистеми, на даних якої з'явиться можливість планування графіків ДВ і існує інструмент контролю диспетчерським апаратом дотримання нормативного часу ТП. Відмітимо, що сучасні вимоги до управління процесами транспортування вантажів передбачають наявність інформації про час, місцезнаходження та стан об'єкту для всіх учасників ДВ. Використання зазначених технологій дозволяє планувати час операцій ТП, у тому числі за всіма ланцюгами ДВ, що є необхідним для здійснення функцій контролю та прийняття управлінських заходів.

При створенні цієї підсистеми необхідне узгодження контрольно-часових точок ТП (розкладу конкретного перевезення) всіма учасниками ДВ, у тому числі також новим учасником організації процесу – перевізником. Треба враховувати, що Європейські директиви з Євроінтеграції передбачають надання рівноправного та недискримінаційного доступу до ресурсів стратегічної інфраструктури залізниці всім користувачам.

## **Проблеми реформування залізничного транспорту України – шлях до Європейської інтеграції**

Скалозуб В.В., Цейтлін С.Ю.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Щуклін Ю.М., АТ «Укрзалізниця», Україна

В сьогоднішній день, з одного боку з розділенням праці, спеціалізацією виробництва, а з іншого – глобалізацією усіх виробничих бізнес-процесів, з жорсткою конкуренцією за всі види ресурсів, роль логістичної складової щодо забезпечення результатів діяльності стає все більш вагомим. Великі обсяги перевезень, максимальна оптимізація складських ресурсів, дотримання термінів постачання – накладає багато додаткових умов та вимог на усіх учасників бізнесу. Особливу увагу приділяють галузі, яка традиційно найбільш задіяна у перевезеннях, а саме залізничним перевезенням.

Так склалося, що практично одночасно Європейське Співтовариство (ЄС) почало реформувати залізничну галузь, а Україна отримала незалежність і розпочала адаптувати власні залізниці до нових умов незалежної України. Ці події відбулися в 1991 році. За минулі роки Україна, маючи лише організацію шести власних залізниць, розробила всі необхідні керівні та методологічні документи. Серед них такі як «Закон України про залізничний транспорт», Устав залізниць України, Правила перевезень тощо. Були розбудовані органи керування галузі – це Міністерство інфраструктури, АТ «Укрзалізниця»(УЗ), Головний Інформаційно-обчислювальний центр УЗ, проектні установи для більшості залізничних напрямків, а також забезпечене представництво у міжнародних організаціях. Багато сучасних ініціатив та передових технологій впроваджено за минулі роки. В цілому зроблене знаходиться в площині організації залізничного транспорту часів СРСР.

За цей період ЄС прийнято досить багато відповідних Директив, а також проведено реформування Залізничних галузей своїх країн-членів. До головних треба віднести Директиву Ради 91/1440/ЄЕС від 29 липня 1991 року «Про розвиток залізниць Співтовариства», в якій саме і декларується принцип рівноправного доступу до стратегічної інфраструктури, принципи управління перевізним процесом, принципи створення керівних органів залізничної галузі та розбудови нових підприємств для організації перевезень. Зазначені положення суттєво відрізняються від існуючої організації АТ «Укрзалізниця». Слід відмітити, що після прийняття України до Асоціації із Європейським Союзом держава фактично одержала завдання на розробку Закону про залізничний транспорт та імплементацію його у життя. Дійсно, не без допомоги європейських партнерів, було створено Проект «Закону України про залізничний транспорт» та надано до ВР у січні 2019 року. Разом з тим більше ніяких реальних кроків щодо прийняття закону не було зроблено. При тому зрозуміло, що прагнучі йти до ЄС треба виконувати вимоги європейської спільноти, які вже прораховані і апробовані десятиліттями. Майбутнє України із ЄС. І для цього можливо та потрібно вже зараз готуватися.

Спробуємо визначити, що не відповідає Директивам ЄС в діяльності УЗ, ланки яким чином треба реформувати в залізничній галузі України. В першу чергу треба усвідомити, що УЗ і залізнична галузь - не одне й теж. Натепер УЗ, як умовно природний монополіст, володіє майже усіма ресурсами, необхідними для організації залізничних перевезень, при тому деякими з ресурсів одноосібно. Враховуючи важливість логістичної складової транспортного бізнесу, можливо говорити про монополію УЗ на перевезення та значні ризики, пов'язані з цим. Суспільство та держава, як представник його інтересів, зацікавлені в тому, щоб інтереси виробника продукції були на першому місці. Не може вважатися нормальним, коли в силу різноманітних об'єктивних та суб'єктивних умов складова

перевезень становить до 30-40 відсотків вартості продукції. Саме такі показники були в літку 2022 р. та восени, на прикладі перевезень зернових.

Відзначимо що зараз УЗ володіє усією інфраструктурою залізничної галузі, рухомим і тяговим рухомим складом, інформаційним забезпеченням та іншими ресурсами. Одним з головних завдань реформування залізничної галузі країни являється визначення системи механізмів щоб організувати конкуренцію на ринку залізничних послуг. Директиви ЄС і зазначений Проект «Закону України про залізничний транспорт» визначають і прописують необхідні принципи організації залізничного транспорту в цілому, які дозволять організувати конкуренцію на усіх ланках перевізного процесу. Після прийняття закону буде можливо змінити нормативні документи, керуючі органи, взаємодію підприємств тощо. Зміст та процес реформування дасть не тільки зміну структури залізничного транспорту, але дозволить отримати прозорість та оптимізацію процесів перевезень, а враховуючи процедури планування, зробити перевізний процес в цілому більше достовірним, дійсним, і відповідальним. При тому нарешті також стане можливим зробити логістичну складову будь-яких Контрактів дійсно логістичною складовою, конкретною і прогнозованою. В ній відобразяться вказівки хто, в які терміни і за які кошти виконує певні роботи, яку міру відповідальності несе за неналежне виконання власних зобов'язань тощо.

Основні положення Проекту Закону наступні:

- Зміна повноважень державного перевізника, за ним залишається тільки стратегічна інфраструктура, без якої неможливо організувати залізничні перевезення. Так з'являється оператор стратегічної інфраструктури.

- Також держава надає рівноправний недискримінаційний доступ до стратегічної інфраструктури усім користувачам відповідно їх компетенції.

- Керування перевезеннями із використанням стратегічної інфраструктури здійснюється Оператором стратегічної інфраструктури згідно довгострокових та оперативних договорів із учасниками перевезень.

Треба зауважити, що основний Документ про рівноправний недискримінаційний доступ до стратегічної інфраструктури вже необхідно розробляти. Він буде містити основні положення взаємовідношень (Правила) оператору стратегічної інфраструктури із іншими учасниками перевезень. Також буде визначати положення конкретних Договорів між учасниками перевезень та власниками вантажу.

Разом з тим слід відзначити, що Проект Закону практично заперечує Оператору стратегічної інфраструктури мати ТРС та РС. І навпаки, всі інші підприємства, незалежно від форм власності, мають змогу володіти ТРС та РС. Підприємства-власники ТРС визначаються як перевізники.

До керівних виконавчих органів із власними повноваженнями належать:

- Кабінет Міністрів України, який Затверджує Правила рівноправного доступу до стратегічної інфраструктури;

- Центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері залізничного транспорту. Його повноваження наступні:

- Затверджує Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу залізничним транспортом, правила перевезення вантажів залізничним транспортом;

- Затверджує Порядок державної реєстрації та ведення реєстру залізничного рухомого складу, Порядок ведення реєстрів стратегічної інфраструктури та під'їзних колій, сертифікатів авторизації, сертифікатів безпеки, свідоцтва машиністів;

- Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері транспорту, яка:

- Здійснює державне регулювання цін на залізничному транспорті в межах визначених повноважень та контроль за їх дотриманням;

- приймає Методику формування тарифу на обов'язкові послуги доступу до стратегічної інфраструктури та контроль за її застосуванням;

- наглядає за рівноправним доступом до стратегічної інфраструктури;

- веде реєстри перевізників.



-Центральний орган виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері безпеки на залізничному транспорті, відповідає за:

- реєстри сертифікатів авторизації ---сертифікатів безпеки
- реєстри залізничного рухомого складу,
- реєстри стратегічної інфраструктури,
- реєстри під'їзних колій.

Державна спеціалізована експертна установа з технічного розслідування подій на транспорті.

До функціональних підприємств відносяться:

Оператор стратегічної інфраструктури, який:

- Утримує стратегічну інфраструктуру в належному технічному стані
- Забезпечує розподілення пропускнув спроможності стратегічної інфраструктури.
- Надає перевізникам на підставі Договору Послуги з доступу до стратегічної інфраструктури;
- Управління рухом поїздів на стратегічній інфраструктурі здійснюється на основі зведеного графіка руху поїздів.

Основою управління залізничними вантажними перевезеннями, у тому числі рухом порожніх вагонопотоків, є єдиний мережевий технологічний процес залізничних перевезень – нормативно-технологічне забезпечення організації та управління процесом вантажних перевезень на залізничному транспорті України та організації системної технологічної взаємодії учасників перевізного процесу з метою забезпечення ефективного використання ресурсів усіх елементів управління перевезеннями, який затверджується оператором інфраструктури.

Перевізник - суб'єкт господарювання, надає послуги тягового залізничного рухомого складу. Він має тяговий залізничний рухомий склад на праві власності або іншому праві на підставі договору з його власниками;

- може мати інший рухомий склад на праві власності чи речовому праві на підставі відповідного договору з оператором залізничного рухомого складу.

Оператор залізничного рухомого складу має залізничний рухомий склад, крім тягового, на праві власності або іншому праві на підставі договору з його власниками

Оператор залізничного рухомого складу має право отримувати від перевізника чи оператора інфраструктури на погоджених з ними умовах інформацію (у паперовому або електронному вигляді), необхідну для здійснення взаємодії в рамках перевізного процесу.

Обов'язки та відповідальність осіб, що беруть участь в організації перевезення вантажу, окрім Закону визначаються наступними документами:

- Правила рівноправного доступу до стратегічної інфраструктури;
- Правила перевезення вантажів залізничним транспортом;
- Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу залізничним транспортом
- Договір про надання послуг з доступу до стратегічної інфраструктури та здійснення перевезень;
- Стратегія розвитку транспорту.

Таким чином будується конкурентна модель організації перевезень. В цій моделі державний Оператор стратегічної інфраструктури монополює засобами стратегічної інфраструктури, але не має тягового (ТРС) та рухомого складу (РС). Саме він розробляє нормативний графік та продає його на конкурентній основі згідно Договорам перевізникам. Далі вже перевізники заключають Договори на перевезення із власниками вантажу або Пасажирськими компаніями. Відзначимо що взагалі в організації перевезень приймають участь із власними ресурсами також власники вантажу, власники під'їзних колій, власники ресурсів навантаження/вивантаження, пломбування, декларування, видачі сертифікатів якості, перевантажувальних ресурсів, тощо. Зрозуміло що і сьогодні в

організації перевезень також приймають участь багато учасників, кожен зі своїм ресурсом, необхідним у певний час для певних послуг щодо перевезення.

Відзначимо що в діючій парадигмі організації перевезень монопольна та головна роль належить УЗ, як володарю основних ресурсів та підприємству, яке практично має у своєму розпорядженні Правила перевезень та контролюючі функції їх виконання. Уся багатобічна палітра підприємств залізничної галузі України ідентифікується сьогодні, як УЗ. Навіть поняття залізничної адміністрації України у міжнародних організаціях асоціюється сьогодні із УЗ. Окрім аспектів організаційно-політичних, є і моменти звичайної господарської діяльності. Монополія УЗ включає і ризики того, що замість вирішення питань між суб'єктами господарської діяльності у звичайних господарських судах, вони практично і фактично вирішуються різними ланками управління УЗ.

Держава, керуючись перш за все інтересами розвитку бізнесу, виконуючи свої міжнародні зобов'язання прийде до реформи залізничного транспорту України. Нова система організації залізничного транспорту повинна прийняти до уваги інтереси державного розвитку, і в той же час інтереси усіх підприємств, учасників перевезень. Для забезпечення таких реформ прийдеться доробити та прийняти «Закон України про залізничний транспорт», відповідні нормативні документи, нові Правила гри (Перевезень), Положення про нові Керівні та господарчі органи.

Дуже стисло відзначимо нову роль УЗ в процесах реформування. Згідно Закону, на основі УЗ буде створено не менш ніж чотири групи самостійних підприємств – юридичних осіб. А саме – о Оператор стратегічної інфраструктури (СІ), державний монополіст, перевізник(и)-власник(и) ТРС, Пасажирська(і) компанія та оператор(и) РС. До ОСІ від УЗ увійдуть департаменти ЦД, ЦП, ЦШ, ЦХ, ЦХП, ЦЕ із власними виробничими ресурсами. ЦТ разом із ТЧ складе основу майбутніх перевізників. ЦВ, ЦТЛ, Ліски будуть основою Операторів РС. ЦЛ разом з усім пасажирським господарством напевно буде основою для Пасажирських компаній. До того є і підприємства, ресурси яких вже сьогодні стали повноправними учасниками перевезень. Необхідно вже зараз проектувати нову модель перевезень з рівноправним доступом усіх до об'єктів СІ, з новим підходом до конкуренції за власника вантажу, пасажира, з новою організацією планування перевезеннями, як комплексним процесом багатьох учасників із власними завданнями, планами, відповідальністю.

Необхідно відзначити проблеми реформування інформаційної складової. Взаємодія досить великої кількості підприємств не можлива без використання сучасних інформаційних технологій та систем (ІС). У кожного підприємства є власна ІС, і взаємодія підприємств складається як взаємодія ІС. Проблематику розвитку ІС необхідно формувати вже зараз. Технологічні принципи обміну інформацією потребують суттєвого переосмислення загального бізнесу та власності інформації. І в цьому зараз є незаперечне лідерство та монополія УЗ. У запропонованій до Проекту Закону про залізничний транспорт організації перевезень взаємодія між підприємствами виходить на інший рівень, що неминуче призведе до змін і в інформаційних технологіях. Відповідно принципу рівноправного та недискримінаційного доступу до інфраструктури, єдиною платформою функціонування залізничних інформаційних технологій не повинна бути ІС одного із учасників перевезень, Можливо, це буде ІС асоціації виробників або об'єднання на інших засадах, наприклад під егідою Єврокомісії.

Впевнено можна твердити, що реформування залізничного транспорту України дасть новий поштовх розвитку логістичної складової бізнесу. З точки зору інтеграції України у ЄС це може стати у нагоді також країнам ЄС. Багатий досвід УЗ у взаємодії із конкурентною моделлю організації перевезень може стати корисним для подальшого розвитку процесів європейської інтеграції.

## Удосконалення логістичного контролю у процесі міжнародних перевезень

Oleksei Satsuta, «ui42.s.r.o», Slovakia

Якунін А.О., Корпорація «Промтелеком», Україна

Логістика, як форма оптимізації ринкових зв'язків та гармонізації інтересів усіх учасників процесу товароруку, є найважливішою складовою розвитку економіки. Особлива роль у ній відводиться транспортній логістиці, що відповідає за весь процес переміщення вантажів від виробника до споживача. На даний час витрати на міжнародні перевезення в Україні за окремими видами продукції сягають 50% її вартості. Звичайно це вимагає радикального вдосконалення організації та технології всього логістичного процесу.

Як самостійний та досить складний вид діяльності, логістика давно відійшла від рівня аутсорсингу окремих операцій та перейшла до створення інтегрованих систем, що охоплюють весь процес виробничо-торговельних відносин. Достатньо подивитися на еволюцію розвитку логістичних послуг 1PL-5PL. В Україні сьогодні превалюють послуги рівня 2PL та рідко 3PL.

У Європі функціонують системи 4PL та набирають сили технології 5PL. Не вдаючись до детального розгляду можливостей кожного рівня, відзначимо характерні особливості рівня логістики 5PL.

Технологія 5PL являє собою інтегрований логістичний аутсорсинг, який має всю інформацію для побудови оптимальних логістичних ланцюжків. Власних матеріальних, фінансових, робітників та інших ресурсів; використовуваних безпосередньо в організації перевезень такий провайдер може і не мати. Так транспортно-експедиційні компанії поступово стають їхніми підрядниками.

Євросоюз активно фінансує зі свого бюджету розвиток нових глобальних технологій у галузі логістики та всіляко стимулює появу 5PL провайдерів.

В Україні також розпочато роботи зі створення нових логістичних технологій із планування та управління міжнародними перевезеннями. Зокрема, нова логістична технологія реалізується для перевезення сільськогосподарської продукції. Так, у процесі експорту зерна, у кожному конкретному випадку, створюється логічний ланцюжок, що пов'язує можливості та інтереси всіх учасників процесу (виробники, зерносховища, транспортні компанії, прикордонні служби та ін.) у часі обсягів та умов. Це дозволяє як знизити витрати на перевезення, а й підвищити гарантії своєчасної доставки продукції.

Звичайно, напрошується аналогічна технологія для експорту гірничо-металургійної продукції, де є свої особливості виробництва, відвантаження та доставки продукції споживачеві. Величезні обсяги перевезень, складні логістичні ланцюжки, наявність проміжних операцій з вагонами та вантажами потребує детального контролю за організацією ефективного управління експортними поставками. Не останнє місце у цьому займають інтереси підприємств-споживачів продукції, які у режимі «just in time».

Традиційно процес перевезень контролюється АТ «Укрзалізниця» в Україні та відповідними міжнародними залізничними компаніями.

В даний час набули широкого поширення більш ефективні технології з використанням GPS.

Такі технології використовують не тільки для стеження за рухом потягів за допомогою трекерів, встановлених на тепловозах та електровозах, але і для стеження за рухом та станом окремих вагонів. Встановлення трекерів на залізничні вагони є відносно новою послугою. Зокрема, найбільший вантажоперевізник у Європі Rail Cargo Group (Австрія) у рамках спеціального проекту Smart Cargo оснастила тисячі вагонів. Вагонотрекер через приймач GPS відстежує місцезнаходження та моніторить рух вагона. Дані про розташування передаються на сервер через систему мобільного зв'язку. На додаток до стандартних функціональних можливостей можна додатково контролювати

стан вагона (температуру підшипників, стан гальма стоянки, ін.), а також, при необхідності наприклад, тиск всередині цистерни, сигналізацію положення дверей та інші параметри.

Все це відкриває нові можливості для підвищення ефективності використання рухомого складу та перевізного процесу загалом. Щодо практичного застосування нових програмно-технічних досягнень у рамках технології 5PL, то її реалізація пов'язана з великими труднощами, особливо в галузі міжнародних перевезень.

Історично склалося, що Європейські та Українські залізниці не тільки мають різну ширину колії, але існує ще безліч різних організаційно-технологічних стандартів (різне кодування вантажів, вагонів, операцій з вантажами, умов страхування, форм супровідних документів тощо).

Частина з перелічених складнощів нині вирішена, а частина піддається рішенню у світлі нових ІТ-додатків.

Корпорація «Промтелеком» спільно зі Словацькою компанією «ui42.s.r.o», яка є провідним розробником майданчиків та технологій для електронної комерції в Європі, розробила онлайн-платформу, яка дозволяє контролювати переміщення залізничних вагонів в Україні та Євросоюзі. Ця платформа (в даний час проходить тестування та доопрацювання окремих ІТ-додатків) передбачає інформаційний обмін з відповідними центрами збору та обробки інформації в рамках International Union of Railways, перетворює логічну інформацію про просування вантажів у відповідні форми, доступні та зручні для користувачів України та Європи .

Відмінність даного майданчика полягає в тому, що він орієнтований на модель 5PL і є складовою у всьому процесі планування та управління доставкою продукції споживачам.

Звичайно, такі технології можуть бути успішно реалізовані в умовах, коли в суспільстві превалує мир і злагода.

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ПРОМИСЛОВИХ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

## Комп'ютерне моделювання при аварії з аміаком на мості

Амеліна Л.В., Український державний університет науки і технологій, Україна

Крупним стратегічним хімічно небезпечним об'єктом в Україні є аміакопровід «Тольятті – Одеса», який пролягає з північного сходу на південний захід країни через декілька областей, і в тому числі по територіях, що прилеглі до територій, де наразі проходять бойові дії (гілка Горловка – Лозова). Останнє є небезпечним з точки зору екологічної безпеки, навіть з урахуванням того, що подачу аміаку призупинено з початку воєнного конфлікту з Росією. Крім того, стан трубопроводів, запірної арматури та такого іншого на аміакопроводі є дуже зношеним. Тому, у разі влучання бойового снаряду, аварії або воєнному теракті (що теж неможна виключати), на даному хімічному об'єкті може відбутися потужний викид аміаку в навколишнє природне середовище. У цьому випадку, виникне загроза масштабного забруднення і поразки людей. Тому, для визначення можливих наслідків погіршення стану НПС потрібно заздалегідь виконати оцінку масштабів аварійного забруднення.

Наразі в Україні для оцінки рівня аварійного забруднення НПС хімічними агентами використовуються емпіричні моделі, що були створені 60 років назад. Ці моделі вже не відповідають вимогам часу, не враховують суттєві фізичні фактори, що впливають на формування зон хімічного забруднення НПС. Тому, актуальним завданням є розробка методів оцінки аварійного викиду аміаку на забруднення повітряного і водного середовищ та розробка методів мінімізації негативних наслідків аварій на НПС.

Розглянемо задачу прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря у випадку аварійної емісії аміаку на мості, де проходить аміакопровід (т.з. «аміакоміст», що перетинає річку Дніпро у районі селища Вовніги). Рішення задачі базується на визначенні полів забруднення атмосферного повітря шляхом вирішення тривимірної рівняння з урахуванням початкових умов. Програмна реалізація розрахункових залежностей (код «V3D.exe»), виконана на алгоритмічній мові FORTRAN. У склад даного коду входять:

1. «SA2.dat» – файл задання початкових даних;
2. «AC2» – підпрограма типу “SUBROUTINE” для розрахунку концентрації аміаку в атмосферному повітрі за методом Маккормака (перший крок моделювання);
3. «AP2» – підпрограма типу “SUBROUTINE” для розрахунку концентрації аміаку в атмосферному повітрі за методом Річардсона (другий крок моделювання);
4. «AV2» – підпрограма типу “SUBROUTINE” для розрахунку поля концентрації аміаку за рахунок дії опадів та дії джерел емісії;
5. «AS2» – підпрограма типу “SUBROUTINE” для розрахунку рівня забруднення підстильної поверхні;
6. «PruD» – підпрограма типу “SUBROUTINE” для розрахунку маси аміаку, що викидається при пошкодженні трубопроводу, зміни тиску в трубопроводі, висоти струменя з часом.

У результаті роботи коду «V3D.exe» отримуємо розподіл концентраційних полів аміаку на конкретному часовому кроці (який можемо побачити на отриманих схемах) та масу аміаку, що потрапила на підстильну поверхню.

Слід відзначити, що використання побудованої моделі дає можливість науково об'єктивної оцінки наслідків аварії та обґрунтування збитків внаслідок аварії. Зазначимо, що даний код можна використовувати у навчальному процесі для підготування практичних робіт студентами.

## Застосування сучасних інформаційних систем на транспорті

Бех Я.П., Український державний університет науки і технологій, Україна

Функціонування логістичного обслуговування на залізничного транспорту дозволяє забезпечити координацію та інтеграцію процесу перевезень, дотримання найважливіших критеріїв оптимальності, таких як якість, надійність та безпека процесу перевезень. Сучасний рівень обслуговування клієнта визначає ще одну обов'язкову умову функціонування конкурентоспроможної залізниці, а саме надання якісної послуги клієнту з доставки вантажів продовж всього процесу перевезення, від замовлення до закінчення перевезення «у дверей одержувача».

Впровадження сучасних інформаційних систем – необхідна умова успішного виконання логістикою своєї головної функції – скорочення витрат. На основі інтегрованих логістичних рішень, високого ступеня інформатизації процесу перевезень можлива реалізація таких новітніх технологій, призначених для впровадження в ланцюги доставок, як крос-докінг. Крос-докінг – рух вантажів через склад на пряму, фактично без його розміщення на зберігання. Дуже часто під крос-докінгом розуміють пряме перевантаження вантажу між транспортними засобами або товароносіями. При використанні цієї технології відвантаження із складу і доставка товарів максимально точно узгоджуються за часом. У результаті продукція (вантаж) доставляється за мінімальний строк. Зберігання товару (вантаж) на складі при цьому повністю виключено.

Подібного роду системи – справа майбутнього для українського ринку. Однак на даний час залізниці не повинні залишатись осторонь від цього процесу, створюючи необхідну інфраструктуру, в тому числі в інформаційній сфері.

Якщо розглядати крос-докінг, то нічого інноваційного в даному процесі не має. Це адаптована під складські операції виробнича система Just-in-Time, коли знижуються витрати на зберігання шляхом здійснення операції без пауз і зупинок в процесі руху вантажу. Зрозуміти, як і за який рахунок, це досягається, а також що для цього потрібно змінити в різних ланках ланцюга поставок, простіше, якщо розглянути схему наскрізного складування.

Крос-докінг проходить в один або два етапи:

- одноетапний крос-докінг – відправник адресує вантаж визначеному отримувачу, і вантаж проходить через склад як окреме замовлення, без змін;
- двоетапний крос-докінг – партія вантажу надходить на склад в якості логістичної одиниці, проходить переформування – або поділяється на дві групи для доставки в різні точки, або збирається в єдиний блок (логістичну одиницю) разом з іншими частинами цього ж замовлення.

Для обґрунтування та вибору основних принципів побудови системи управління транспортом необхідне вирішення ряду задач, що складаються з:

вибору технологічних методик, реально функціонуючих зараз на транспорті, з організації та координації їх взаємовідношень;

оцінки обраних методик на предмет достатності та доцільності їх технологічних рішень для координації, виходячи з таких класифікаційних ознак – рівень управління, управляючий суб'єкт, об'єкти управління, метод і функції управління, критерії управління, що досліджуються, та інше;

оцінка корисності рішень, які покладені в основу роботи цих технологій, а також визначення недоліків з метою їх подальшого усунення;

аналізу необхідності та можливості створення системи з використанням сучасних інформаційних технологій, баз знань та експертних систем;

конкретизації інтерфейсних границь та зв'язків загальної області діяльності, яка підлягає управлінню за критеріями узгодженості та ефективності управління.

## Конструктивно-продукційне моделювання фрактальних складових часових рядів

Жадан А. А., Шинкаренко В.І.

Український державний університет науки та технологій, Україна

На сьогоднішній день існує велика кількість методів, моделей та представлень, які дозволяють описати складну систему або її складові частини разом із змінами на визначеному часовому інтервалі. Найпоширенішим методом представлення поведінки на проміжку часу є часовий ряд. За його допомогою можна проводити аналіз системи на визначеному проміжку часу і прогнозування подальшої зміни стану та поведінки об'єкта дослідження.

Сам часовий ряд також може бути описаний за допомогою математичної моделі на основі його властивостей. До них можна віднести фрактальні властивості, які можуть бути використані для визначення значень послідовності відповідно.

Конструктивно-продукційний підхід був успішно використаний для моделювання фрактальних часових рядів на основі L-систем. Наступним етапом досліджень є використання даного підходу для визначення моделі, яка описує фрактальні властивості наявного часового ряду. Основними інструментами у даному процесі виступають композитні конструктори та генетичний алгоритм.

Поняття узагальненої конструктивно-продукційної структури або узагальненого конструктора (GC) є основою для конструктивно-продукційного моделювання.

Для побудови ітеративного процесу відновлення використовується генетичний алгоритм. Окремі елементи класичного генетичного алгоритму були адаптовані під конкретні процеси. Також була розроблена структура хромосоми, котра підтримувала відповідні процеси схрещування та мутації та яка складалася з двох частин для числової та текстової інформації для відображення складових визначеної конструктивної моделі.

Для автоматизації процесу випробувань ефективності підходу був розроблений програмний додаток, логіка роботи якого побудована на основі конструкторів та їх складових. Вхідними даними даного програмного додатку є файл із значеннями часового ряду. Вихідними даними є конструктивно-продукційна модель, яка описує даний ряд.

Базовим підходом до побудови ПЗ було обрано гексагональну архітектуру для ефективного розмежування та зменшення зв'язності між модулями. Також під кожний клас задач були виділені логічні робочі сутності — агент. Загалом були визначені користувачький агент (комунікація з користувачем), кластерний агент (управління доступних агентів), обчислювальний агент (процес обчислень за допомогою генетичного алгоритму) та міграційний агент (міграція хромосом між генофондами в межах кластеру). Комунікація між ними була реалізована за допомогою програмного інструменту RabbitMQ та асинхронної черги повідомлень на базі протоколу AMQP.

Були проведені випробування за допомогою програмного застосунку. На їх основі запропонований метод для задач прогнозування є більш ефективним за поліноміальне прогнозування та ненабагато поступається методу експоненціального згладжування.



## Розробка програмного модулю для дослідження фрактальних характеристик супутникових зображень

Журба А. О., Кривонос В.В.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Загально відомо, що більшість природних структур, які сьогодні широко досліджуються за допомогою комп'ютерних наук мають складну фрактальну структуру. Фрактальний аналіз таких структур використовується для моделювання, дослідження і пояснення властивостей поверхонь і структур складних об'єктів у різних областях науки і техніки.

Як правило, зображення великої кількості природних поверхонь і структур – це супутникові зображення, які проявляють фрактальні властивості.

Сьогодні обробку супутникових зображень можна доручити комп'ютерній техніці, обробляючи їх спеціально створеною програмою. У роботі пропонується дослідження супутникових зображень програмним модулем, що дозволяє обчислити основні фрактальні характеристики.

Фрактал (від лат. fractus — подрібнений, дробовий) — нерегулярна, самоподібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої.

Самоподібність – головна характеристика фракталу – одноманітна організація у широкому діапазоні масштабів. Фракталами можливо описати форми природних об'єктів, їх межі з усіма шорсткостями. У природі об'єкти мають чіткі інтервали, де вони проявляють свою фрактальну природу.

Основною фрактальною характеристикою є фрактальна розмірність. Фрактальна розмірність – це кількісна характеристика та може приймати значення в межах від 1 до 2 для бінарних зображень та від 2 до 3 – для напівтонових зображень.

Фрактальна розмірність кожного фрагменту зображення має різні значення і відрізнятиметься від розмірності всього зображення в цілому. Тому розрізняють глобальну та локальні фрактальні розмірності. Під глобальною фрактальною розмірністю мають на увазі розмірність всього зображення, а за локальні фрактальні розмірності приймають розмірності різних фрагментів зображення.

У данній роботі під «фрактальною розмірністю» матиметься на увазі розмірність Хаусдорфа-Бекиковича (виходячи з визначення фрактала по Б.Мандельброту). Для обчислення фрактальної розмірності в роботі використовувався метод BOX COUNTING, що реалізовано у системі MATLAB.

Сильна залежність величини фрактальної розмірності від фрагменту зображення перешкоджає об'єктивній оцінці розмірності. Але саме цей факт свідчить про можливість анізотропії даної поверхні. Для вирішення цієї проблеми необхідно розділити зображення на малі фрагменти і в цих фрагментах оцінювати локальні фрактальні розмірності. Далі, після отримання локальних фрактальних розмірностей необхідно побудувати їх емпіричний розподіл, який буде давати уявлення про особливості об'єктів на зображенні.

Для побудови фрактального розподілення використовується метод ковзаючого вікна, який полягає у визначенні фрактальної розмірності в межах вікна, розмір якого можна задавати довільно. Вікно піпксельно переміщується по зображенню. При цьому на кожному кроці обчислюється фрактальна розмірність зображення, що потрапило у ковзаюче вікно. Після отримання локальних фрактальних розмірностей проводиться побудова їх емпіричного розподілу ймовірностей  $W(D) / W_{\max}(D)$ .

В ході роботи було обчислено фрактальна розмірність та побудовані фрактальні розподілення великої кількості груп супутникових зображень. Досліджено їх результати та зроблено висновки стосовно відмінностей та схожості результатів.

## Розробка програмного модуля для побудови фрактальних кривих та дослідження їх показників Херста

Журба А.О., Чеклієва Ю.І., Український державний університет науки і технологій, Україна

Фрактал (лат. fractus – що складається з фрагментів) - поняття, що виникло наприкінці 70-х років завдяки роботам Б. Мандельброта та являє собою структуру, що складається з частин, які у якомусь сенсі подібні до цілого. Тобто фрактал є структурою, що має властивість самоподібності. Самоподібність, як основна характеристика фрактала, означає, що він більш менш одноманітно влаштований в широкому діапазоні масштабів.

Важливою кількісною характеристикою, що описує фрактал, є фрактальна розмірність, яка пов'язана з показником Херста наступним перетворенням:  $D = 2 - H$ .

Показник Херста використовується як міра довгострокової пам'яті часових рядів. Це пов'язано з автокореляціями часових рядів і швидкістю, з якою вони зменшуються, коли відставання між парами значень збільшується.

Робота передбачає розробку програмного модуля у системі Matlab для побудови фрактальних кривих та дослідження їх показників Херста.

У фрактальній геометрії узагальнений показник Херста був позначений  $H$  на честь як Гарольда Едвіна Герста, так і Людвіга Отто Гельдера (1859–1937) Бенуа Мандельброта (1924–2010). Показник Херста  $H$  прямо пов'язаний із фрактальною розмірністю  $D$  і є мірою «м'якої» або «дикої» випадковості ряду даних.

Показник Херста називають «індексом залежності» або «індексом довгострокової залежності». Він кількісно визначає відносну тенденцію часового ряду або до сильного регресу до середнього значення, або до групування в певному напрямку. Значення  $H$  діапазоні  $0,5-1$  вказує на часовий ряд із довгостроковою позитивною автокореляцією, що означає як те, що за високим значенням у ряді, ймовірно, слідуватиме інше високе значення, так і те, що значення в майбутньому також будуть мати тенденцію до високих. Значення в діапазоні  $0-0,5$  вказує на часовий ряд із тривалим перемиканням між високими та низькими значеннями в суміжних парах, що означає, що одне високе значення, ймовірно, буде супроводжуватися низьким значенням, а значення після цього матиме тенденцію до високого, причому ця тенденція до перемикання між високими та низькими значеннями триває тривалий час у майбутньому. Значення  $H = 0,5$  може вказувати на абсолютно некорельований ряд, але насправді це значення, застосовне до рядів, для яких автокореляції з малими часовими лагами можуть бути позитивними або негативними, але де абсолютні значення автокореляцій експоненціально швидко спадають до нуля. Це на відміну від типового розпаду за степеневим законом для випадків  $0,5 < H < 1$  і  $0 < H < 0,5$ .

В рамках роботи розроблено у системі Matlab програмний модуль для побудови фрактальних кривих та дослідження їх показники Херста. Досліджено, що показник Херста  $H$  визначається в термінах асимптотичної поведінки перемасштабованого діапазону як функції проміжку часу часового ряду наступним чином.

Для самоподібних часових рядів  $H$  безпосередньо пов'язане з фрактальною розмірністю  $D$ , де  $1 < D < 2$ , так що  $D = 2 - H$ . Значення показника Херста коливаються від 0 до 1, причому вищі значення вказують на більш плавний тренд, меншу волатильність і меншу шорсткість.

Для більш загального часового ряду або багатовимірного процесу показник Херста та фрактальну розмірність можна вибрати незалежно, оскільки показник Херста представляє структуру за асимптотично довші періоди, тоді як фрактальна розмірність представляє структуру за асимптотично коротші періоди.

## Створення автоматизованої системи наукових досліджень при моделюванні процесів під час позапічної обробки сталі

Загурський О.О., Шипков В.О., Бабенко М.В.,  
Дніпровський державний технічний університет, Україна

Металургійні процеси, що забезпечують одержання високоякісних марок сталі, ефективніше протікають при позапічної обробці, ніж в сталеплавильних печах завдяки ряду особливостей позапічної обробки:

- створення найбільш сприятливих термодинамічних умов для розвитку даного процесу, зокрема наводка шлаку, що забезпечує найбільш глибоку десульфуріацію,
- збільшення швидкості взаємодії з газовою фазою або шлаком внаслідок дроблення металу на порції з розвиненою контактною поверхнею,
- підвищення інтенсивності масопереносу в металі унаслідок його дроблення на порції і, отже, збільшення градієнта концентрацій розчинених у ньому елементів.
- інтенсифікація процесів взаємодії з введеними в ванну матеріалами для розкислення і легування (підбір комплексних розкислювачів оптимального складу, введення розкислювачів в глиб металу у вигляді порошків, блоків, за допомогою спеціального дроту, штучне перемішування з метою полегшення умов видалення продуктів розкислення і т. д.).

Математичне моделювання багатофазних середовищ базується на постулатах та положеннях механіки суцільних середовищ. Окремі дослідження тих чи інших аспектів протікання теплофізичних процесів в різних багатофазних середовищах достатньо численні. Рівняння, які описують процеси в багатофазних середовищах, є, в більшості випадків, складними нелінійними диференціальними рівняннями в частинних похідних, що мають аналітичне рішення лише в дуже обмеженій кількості випадків, котрі, як правило, не представляють особливого практичного інтересу. З ціллю одержання кількісної інформації про хід таких процесів доводиться застосовувати чисельні методи із використанням ЕОМ, що в останній час призвело до створення нових розділів науки, таких як обчислювальна фізика, обчислювальна гідродинаміка, обчислювальна теплофізика.

Автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД) – це системи, в яких для підвищення ефективності наукових досліджень ряд процедур отримання, аналізу, передачі та накопичення інформації, пов'язаних з використанням в ході пошуків методу математичного моделювання, формалізований і виконується автоматизовано.

Задачі, які можна вирішувати за допомогою АСНД:

- 1) скоротити терміни досліджень,
- 2) підвищити точність моделей і отримати якісно нову інформацію,
- 3) підвищити ефективність використання обладнання,
- 4) скоротити допоміжний персонал дослідницьких груп.

З метою досліджень тепломасообмінних та гідродинамічних процесів створюються АСНД, в яких поведінка системи прогнозується на основі рішення диференціальних рівнянь теплопровідності, аеро- та гідродинаміки (в частинних похідних). Принципове поліпшення досліджень досягається в результаті одночасного вимірювання локальних характеристик потоків (полів температур, швидкостей, тисків, концентрацій речовин, що спеціально вводяться).

На кафедрі «Програмне забезпечення систем» Дніпровського державного технічного університету в рамках створення автоматизованої системи наукових досліджень «Позапічна обробка сталі» створене відповідне програмне забезпечення, що дозволяє отримувати найбільш повну й точну інформацію про стан тепломасообмінних та гідродинамічних процесів під час позапічної обробки сталі. За результатами моделювання можна надати рекомендації по оптимізації технологічного процесу.

## **Розробка спеціалізованої комп'ютерної системи для автоматизованого підбору кольору матеріалів при реставрації зубного ряду**

Кирпа А.О., Хорошилов С.В.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Візуальні технології визначення кольору зубів є суб'єктивним процесом і вимагають певних знань і навичок, оптимальних умов, а також залежать від індивідуальних особливостей, таких як сприйняття кольору та гострота зору. Цифрові технології визначення кольору природних зубів, на відміну від візуальних технологій, не залежать від суб'єктивної думки лікаря та колірних відтінків довкілля. Суть цих технологій полягає в об'єктивному комп'ютерному аналізі зображення, отриманого за ідеальних оптичних умов, потім на його основі складається якісна карта відтінків зуба із зазначенням прозорості.

Цифрова стоматологія активно розвивається. З кожним роком з'являються нові технології, які покращують якість лікування, його комфорт і передбачуваність клінічного результату.

У цей час в світі спостерігається підвищений інтерес до методів штучного інтелекту, що багато в чому обумовлений вражаючими результатами, що отримані за допомогою технологій глибокого навчання. Останнім часом глибоке навчання стрімко розвивається і демонструє багатообіцяючі можливості у вирішенні складних завдань, знаходячи неочевидні рішення існуючих проблем.

Для отримання цифрового зображення від одного зуба або цілої серії застосовано інтраоральний сканер, що необхідний для внутрішньокорпорального сканування.

Як основний інструмент вирішення задачі використана згорткова нейронна мережа (ConvNet). ConvNet - це Deep Learning-алгоритм, який може приймати вхідне зображення, надавати важливість (засвоювані ваги та зміщення) різним областям/об'єктам у зображенні і може відрізнити одне від одного. ConvNet є односпрямованими нейронними мережами та мають у своїй структурі операцію «згортки», від якої і отримали свою назву. Архітектура цього виду мереж дозволяє переходити від докладного опису зображення, його конкретних особливостей до більш абстрактних деталей через налаштування ієрархії ознак, фільтруючи маловажні і виділяючи суттєві. Ці архітектури зазвичай застосовуються до вирішення проблем комп'ютерного зору. Попередньої обробки ConvNet потрібно значно менше в порівнянні з іншими алгоритмами класифікації.

Для навчання ConvNet потрібні дані. Перше джерело даних – натуральні зуби. Проте натуральні зуби надто варіативні. Звичайні людські зуби не дуже гарні, навіть молоді. Хочеться, щоб коронка була симпатичнішою. Тому друге джерело даних – це готові коронки. У мережі вже є 5 млн. кейсів обсягом 150 Тбайт. Вони зберігаються у хмарі Amazon. З 5 млн кейсів ми відбирали ті, що найбільше підходять і виконали навчання на них.

Для розробки нейронної мережі застосовувалася бібліотека машинного навчання Keras, також використовували оптимізацію алгоритму зворотного поширення помилки. В результаті було здійснено програмну реалізацію алгоритму, що дозволяє виконувати сегментацію зубів на сканованих зображеннях ротової порожнини. Наведено результати роботи, а також порівняння їх ефективності з існуючими аналогами.

Завдяки розробки спеціалізованої комп'ютерної систем для автоматизованого підбору кольору матеріалів при реставрації зубного ряду у вигляді програмного компонента для сканера пацієнтам стоматології не потрібно буде робити діагностичні зліпки та підбирати «на око» колір протеза.

## Кластеризація фрактальних реалізацій на основі машинного навчання

Кіріченко Л.О., Мельникова П. О.,

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Броунівський рух – невпорядкований, хаотичний рух частинки під дією нерівномірних ударів інших частинок речовини з різних боків. Сучасні методи, які відстежують траєкторії частинок, зокрема молекул, з плином часу, дозволяють проводити кількісне визначення біологічних подій з великою просторовою і часовою роздільною здатністю. Правильна інтерпретація цих складних траєкторій вимагає врахування змін в основному механізмі руху молекули.

Класифікація та кластеризація траєкторій частинок являються складними завданнями. До задачі кластеризації відноситься виділення траєкторій, коли частинка попадає у так звані пастки – області простору, де вона уповільнює свій рух. Виявлення пасток та взагалі аномалій у русі молекул є важливим завданням дослідників. Ця тема є відкритою для досліджень та має практичне застосування у біології, біохімії та біофізиці.

Метою представленої роботи є застосування методів кластеризації та розробка програмного забезпечення для виявлення пасток в траєкторіях руху броунівської частинки за допомогою машинного навчання.

У роботі було проведено моделювання траєкторії руху частинки, що складалося з двох частин: моделювання вільного руху частинки та моделювання руху частинки всередині простору, який є пасткою. Для побудови вільного руху використовувався фрактальний броунівський рух із заданим показником Херста, а рух в пастці був модельований класичним броунівським рухом із заданою дисперсією, яка є значно меншою, ніж дисперсія вільного руху. Для моделювання фрактального броунівського руху був застосован метод Холецкого.

Припустимо, що частинка змінює динаміку в залежності від речовини, в якій вона рухається. Тоді в спостережуваній траєкторії нам необхідно розрізнити проміжки часу, де частинка рухається повільніше або швидше. Ми прагнемо розробити метод, який дозволяє визначати ці проміжки часу. Для виявлення пасток є доречною побудова рекурентної матриці, яка містить інформацію про зв'язок положень частинки на заданій траєкторії. В даному випадку рекурентна матриця показує міру зв'язку лише між тими положеннями частинки у просторі, різниця в часі між якими не перевищує заданого заздалегідь значення. У інших випадках, коли часова різниця перевищує це значення, міру зв'язку будемо вважати нульовою.

Тепер виявити пастки можна завдяки кластеризації щойно побудованої матриці. Експериментальним шляхом були обрані два алгоритми, що підходять для вирішення цієї задачі: K-means та DBSCAN.

K-means – метод кластеризації даних, що базується на розподіленні даних на кілька груп однакової дисперсії. Він добре масштабується для великої кількості зразків і використовується в широкому діапазоні областей застосування в багатьох різних галузях.

Алгоритм DBSCAN розглядає кластери як області високої щільності, розділені областями низької щільності. Завдяки цьому досить загальному погляду, кластери, знайдені DBSCAN, можуть мати будь-яку форму, на відміну від алгоритму K-means, який припускає, що кластери мають опуклу форму.

Результати дослідження свідчать, що при кластеризації траєкторії руху за допомогою рекурентної матриці доцільно використовувати метод DBSCAN, який дозволяє виділити області простору, де частинка уповільнює свій рух.

## Експериментальне дослідження часу відгуку програмного забезпечення, побудованого на REST API та gRPC підходах

Коваленко М.О., Шевченко І.В.,

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна

**Актуальність дослідження.** Традиційним методом розробки програмного забезпечення є використання *монолітної архітектури*, яка багато років вважалась найкращим рішенням для реалізації будь-якої бізнес-задачі. Монолітна архітектура має логічну багаторівневу архітектуру, а кінцеві програми завжди є упакованими в один моноліт. Для розробки застосунків існує також *мікросервісна архітектура*, яка дотримується модульного підходу: мікросервісна архітектура включає набір невеликих, автономних модулів-сервісів, які реалізують різну логіку. Для передачі інформації від одного сервісу до іншого в застосунках, які побудовані на мікросервісній архітектурі, використовують, наприклад, такі технології як REST API та RPC. Таким чином, плануючи розроблення програмного забезпечення на мікросервісній архітектурі необхідно обґрунтовано обрати підхід передачі даних між сервісами. Тому проведення дослідження технологій передачі даних таких як gRPC та REST є актуальним, а результати цього дослідження прискорять обґрунтований вибір технології при розробленні програмного забезпечення на мікросервісній архітектурі.

**Об'єкт дослідження.** Процеси передачі даних між мікросервісами програмного забезпечення.

**Предмет дослідження.** Технології передачі даних між мікросервісами програмного забезпечення, побудованого на gRPC та REST підходах.

**Мета дослідження.** Порівняння часу відгуку програмного забезпечення побудованого на REST API та gRPC підходах.

**Задачі дослідження.** 1. Аналіз сучасного стану проблеми передачі даних між мікросервісами. 2. Планування експерименту тестування швидкості відгуку програмного забезпечення побудованого за різними підходами та з різним навантаженням. 3. Проведення експерименту перевірки швидкості відгуку програмного забезпечення побудованого за різними підходами та з різним навантаженням; аналіз результатів і формулювання практичних рекомендацій.

**Методи дослідження.** Експериментальне порівняння швидкості відгуку застосунків, побудованих на підходах gRPC та REST API, за допомогою інструменту JMeter.

**Наукова новизна.** Набуло подальшого розвитку дослідження технологій розроблення програмного забезпечення на мікросервісній архітектурі.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дослідження допоможуть розроблювачам ПЗ створювати більш якісні програмні продукти з меншими витратами часу на вибір технологій передачі даних.

**Проведення експерименту.** Середовищем для проведення експерименту було обрано інструмент Apache JMeter, який дозволяє тонко налаштувати процес тестування веб-застосунків, в яких передача даних побудована на підходах REST API та gRPC. Вхідні дані для експерименту були завантажені до хмарного сервісу MongoDB Atlas, вони поділялись за типами: текст, зображення та CSV файли. Також під час експерименту змінювалась кількість клієнтів та запитів до двох застосунків, які були написані на основі REST та gRPC підходів. В процесі експерименту збирались та аналізувались наступні дані: 1) мінімальний час виконання запиту; 2) максимальний час виконання запиту; 3) середнє значення опрацювання запиту. **Практичні рекомендації.** В результаті проведеного аналізу отриманих експериментальних даних можна стверджувати, що у випадку, якщо система, яка розробляється з використанням мікросервісної архітектури, буде сильно залежати від швидкості передачі даних між сервісами, то рекомендується використовувати саме gRPC підхід, який на різних типах вхідних даних показав менший час відгуку застосунку.

## Створення комп'ютерного симулятора для дослідження генетичних алгоритмів з використанням веб-технологій

Конащук О.В., Хорошилов С.В.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Останнім часом все частіше доводиться працювати та вчитися віддалено. Таку можливість надають нам сучасні інтернет технології. Ефективність віддаленої роботи залежить від наявності спеціалізованих веб-інструментів. У цій доповіді наведено особливості створення такого інструменту для дослідження генетичних алгоритмів.

Генетичні алгоритми виникли в результаті спостереження і спроб копіювання природних процесів, що відбуваються в світі живих організмів, зокрема, еволюції та пов'язаної з нею селекції (природного відбору) популяцій живих істот. При порівнянні нейронних мереж і генетичних алгоритмів слід звертати увагу на принципово різну тривалість протікання згадуваних природних процесів, тобто на надзвичайно швидку обробку інформації в нервовій системі і дуже повільний процес природної еволюції. Однак при комп'ютерному моделюванні ці відмінності виявляються несуттєвими.

Генетичні алгоритми являють собою методи, що відображає природну еволюцію для вирішення проблем, і в першу чергу для задач оптимізації. Генетичні алгоритми — це процедури пошуку, засновані на механізмах природного відбору і спадкоємства. У них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин. Вони відрізняються від традиційних методів оптимізації декількома базовими елементами.

Реалізований у симуляторі генетичний алгоритм може бути описаний послідовністю з шести кроків. Крок 1: Ініціалізація створення випадкової популяції з  $N$  елементів. Кожен елемент має випадкову ДНК. Крок 2: Селекція, де ми оцінюємо кожен елемент популяції та формуємо список потенційних батьків. Крок 3: Репродукція. Повторюємо  $N$  разів: Вибираємо двох батьків, схрещуємо, мутуємо та оновлюємо у нову популяцію. Крок 4. Нова популяція замінює поточну і повторюємо Крок 2.

Симулятор реалізований мовою JavaScript з використанням фреймворку Node.js. Основою симулятора є клас DNA, який приймає довжину фрази, яку хочемо отримати і набір ДНК, якщо це дочірній об'єкт. Цей клас зберігає з генотипом у полі genes. Клас популяції виконує основні функції, саме створення популяції, селекцію, схрещування і мутацію.

Ініціалізація популяції починається зі створення порожнього масив розміром  $n$ , який дані передається через конструктор. Далі на кожен елемент масиву створюється елемент популяції зі своєю випадковою ДНК. Далі виконується мутація.

Для зручності проведення експериментів з генетичними алгоритмами в симуляторі реалізовано візуалізацію процесів та результатів оптимізації з використанням інструменту blessed-contrib, який дозволяє створювати динамічні дашборди.

У якості прикладу симулятор використовує наведений генетичний алгоритм для еволюції випадкових двоколісних форм в автомобілі протягом багатьох поколінь. В цьому випадку геном складається з: форми (8 генів, по 1 на вершину); розміру коліс (2 гени, по 1 на колесо); положення колеса (2 гени, по 1 на колесо); щільності коліс (2 гени, 1 на колесо); щільності шасі (1 ген).

## Обчислювальна ефективність методів розв'язування мультимодальних задач

Косолап А. І., Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

З кожним роком стрімко збільшується кількість складних систем, які розробляються в кожній сфері людської діяльності. На розробку таких систем витрачаються значні ресурси, зокрема матеріали, гроші, час. Актуальною проблемою при розробці складних систем є пошуки засобів скорочення таких ресурсів. Вибір найкращих проектних рішень часто потребує розробки відповідної оптимізаційної моделі. В наш час розроблено безліч таких моделей і цей процес продовжується. Розробка оптимізаційної моделі включає визначення критерію оптимальності проекту, який повинен приймати найкращі оптимальні значення при заданих обмеженнях на змінні моделі. Вибір змінних моделі з заданої множини значень, що забезпечують оптимальне значення критерію, визначають оптимальний проект складної системи. Для складних систем кількість змінних може бути досить значним. Часто це десятки та сотні тисяч змінних. Знаходження оптимальних значень змінних представляє собою значну обчислювальну проблему навіть для сучасних обчислювальних систем.

Критерій оптимізаційної моделі та її обмеження визначаються функціями багатьох змінних. Як правило ці функції є неперервними та диференційованими. Більшість складних систем можна описати загальними квадратичними функціями. Наприклад, комбінаторні задачі з булевими змінними легко перетворюються до квадратичних задач.

Оптимізаційні моделі складних систем можна розділити на два групи: унімодальні та мультимодальні. Більшість моделей є мультимодальними, тобто містять багато локальних екстремумів. Наприклад, задачі з булевими змінними в  $n$ -вимірному просторі містять  $2^n$  локальних екстремумів, а задачі теорії розкладу –  $n!$  локальних екстремумів. Більшість існуючих методів ефективно розв'язують тільки унімодальні задачі.

Існуюче програмне забезпечення для розв'язування оптимізаційних задач включає пакет Excel, математичні пакети MatLab, Maple, Python та інші, а також окремі пакети, такі, наприклад, як ANTIGONE, BARON, CPLEX, LINDO, SCIP та інші. Для введення початкових даних найбільш придатний є пакет Excel, так як математичні пакети потребують написання відповідного коду, а інші пакети використовують різні мови програмування для введення початкових даних задачі. Тому для пакету Excel було розроблено декілька програм, наприклад, OpenSolver, RiskSolver, LINDO та інші, які використовуються як надбудови до Excel та використовують формули Excel для задання функцій критерію та обмежень задачі. Використання надбудов Excel – це найбільш простий засіб розв'язування оптимізаційних задач.

Методи для розв'язування мультимодальних задач діляться на детерміновані, стохастичні та евристичні. На даний час детерміновані методи стикаються з проблемою розмірності задачі, стохастичні методи потребують досить багато часу та не гарантують отримання оптимальних розв'язків, а евристичні пропонуються тільки для окремих мультимодальних задач і також не гарантують знаходження оптимальних розв'язків. Автор розробив детермінований метод EQR (точної квадратичної регуляризації) для розв'язування мультимодальних задач. Проведені значні порівняльні обчислювальні експерименти для задач з існуючих баз таких задач (див. <https://www.minplib.org/dates.html> та <http://www.gamsworld.org/performance/princetonlib/princetonlib.htm>) свідчать про його високу ефективність. Задачі з приведених баз розв'язуються різними методами уже понад 20 років. Отримані кращі розв'язки задач часто не є оптимальними. Зокрема, для бази princetonlib з множини задач Cute (налічує 738 мультимодальних задач з розмірностями від 1 до 14000) автор методом EQR розв'язав більшість задач з розмірностями від 10 до 3000 та отримав кращі розв'язки в більше ніж 30% задач, а в інших задачах розв'язки збіглися з найденими кращими розв'язками, які отримані іншими методами. Це є кращим свідченням обчислювальної ефективності методу EQR.



## Оптимізація в задачах розпізнавання тексту

Косолап А. І., Андросюк Р. В.

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

В даний час, однією з найбільш актуальних проблем використання комп'ютерної техніки є машинне навчання. Воно є основою розробки роботів в різних галузях людської діяльності. Для ефективного функціонування роботи повинні розпізнавати навколишні об'єкти. В наш час для розпізнавання образів частіше використовуються нейронні мережі, які для перетворення вхідних даних у вихідні використовують налагодження безлічі параметрів нейронних мереж. Таке налагодження відбувається на вибірках даних, кількість яких може досягати сотні тисяч. Процес налагодження параметрів називається машинним навчанням. Таке машинне навчання ще не є досить досконалим, так як поява нової вибірки може спричинити неадекватну реакцію. Цю проблему частково вирішують за рахунок використання оптимізаційних методів. Відомо, що процеси в природі функціонують оптимально, людина також може інколи приймати оптимальні рішення. Тому використання оптимізаційних моделей та методів може значно покращити машинне розпізнавання образів та замінити машинне навчання на безлічі вибіркового даних розв'язуванням оптимізаційних задач.

Будемо розглядати задачу машинного розпізнавання тексту. Текст може бути друкованим або рукописним. Друкований текст розпізнати значно легше. Іноді при заповненні документів рекомендується використовувати рукописно-друкований текст. Будемо розглядати задачу розпізнавання такого тексту. Нехай кожна буква приведена до початку координат і задані координатами точок, які однозначно визначають конкретну букву. Сукупність таких координат є шаблоном для розпізнавання даної букви. Так як рукописно-друкований текст може значно відрізнитися від шаблону розміром, а також пропорціями відрізків, що утворюють букву, то необхідно визначити критерій розпізнавання даної букви. Для цього кожному координату рукописно-друкованої букви будемо множити на відповідну змінну. Необхідно визначити оптимальні значення цих змінних при яких координати рукописно-друкованої букви будуть близькими до відповідної букви шаблону. Близькість до шаблону будемо визначати в евклідовій метриці. Таким чином, отримуємо задачу опуклої квадратичної оптимізації для кожної букви тексту, що розпізнається. Кількість змінних такої задачі залежить від кількості точок, що визначають рукописно-друковану букву.

За допомогою VBA для Excel була розроблена програма розпізнавання рукописно-друкованого тексту. Початковими даними для даної програми є рукописно-друкований текст, який заноситься на лист Excel. Кожна буква такого тексту відокремлюється стовпчиком пустих комірок та двома стовпчиками між словами тексту. Програма містить координати кожної друкованої букви фіксованого розміру та знаків, що використовуються в тексті. Далі подвійним клацанням лівої кнопки миші на екран монітору виводиться діалогове вікно в яке користувач заносить номер аркуша Excel та точність розпізнавання тексту. Після натискання на кнопку Виконати програма розпізнає текст та розміщає його друкований варіант нижче. Алгоритм розпізнавання букви наступний. Кожна буква рукописно-друкованого тексту приводиться до початку координат та визначаються координати її точок. Далі в циклі для всіх букв та знаків шаблону розв'язується послідовність квадратичних задач та визначається мінімальне значення критерію. Якщо знайдене значення менше значення точності розпізнавання, то дана буква розпізнана і її друкований варіант заноситься у відповідну позицію нижче.

Проведені чисельні експерименти показали досить значну ступінь правильного розпізнавання рукописно-друкованого тексту.

## Оптимізація в розподілу потоків даних в комп'ютерних мережах

Косолап А. І., Бабій Р. С.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

З кожним роком число користувачів мережі Internet стрімко зростає. Це спричиняє зростання клієнтів та серверів мережі. Ефективність мережі залежить від кількості серверів та координат їх розміщення, а також від оптимального розподілу запитів клієнтів між існуючими серверами. Затрати, що забезпечують ефективне функціонування мережі досить значні, тому оптимізація затрат на сервери та оптимальний розподіл запитів клієнтів до відповідних серверів дасть змогу мінімізувати затрати на розширення комп'ютерної мережі.

Допустимо, що існуючу комп'ютерну мережу потрібно модернізувати шляхом установки у визначених місцях нових серверів. Існує задане число запитів клієнтів до серверів на заданому проміжку часу. Час виконання кожного запиту відомий і залежить від відстані між клієнтом і сервером. Виникає задача визначення розміщення серверів та оптимального розподілу потоків даних між клієнтами та серверами. Очевидно, що чим більше встановлено серверів, тим ефективніше працює комп'ютерна мережа. Однак установка безлічі серверів потребує значних затрат. Тому будемо вважати, що на модернізацію мережі виділені задані кошти, крім того відома ціна одиниці часу роботи сервера, а також його ціна. Тоді модернізація мережі буде виконуватися при обмежених фінансових ресурсах. Візьмемо в якості цільової функції для даної задачі час виконання всіх запитів, який потрібно мінімізувати. Для цього введемо булеві змінні, які дорівнюють одиниці, якщо відповідний запит надсилається на даний сервер і нулю – в протилежному випадку. Отримаємо таблицю змінних, яка містить нулі та одиниці. Кожний стовпчик цієї таблиці пов'язаний з сервером, а кожна строчка пов'язана з запитом. Очевидно, що в кожній строчці таблиці може бути тільки одна одиниця. Даній таблиці відповідає друга аналогічна таблиця часів виконання запитів. Тоді в якості цільової функції візьмемо суму квадратів скалярних добутків відповідних стовпців цих двох таблиць. Така цільова функція буде визначати час виконання запитів. Мінімум її буде досягатися тоді, коли всі доданки будуть рівними. Необхідно врахувати також обмеження на вартість модернізації мережі. Для цього в нашому проекті ми спочатку розмістимо збиткову кількість серверів та введемо нову булеву змінну, яка буде дорівнювати одиниці, якщо відповідний сервер працює, інакше ця змінна буде дорівнювати нулю. Сума цих змінних помножена на ціну сервера та затрати на його експлуатацію визначить вартість модернізації, яка не потрібна бути вище заданої. Необхідно також врахувати, що булева змінна, що пов'язана з сервером буде дорівнювати одиниці тільки в тому випадку коли даний сервер отримує запити.

Розглянута оптимізаційна модель з булевими змінними розв'язувалась програмою OpenSolver для Excel. В результаті розв'язування задачі визначалось які сервери залишити в мережі, а які видалити. Крім того, існуючі запити оптимальним чином розподілялись між новими та старими серверами в мережі.

Таким чином, шляхом збиткового проектування комп'ютерної мережі була побудована оптимізаційна модель, яка дозволила оптимізувати потоки запитів клієнтів до серверів та обмежитися оптимальним числом серверів і місцем їх розташування.

## Оптимізація в гетерогенних комп'ютерних мережах

Косолап А.І., Роменський А. О.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Сьогоднішнє життя важко представити без мобільного зв'язку. Майже кожна людина має мобільний телефон, який використовує для спілкування з іншими людьми, а також для користування мережею Internet. Таке двояке використання відносить мобільний зв'язок до так званих гетерогенних комп'ютерних мереж.

Мобільний сигнал від абонента, що набирає відповідний номер телефону, передається на ближню базову станцію мобільного зв'язку, а звідти оцифровані в мобільному телефоні аналогові сигнали через другі базові станції мобільного зв'язку доходять до адресату і таким чином встановлюється мобільний зв'язок між абонентом і адресатом. Базові станції мобільного зв'язку покривають значну частину земної кулі, утворюючи на поверхні землі круги сприймання сигналу кожною базовою станцією. Ці круги часто представляють як стільник, тому мобільний зв'язок називають також стільниковий зв'язком. В районах, де існує мобільний зв'язок, виникають проблеми нерівномірного покриття якісним мобільним зв'язком. Чим далі абонент знаходиться від базової станції мобільного зв'язку, тим слабше сигнал, який повинна спіймати антена (під вишкою він теж буде слабким). Ця проблема може вирішуватися за рахунок модернізації базових станцій мобільного зв'язку, що посилюють сприймання нею сигналів. Можна також встановлювати додаткові базові станції мобільного зв'язку, але це досить затратно. Враховуючи те, що модернізація також потребує значних затрат, потрібно мінімізувати такі затрати шляхом визначення, які базову станцію мобільного зв'язку модернізувати і настільки, щоб посилити сприймання сигналів у місцях зі слабким мобільним зв'язком. Таку задачу будемо розв'язувати за рахунок побудови відповідної оптимізаційної моделі.

В якості початкових даних даної моделі маємо координати кожної базової станції мобільного зв'язку та існуючий відповідний радіус сприймання ними сигналу. Також відомі координати місць регіону зі слабким мобільним зв'язком. Будемо вважати, що модернізація базової станції мобільного зв'язку призводить до збільшення її радіусу сприймання мобільного сигналу. Чим на більшу величину збільшується радіус, тим більше потрібно коштів на таку модернізацію. Тому в якості цільової функції задачі візьмемо сумарну вартість модернізацій базових станцій мобільного зв'язку, яка пропорціональна збільшенню радіусів сприймання сигналів антенами. В оптимальному розв'язку тільки деякі базові станції мобільного зв'язку будуть підлягати модернізації. Обмеженнями для даної задачі будуть умови попадання координат точок зі слабким мобільним зв'язком в зону сприймання, як мінімум, однієї базової станції мобільного зв'язку. Ці обмеження можна представити як добуток кругів сприймання сигналу кожною базовою станцією мобільного зв'язку, який в кожній точці слабого мобільного зв'язку повинен бути від'ємним. Очевидно, що якщо добуток величин є від'ємним, то по крайній мірі одна величина буде від'ємна. Крім того, збільшення радіусу доступності сигналу для кожної базової станції мобільного зв'язку можливе тільки в заданих межах.

Отримана оптимізаційна модель є нелінійною та мультимодальною. Кількість змінних співпадає з кількістю базових станцій мобільного зв'язку, що підлягають модернізації. Кількість нелінійних обмежень буде дорівнювати кількості точок зі слабким мобільним зв'язком. Для розв'язування запропонованої моделі та знаходження рівнів модернізації базових станцій мобільного зв'язку ми використовували метод EQR, який є ефективним при розв'язуванні мультимодальних задач. Цей метод легко реалізувати в пакеті Excel з надбудовою OpenSolver.

Використання запропонованої моделі дозволить максимально заощадити кошти при модернізації базових станцій мобільного зв'язку, що покращують мобільний зв'язок.

## Алгоритм керування транспортним рухом на регульованих перехрестях

Костюк М.С., Горячкін В.М.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

За останні десятиліття для великих українських міст однією з проблем, які впливають на їх розвиток, стала проблема перевантаження транспортної мережі. Це пов'язано як зі збільшенням кількості транспорту, так і зі складнощами щодо збільшення пропускної здатності транспортних систем.

Для управління рухом в міських транспортних системах широко використовуються системи керування, алгоритми яких базуються на моделях транспортних потоків. Концепція інтелектуальних транспортних систем застосовується як до управління транспортним потоком у містах, так і до контролю за умовами руху на магістралях. Існують чотири основні завдання використання ІТС-технологій: оптимізація містобудівних рішень, забезпечення максимальної пропускної здатності, пріоритетний рух транспортних засобів та зменшення екологічного навантаження міста.

Одним з найбільш складних в управлінні елементом транспортної системи є перехрестя. Найбільш ефективним і найскладнішим у реалізації з усіх методів є оптимізація режимів роботи світлофора. Виходячи з цього, важливою задачею транспортної мережі є створення злагоджено працюючої світлофорної мережі, характеристики якої будуть задовольняти наступним двом параметрам: по-перше, координаційна робота світлофорних об'єктів повинна бути організована відповідно до особливостей просторового співвідношення, а по-друге, режим роботи світлофорів повинен визначатися на основі достовірної статистики параметрів потоку, оптимізуючись на основі завантаження дорожньої мережі.

Важливою задачею, яку має вирішувати світлофорна мережа є уникнення утворення заторів, які виникають через перенавантаження транспортної мережі і призводять до зниження швидкості транспортного потоку і збільшення довжини транспортних черг. Тому питання організації транспортного потоку на магістральних шляхах в умовах вузлових заторів є важливим напрямком у сфері організації дорожнього руху.

Основна суть запропонованої моделі управління роботою світлофора полягає у зміні часу дії сигналу в залежності від кількості машин на певному напрямку. Чим менше машин з певного напрямку - тим менше часу їм знадобиться для проїзду, а отже для перпендикулярного напрямку час роботи світлофора буде більшим. Для визначення кількості автомобілів пропонується використовувати датчики, розміщені перед перехрестям. Далі система аналізує кількість машин на кожному напрямку та видає певні пріоритети у русі за напрямками.

Перевага такої оптимізації полягає не тільки в розвантаженні транспортного вузла з попередньо встановленими параметрами розподілу вхідних запитів типу «Пішохід» і «Автомобіль», але і в збереженні стабільної роботи вузла при переході цих параметрів до збільшення навантаження.

Перспективи успішного використання моделі включають її використання в поєднанні з системою збору статистики перехресть на основі розпізнавання образів. Визначаючи частоту прибуття автомобілів або пішоходів, можна налаштувати світлофори залежно від дня тижня, сезону або часу доби. Отримана модель перехрестя є дуже гнучкою і може бути легко адаптована для будь-якого типу перехрестя з будь-яким навантаженням на нього.

Успішне впровадження такої системи управління дорожнім рухом дозволить не тільки скоротити витрати на паливо та час у дорозі, але й надалі може бути використано для побудови систем підтримки прийняття рішень для автомобільних та пасажирських маршрутів.

В подальшому ця модель може бути розширена шляхом додавання інших частин мережі. Це дозволить аналізувати транспортні ситуації, виявляти проблемні зони та приймати рішення щодо їх усунення.

## **Розробка системи обмеження доступу в приміщення з системою розпізнавання обличчя**

Круть Я. І., Хорошилов С. В.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Поява системи доступу в приміщення тісно пов'язана з прагнення людства забезпечити високий та надійний рівень безпеки важливих об'єктів інфраструктури, зниження рівня ризику несанкціонованого проникнення небажаних осіб у приміщення під охороною. Тому розробка системи розпізнавання обличчя, для доступу до приміщення є актуальною науково-технічною задачею.

Систему розпізнавання обличчя можна охарактеризувати як процес зіставлення обличчя, що потрапили в об'єктив камери, з базою даних раніше збережених та ідентифікованих зображень стандартів особи. Основною та на нашу думку особливістю даної системи розпізнавання обличчя – можливість ідентифікувати велику кількість людей, оскільки для роботи не потрібна співпраця випробуваного.

Першою складовою є правильність розроблення даної комп'ютерної системи: правильно розроблена система, наприклад, в аеропортах або в громадських містах може ідентифікувати осіб у натовпі, не перехоплюючи навіть перехожих, об'єднуючи багато різних підсистем в єдиний керований комплекс комп'ютерної системи. Другою – якісні інструменти, які використовуються при розробці в системі розпізнавання обличчя, оскільки часто можливі відхилення в зображеннях людських обличчя. Освітлення, поза, вираз обличчя – всі ці, та ще багато інших факторів можуть вплинути на роботу системи.

Виділення правильних ознак зовнішності відіграє вирішальну роль у розпізнаванні обличчя. Метод представлення – широко використовується в розпізнаванні об'єктів, тобто, точки. Будь-який об'єкт для комп'ютерного зору – це точка або набір точок. На обличчі людини налічується всього 68 конкретних точок, які розпізнає комп'ютерна система.

У сфері систем машинного зору та штучного інтелекту ідентифікація та ідентифікація особи пройшли через ряди найбільш переважних особливостей на прикладі відомих людей. Для досягнення цієї задачі в комп'ютерних системах існує велика різноманітність візуальних образів, яка прив'язана до зміни освітлення, масштабу, ракурсу. Найбільшою проблемою для комп'ютерних систем є розкриття неоднозначності, що є результатом проектування тривимірних об'єктів реального світла на площині зображення. Завдання виявлення об'єктів на зображенні ускладнюється через великий обсяг даних, що містяться в зображенні. Зображення може складатися з тисяч пікселів, кожен з яких може мати істотне значення, а аналіз кожного пікселя може бути досить тривалим процесом.

Для розпізнавання рис обличчя використано метод головних компонентів. Основним завданням методу головних компонентів є зменшення розмірності простору ознак обличчя, щоб він краще описував «типові» зображення, які належать багатьом особам. При використанні даного методу можливо зробити різну варіабельність у вибірці зображень обличчя та описати таку мінливість на основі кількох ортогональних векторів, які називаються власним обличчям. Використовуючи обмежену кількість власних векторів, можна отримати коротку апроксимацію вхідного зображення людини, яке потім може бути збережено в базі даних у вигляді вектору коефіцієнтів, що служить ключем пошуку в базі даних осіб.

Отже, система розпізнавання обличчя – це технологія, здатна зіставляти людське обличчя з цифровим зображенням або відеокадром з базою даних осіб, зазвичай використовується для автентифікації користувачів за допомогою служб перевірки особистості, працює шляхом точного визначення і вимірювання рис обличчя по даному зображенню.

## Оцінка ефективності асинхронних обчислень за допомогою coroutines

Кузнецов І.І., Жульковський О.О., Жульковська І.І., Вохмянін Г.Я.,  
Дніпровський державний технічний університет, Україна

Керування сучасною авіаційною технікою, контроль за протіканням технологічних процесів у промисловості, моніторинг стану пацієнта під час проведення складних хірургічних операцій, реалізація задач моделювання та прогнозування і багато іншого неможливе без проведення надшвидких та точних комп'ютерних розрахунків.

Оскільки сучасний етап розвитку комп'ютерної техніки зі збільшення її потужності обумовлений зростанням кількості ядер процесорів, то розвиток технологій та методів паралельної обробки даних представляє собою актуальну задачу, вирішення якої дозволить не лише економити час та ресурси, але й рятувати людське життя.

Паралельною машиною, як правило, називають сукупність процесорів, пам'яті та методів їх взаємодії. Паралельні алгоритми прив'язані до архітектури конкретної системи та далеко не такі універсальні, як їх класичні аналоги. Розподілення обчислень у рамках однопроцесорної машини реалізується за допомогою потоків, що представляють собою послідовність операцій, які виконуються одночасно з іншими потоками. Кожна програма створює як мінімум один потік, який виконує головну функцію. Програма, яка використовує більш ніж один потік, вважається багатопоточною. У багатопоточних систем є недолік – кількість потоків, необхідних для виконання усіх функцій, покладених на комп'ютер, може перевищувати фізичну здатність процесора обслуговувати усі потоки одночасно. Тому з'являються різноманітні засоби для керування потоками: черги, системи пріоритетів, призупинення та відновлення процесів (coroutines).

Корутини (функції, які мають можливість призупинятись і за деякий час поновлювати своє виконання) у мові програмування C++ з'явилися, починаючи зі стандарту C++ 20. Впровадження корутин у C++ наразі до кінця не завершено. Усе, що стосується ядра мови, вже виконано, проте стандартну бібліотеку реалізовано лише частково. Очікується завершення роботи над корутинами вже у стандарті C++ 23.

Отже для використання корутин у власному дослідженні, необхідно застосування сторонніх бібліотек або ж самостійне розроблення необхідних функцій і класів.

Метою даної роботи є дослідження доцільності використання корутин для проведення багатопоточних обчислень, а також порівняння ефективності застосування однопоточного методу та корутин, розподілених, наприклад, між двома потоками.

За основу взято реалізацію алгоритму розв'язання задачі множення матриці на вектор для розмірності квадратної матриці від  $100 \times 100$  до  $20000 \times 20000$  елементів із використанням класичної однопоточної програми та двохпоточної програми з корутинами.

Обчислювальні експерименти проводились з використанням наступної архітектури ПК: CPU Intel Core i5-10300H (6 cores, 2.5 GHz / 4.5 GHz), RAM Goodram DDR4 (4 GB)  $\times$  4 = 16 GB, OS Microsoft Windows 11, IDE Microsoft Visual Studio C++, ISO/IEC C++ 20.

Доведено, що при відносно невеликій розмірності матриці розроблений алгоритм з використанням багатопоточності менш ефективний, ніж однопоточний аналог, що пов'язано з часом роботи компілятора на створення потоків та одночасного їх запуску на виконання. Починаючи з розмірності  $1200 \times 1200$  елементів стає помітним зростання швидкодії багатопоточного алгоритму з максимальним пришвидшенням обчислень у 1,94 рази при розмірності матриці у  $15000 \times 15000$  елементів.

Отримані результати можуть бути розвинуті з двох на більшу кількість потоків та застосовані під час розроблення комп'ютерних моделей, що використовують обчислювальні операції з матрицями великої розмірності.

## **Прогнозування результатів командних змагань модифікованим методом аналізу ієрархій**

Кумпан С.В., Шинкаренко В.І.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Метод аналізу ієрархій (МАІ) використовується для прийняття рішень в разі наявності деякого набору альтернатив у багатьох сферах. Прикладом таких сфер можуть бути соціальна, економічна, індустріальна, політична, екологічна, бізнес та інші види діяльності. У цих сферах МАІ може вирішувати такі задачі як: оцінка якості об'єктів, наприклад ефективності підрозділів компаній у різних містах чи країнах, ефективності персоналу, аналіз балансу затрат, вигоди та ризиків для декількох проектів, маркетингові дослідження, тощо.

Вірогідною перспективною сферою для застосування МАІ є навіть спортивні змагання. Концептуальна ідея МАІ полягає у виборі із декількох альтернативних варіантів оптимального варіанту. У випадку спортивних змагань такими альтернативами є учасники змагань – окремі спортсмени або команди.

Запропоновано алгоритм, який досліджує точність прогнозування результатів спортивних змагань в залежності від кількості відсутніх альтернатив, які будуть інтерпольовані на основі наявних коефіцієнтів МАІ.

Для дослідження використовується інформація щодо результатів матчів команд у футбольних чемпіонатах Англії.

Алгоритм включає розрахунок відносної сили команд за допомогою МАІ на основі неповної традиційної таблиці футбольних чемпіонатів. Роль експерта виконує природа, а саме результати гри команд безпосередньо на футбольному полі у конкретному матчі. Таким чином результат парних порівнянь залежить від багатьох випадкових факторів (дискваліфікацій гравців, травм, фізичного та психологічного стану гравців і т. д.).

На наступному кроці відбувається розрахунок відсутніх коефіцієнтів відносної сили команд за допомогою інтерполяції на основі усередненої операції транзитивного замикання використовуючи коефіцієнти аналогічно МАІ. На основі отриманих коефіцієнтів виконується прогнозування результатів «незіграних» матчів. На останньому етапі виконується розрахунок точності прогнозування в залежності від кількості зіграних турів чемпіонату.

За результатами експерименту формується графік точності прогнозування в залежності від туру, з якого почалось прогнозування.

Прогнозування результатів футбольних матчів за допомогою МАІ має досить невелику точність, хоча вона і більша, ніж прогнозування випадковим способом. На результат кожного матчу впливає велика кількість випадкових факторів, які змінюються з плином часу від одного матчу до іншого. Таким чином можна припустити, що прогнозування на основі класичного МАІ не є достатнім, щоб робити на його основі деякі висновки, або результати футбольних матчів не є в достатній мірі прогнозованими.

Для поліпшення точності прогнозування можна модифікувати алгоритм так, щоб при розрахунку відносної сили команд він враховував, чи був між ними зіграний лише один матч, чи два. Також можна додати алгоритм, який буде враховувати більше критеріїв, які команди показують протягом чемпіонату, наприклад середній час володіння м'ячем, середній час на тій чи іншій половині поля, середню кількість реалізованих моментів і таке інше.

## **Розробка та дослідження спеціалізованої комп'ютерної системи на базі масиву графічних процесорів**

Лісевич Є. В., Хорошилов С. В.,

Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

На певному етапі розвитку комп'ютерної техніки розрахунки стали настільки численними, що для подальшої еволюції графіки потужності тодішніх центральних процесорів було недостатньо. У зв'язку з тим, що розрахунки, необхідні для малювання ігрової картини, були однотипними для всіх ігор і були дуже специфічними, рішенням проблеми стало створення вузькоспеціалізованих пристроїв. Завдяки вузькій спеціалізації вдалося досягти створення пристроїв з вражаючими обчислювальними здібностями і відносно невисокою вартістю. В даний час обчислювальна потужність часових відеоприскорювачів (GPU) в десятки і навіть сотні разів перевищує аналогічні показники центральних процесорних пристроїв (CPU) при приблизно рівних витратах. Тому в цей час графічні процесори використовують не тільки для роботи з графікою, але і при вирішенні інших завдань, наприклад, машинне навчання, або майнінг крипто-валют.

В доповіді розглянуто особливості розробки спеціалізованої комп'ютерної системи на базі масиву графічних процесорів. Одною таких особливостей є те, що використання технології nVidia CUDA для розпаралелювання обчислень помітно відрізняється від алгоритмів паралельних обчислень на лінії CPU, зокрема:

потрібна спеціальна організація роботи з різними типами пам'яті відеоприскорювача; необхідний ретельний аналіз алгоритму і використовуваних операцій, що, звичайно ж, ускладнює підготовку паралельних версій програм в порівнянні, наприклад, з програмний інтерфейс для передачі інформації MPI (Message Passing Interface);

ефективність розпаралелювання розрахунків навіть на простому прикладі може бути дуже високою за умови ретельного використання можливостей відеокарти.

Важливо відзначити, що, незважаючи на зростаючу складність алгоритмів розпаралелювання в порівнянні з традиційними підходами, призначеними для вирішення завдань на наборі центральних процесорів, привабливість використання графічних процесорів обумовлена в першу чергу їх низькою вартістю і доступністю. Також розглянуті підходи до використання CUDA для вирішення практичної проблеми поглинання енергії в оболонці багатокомпонентного об'єкта.

В результаті проведення було встановлено, що правильна організація роботи з різними типами пам'яті дозволяє більш ніж на порядок підвищити ефективність використання технології CUDA навіть на такому примітивному прикладі.

При отриманні коефіцієнтів прискорення ми порівнювали різні реалізації CUDA з оригінальною реалізацією на CPU. Варто, однак, відзначити, що правильна організація пам'яті з точки зору обчислень на GPU не така як при класичних обчисленнях на CPU. Так у розглянутих експериментах час розв'язання задачі був більш ніж в два рази більше на центральному процесорі при врахуванні цієї особливості. Ця різниця ще раз підкреслює різницю в підходах до програмування на GPU і на CPU.

Як приклад використання технології CUDA розглянуто вирішення задачі обчислення коренів великої кількості квадратних рівнянь. Отримано графіку залежності прискорення від кількості рівнянь, що підлягають розв'язанню для різних реалізацій. Оцінено час розрахунку за допомогою відеоприскорювачів NVidia GeForce 9600GT та GeForce GTX 275.



## **Проектування інформаційного забезпечення для вирішення задач біомеханіки з вибором матеріалів**

Маршак О.І., Бондар О.В., Герасименко К.Б.,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Україна

Актуальність тематики обумовлена необхідністю лікування та реабілітації поранених військових та цивільних громадян в ході бойових операцій російського вторгнення на територію України. Це вимагає розширення мережі виробничих підприємств з біопротезування та створення малих центрів при лікувальних закладах, у яких індивідуально, за короткий час можна підібрати протез необхідної конструкції матеріалу, яка за всіма показниками (фізико-механічними і експлуатаційними властивостями, технологічністю, масогабаритними показниками, індивідуальними особливостями організму, ціною політикою тощо) задовольнив би людину.

Вибір технології формування біопротезів безпосередньо пов'язаний з певним матеріалом і разом з вирішенням механічних задач щодо прогнозування навантажень та життєдіяльності виробу являє собою важливе науково-прикладне завдання, невід'ємною частиною якого є розробка вузькопрофільної інформаційної системи, за допомогою якої стає можливим процес систематизації та управління даними.

Робота присвячена вирішенню важливого науково-прикладного завдання розробки інформаційного забезпечення для систематизації та управління даними з вибору матеріалів, технологій та механічних характеристик при проектуванні біопротезів.

Методичну базу досліджень становлять основні наукові положення біомеханіки тіла людини та ортодонтології, фізики та мікрогеометрії технічних поверхонь, сучасний досвід у розвитку комп'ютерних технологій у цих областях; класичні технології баз даних та інформацію щодо застосування композиційних матеріалів при протезуванні.

Інформаційно-пошукова система «EndoProtez Compozit Data» призначена для обробки, збереження, систематизації даних про властивості, структуру та технології нанесення композиційних матеріалів, які застосовуються у біопротезування, також містить про фірми-виробники. Аналогічно інформаційно-пошукова система (ІПС) «Implant Materials Data» містить довідникові та експериментальні дані про характеристики сучасних матеріалів, які застосовуються для виготовлення імплантів. Обидві ІПС матимуть однакову структуру з інформаційно-пошуковим масивом документально-фактографічного типу, де у документальну частину заносяться документи у вигляді каталогів, патентів, технічних умов, інструкцій, протоколів, реферативної інформації. Фактографічна частина інформаційно-пошукового масиву матиме запис про умови роботи з пацієнтом щодо лікування або оперативного втручання.

Фундаментальним етапом проектування є розробка загальної структури інформаційно-довідникової бази даних, яка потім кастомізується для кожної з інформаційних систем.

За результатом аналізу функціональних вимог з урахуванням специфіки об'єкта автоматизації обрано систему управління базою даних (СУБД) MySQL та мову програмування Java для роботи з базою даних та розробки користувацького інтерфейсу.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у апробації розроблених інформаційних систем для вирішення задач підбору композиційних матеріалів у технологіях стоматологічної та ортопедичної імплантації та прогнозування механічних навантажень.

Результати роботи можуть бути застосовані у лікувальних центрах та центрах протезування, на підприємствах ендопротезування та імплантації, науково-дослідницьких установах.

## Методи розрахунку спектра частот власних коливань пластин.

Михайлова Т.Ф., Максименкова Ю.А., Попик М.А.,  
Дніпровський державний університет науки і технологій, Україна

Задачі про визначення спектра власних частот коливань відносяться до числа найбільш складних задач математичної теорії пружності. Ці труднощі обумовлені складністю досліджуваних диференціальних рівнянь і крайових умов, а також нетривіальністю областей, в яких знаходяться розв'язки задач.

Для розв'язку задач про власні значення часто використовуються методи, запропоновані Б.М.Бубенком. За допомогою цього методу можна розв'язувати задачі про власні коливання пластин з одним жорстко затисненим краєм та іншими вільними, якими є лопатки газових турбін. Ефективним для розв'язування задач оптимізації проектування конструкцій є метод локальних варіацій.

Для розв'язання варіаційної задачі в частинних похідних з неаддитивним функціоналом було застосовано метод локальних варіацій. Чисельна реалізація методу була здійснена для знаходження перших власних частот  $\omega_1(x), \omega_2(x)$  продольних коливань стержня.

Потрібно визначити на відрізку  $[0, \ell]$  функцію  $u(x)$ , яка задовольняє обмеженням виду  $u(0)=0$  і доставляє мінімум функціоналу

$$\omega_1^2 = \frac{\int_0^\ell EF(u')^2 dx}{\int_0^\ell \rho Fu^2 dx}, \quad (1)$$

де  $u(x)$  – перша власна функція, що відповідає заданій площі перерізу стержня  $F(x)$ ,  $E$  і  $\rho$  – відповідно модуль Юнга і густина матеріалу стержня,  $\ell$  - довжина стержня.

При знаходженні другої власної частоти додається обмеження у вигляді ізопериметричної умови типу рівності

$$\int_0^\ell u_1(x)u_2(x) dx = 0 \quad (2)$$

Це обмеження додається до основного функціоналу, що мінімізується використовуючи метод штрафних функцій. Шукаємо мінімум функціонала

$$I = \frac{\int_0^\ell EF(u_2')^2 dx}{\int_0^\ell \rho Fu^2 dx} + r \left( \int_0^\ell u_1(x)u_2(x) dx \right)^2 \quad (3)$$

Штрафна функція корисна тим, що при скінченному значенні забезпечує співпадіння точки мінімуму функціоналу (3) з розв'язком початкової задачі (1) з умовою (2).

На основі алгоритма методу локальних варіацій для неаддитивного функціонала була написана програма в Maplesoft Maple для визначення першої і другої власних частот  $\omega_1(x), \omega_2(x)$  для стержня  $\ell=30$  см,  $F(x)=\text{const}=6$  см,  $E=1,96 \cdot 10^7$  н/см,  $\rho=0,0078$  кг/см. Отримані значення  $\omega_1=0,262 \cdot 10^5 \text{сек}^{-1}$ ,  $\omega_2=0,791 \cdot 10^5 \text{сек}^{-1}$  задовольняють діапазон для звільнення резонансно небезпечних зон від власних частот.

## Сучасні економіко-інформаційні технології управління логістичними ланцюгами у сучасних умовах

Мищенко М.І., Український державний університет науки і технологій, Україна

Конкуренція у сучасних умовах змушує підприємства, зокрема й сфери транспорту, задля досягнення необхідного рівня конкурентоспроможності приділяти особливу увагу сучасним економіко-інформаційним технологіям у проектуванні та управлінні ефективними ланцюгами постачання (надалі - ЛП).

Проектування оптимальної логістичної моделі складається з наступних послідовних етапів (при цьому кожен етап вимагає застосування спеціальних економіко-інформаційних технологій реалізації): початковий етап містить у собі якісний та кількісний аналіз необхідних для переміщення матеріальних та інформаційних потоків. Далі проводиться оцінка навколишнього бізнес-середовища з метою виявлення сприятливих до розвитку факторів та вивчення потенційних загроз задля максимально ефективного використання виявлених факторів у проектуванні оптимальної логістичної моделі.

Третій етап підводить нас до необхідності розробки критеріїв досягнення мети ефективного функціонування логістичних ланцюгів. Таким чином, маємо вирішити оптимізаційну задачу з встановленими обмеженнями за кількістю, якістю, місцем та часом доставки продукту. Критерієм ефективності - є сукупні витрати, які потрібно оптимізувати.

Наступним етапом є генерація альтернативних конфігурацій ЛП. Формування ЛП є стратегічним рішенням і стосується структури ЛП: визначення організацій-учасників (кількість та розташування постачальників, виробничих приміщень, розподільчих центрів, складів та клієнтів тощо) та каналів ЛП. Деякі ЛП складаються з великої кількості ланок, деякі – лише з кількох. Формування правильної структури ЛП є складне завдання. Таким чином, при проектуванні ЛП необхідно розглянути різні конфігурації. Вибір кращої конфігурації визначатиметься компромісним рішенням. Різні зміни по-різному впливатимуть витрати у ЛП. Насамперед це транспортні витрати, витрати на утримання запасів, витрати на придбання або оренду об'єктів. Кінцевим продуктом цього етапу будуть різні зміни. При формуванні ЛП пропонуємо створити портфолію ЛП, в якому будуть розглянуті різні альтернативи. У кожній колонці варто вибрати лише одну опцію.

Щоб уникнути ухвалення безлічі неефективних рішень у ЛП, збільшення загальних витрат та погіршення рівня обслуговування, необхідно діяти як одне ціле та розробити стратегію, яка буде націлена на досягнення загальних цілей усіх ЛП у логістичному кластері. П'ятим етапом проектування ЛП є створення системи моделювання прийняття рішень. Цей етап полягає у розробці критеріїв оцінки ЛП та використання імітаційної моделі. Альтернативні зміни ЛП оцінюються за допомогою системи моделювання прийняття рішень, яка емулює наслідки прийняття конкретної конфігурації ЛП та основні засади управління.

Імітаційна модель є основною частиною системи моделювання прийняття рішень. Отримані результати зберігаються у базі даних моделювання ЛП.

При детальній оцінці альтернатив, сформованих на етапі аналізу застосування, слід скоротити їх кількість, використовуючи обґрунтований критерій відсіву. Як методи попереднього відбору можна використовувати наступні методи: Ранжування, «Дерево рішень», Сценарне планування.

Результатом є проектування оптимальної логістичної моделі, що з урахуванням сучасних економіко-інформаційні технології управління надають їй значних конкурентних переваг в сучасних умовах.

## Аналіз сучасного програмного забезпечення для моделювання ДТП

Музикін М. І., Нестеренко Г. І.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Ляшук А. В., Університет митної справи та фінансів, Україна

Дана тематика була обрана для того, щоб продемонструвати яким чином проводиться дослідження ДТП за прикладами різних країн світу.

По-перше, щоб розпочати дослідження треба зрозуміти фактори, що можуть стати проблемою для забезпечення безпеки руху, а саме: погодні умови (особливо взимку, під час інтенсивних снігопадів чи при ожеледиці); погане освітлення; відсутність на окремих ділянках тротуарів або пішохідних доріг, спеціальних майданчиків для посадки пасажирів у міський транспорт; відсутність світлофорів; порушення правил дорожнього руху самими пішоходами; місцеві руйнування дорожнього покриття; людський фактор.

По-друге, треба зрозуміти, які є основні методи дослідження організації дорожнього руху. Загалом можна виділити три методи:

1) документальне вивчення (картотеки обліку, проектна документація, матеріали ранніх; досліджень, результати анкет, звітні і платні дані про автомобільні перевезення)

2) натурні дослідження (обстеження умов, дослідження потоків);

3) моделювання руху (детерміновані або стохастичні моделі).

Для вирішення задач для всіх цих факторів існують спеціальні програми, які полегшують способи розв'язання та є більш точними, ніж самостійні розрахунки. Окрім цього, перевагами використання спеціального програмного забезпечення також є значно більший об'єм розрахунків та можливість візуалізації результатів досліджень.

Сучасні автоматизовані технології, що використовуються для моделювання дорожнього руху можна класифікувати наступним чином: за призначенням; за адекватністю результату; за споживанням ресурсів; за рівнем підготовки фахівців; за математичним апаратом, який використовують для розрахунків.

Всі програми, за допомогою яких можна вирішити означену проблему поділяються за такими напрямками застосування:

- фотограмметричні програми, такі як PC-Rect, PhotoModeler Pro, Photorect. Їх основним призначенням є корекція перспективи, тобто трансформація звичайних фотографій в зображення в ортогональній проекції, що використовуються для виконання усіх видів масштабних вимірювань розташування об'єктів на місці ДТП;

- програми просторово-часового аналізу руху транспортних засобів та пішоходів в умовах ДТП, такі як Sybid Titan , Cyborg Idea SLIBAR+;

- програми визначення параметрів руху учасників ДТП в заданих умовах, такі як AR Pro, Analyzer Pro, WinKol (Kollision), Crash, Rec-Тес, Road Accident та т. і.

На даний час система експертизи, з погляду вимог, має багато недоліків. Причинами цього є: 1). несистемний розвиток діючих методик експертного дослідження, його інформаційного, математичного та інших видів забезпечення; 2). відсутність відповідної наукової теорії дослідження різних видів ДТП, застосовної для розв'язання фактичних питань аналізу ДТП; 3). відставання рівня автоматизації існуючої системи автотехнічної експертизи від рівня розвитку електронно-обчислювальної техніки ускладнює здійснення ітераційних досліджень властивостей застосовуваних математичних моделей; 4). недостатня якість кваліфікаційної підготовки фахівців щодо системного сприйняття ДТП на усіх стадіях їх дослідження.

Більшість інформаційних програм для дослідження ДТП все ще не є досконалими через ряд причин, які визначені в дослідженні. В подальшому доцільно створити уніфіковану програму для виконання зазначених задач.

## **Розробка спеціалізованої системи аналізу повідомлень у соціальній мережі twitter для визначення настроїв користувачів**

Нагайленко О.І., Хорошилов С.В.,  
Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Задача визначення емоцій користувачів у соціальних мережах є актуальною у наш час, оскільки серед всіх повідомлень людей можна знайти ті, що мають відношення до певного товару чи послуги. Компанії зацікавлені у тому, щоб збирати відгуки про їхню роботу та аналізувати їх. Дані отримані таким шляхом можуть надати загальну інформацію про відношення людей до компанії або товарів чи послуг, які вона надає.

Соціальна мережа Twitter має багатомільйонну активну аудиторію, що дозволяє використовувати її як велике джерело даних. Спілкування користувачів у Twitter неодноразово ставало приводом для зміни акцій окремих компаній чи консолідації суспільної думки, тому аналіз повідомлень у цій соціальній мережі може надати необхідну інформацію для планування розвитку бізнесу.

Спеціалізована система аналізу повідомлень користувачів соціальної мережі Twitter виконує роботу по знаходженню повідомлень, які відповідають зазначеній темі, отриманню цих повідомлень, конвертації їх до формату, який може бути оброблений системою, визначенню тональності тексту кожного повідомлення (визначення емоції) та подальшим збереженням початкового тексту і його тональності до сховища.

Пошук повідомлень у соціальній мережі за зазначеною темою відбувається за допомогою програмного модулю. Модуль визначає необхідні параметри для пошуку та відправляє запит до соціальної мережі. Подальше отримання повідомлень виконується з використанням сервісу розподіленої потокової передачі подій – Kafka. Сервіс ініціює поточну передачу та приймає повідомлення, які відповідають визначеній раніше темі та іншим параметрам.

Інша частина спеціалізованої системи це сервіс потокової обробки інформації – Spark Structured Streaming. Обробка кожного повідомлення відбувається з застосуванням наступних кроків:

- Відокремлення тексту повідомлення та його мета-інформації;
- Очищення тексту від знаків, що не впливають на емоційне забарвлення;
- Визначення тональності тексту за допомогою штучного інтелекту;
- Збереження тексту, його мета-інформації та тональності до бази даних.

Етап очищення тексту повідомлення прибирає будь-які посилання, згадки про інших користувачів, теги і неправильно декодовані символи. Для визначення тональності тексту застосовується модель штучного інтелекту побудована із застосуванням пакетного набору NLTK. Модель базується на глибокому навчанні і використовує техніку вкладання слів, яка на підставі словників перетворює слова у вектор таким чином, що подібні за значенням опиняються ближче у векторному просторі. Сервіс потокової обробки з'єднаний з NoSQL базою даних – MongoDB, після обробки початковий текст, його тональність та інша мета-інформація зберігаються до бази даних.

Розробка системи аналізу повідомлень користувачів соціальних мереж є актуальною, оскільки за її допомогою можна аналізувати ставлення певної спільноти до подій та процесів, що відбуваються довкола. Отримані дані можна застосувати для удосконалення якості товарів чи послуг для компаній, або ця інформація може бути залучена до вивчення та подальшої обробки соціологами. Можливості використання отриманих даних невичерпні.

## **Дослідження методів та архітектур машинного навчання для класифікації емоційного тону повідомлень користувачів соціальної мережі**

Островська К.Ю., Олійниченко Д.Ю.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

За останнє десятиліття значно зросло використання різних онлайн-ресурсів, зокрема соціальних мереж. Для вирішення задачі автоматичного визначення емоційної забарвленості тексту використовуються алгоритми обробки природних мов. Серед яких на даний момент найпопулярнішими є алгоритми глибокого навчання.

Актуальність роботи зумовлена тим, що нині існує мала кількість систем, здатних аналізувати тональність тексту українською.

Також, через те, що розмовна мова, що використовується в соціальних мережах постійно розвивається, щоб забезпечити найкращу точність класифікатора, необхідно періодично оновлювати тренувальний набір даних.

Об'єктом дослідження є методи та архітектури машинного навчання на вирішення завдань аналізу природної мови.

Мета роботи: розробка класифікатора емоційного тону україномовних повідомлень користувачів соціальної мережі.

Для реалізації програмного забезпечення для визначення емоційного забарвлення тексту було реалізовано такі компоненти:

- сховище даних для зберігання тренувального набору даних;
- бінарний класифікатор емоційного тону тексту на основі нейронної мережі;
- веб-додаток, що включає функціонал для аналізу повідомлень користувачів та оновлення тренувальних даних;
- планувальник навчання нейронної мережі.

Робота класифікатора полягає у навчанні на великому тренувальному наборі даних. Виходячи з цього, існувала потреба у сховищі даних.

В основному для зберігання тренувальних даних дослідники використовують готові набори у файлах з табличним форматом \*.CSV. Так як з наборами даних будуть проводитися велика кількість операцій, читання та запис у файл не підходить. Це завдання вирішувалось розгортанням бази даних.

Класифікатор заснований на архітектурі нейронної мережі.

Реалізована веб-програма надає користувачеві такі можливості:

- класифікацію тексту в режимі введення тексту;
- класифікацію тексту знайдених у соціальних мережах, шляхом пошуку повідомлень певного користувача та вибору кількості останніх повідомлень;
- докладний перегляд результатів класифікації;
- формування нових тренувальних даних шляхом розмітки повідомлень із соціальної мережі на основі голосування.

В результаті було спроектовано та реалізовано ПЗ для класифікації емоційного тону повідомлень користувачів соціальної мережі з можливістю формування нових тренувальних даних за участю користувача.

В результаті дослідження було з'ясовано, що для досягнення прийнятних показників точності більше 75%, з використанням згорткових нейронних мереж з посимвольним кодуванням, потрібно не менше 200 000 даних навчання мережі. В рамках дослідження було отримано точність класифікації 76,37% для текстів українською. Розроблений класифікатор може бути використаний для аналізу текстів соціальних мереж іншими мовами, де немає великих баз векторних уявлень слів.

## **Визначення технічного стану тягового електродвигуна з використанням методів машинного навчання**

Очкасов О.Б., Боднар Е.Б.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Очкасов М.О Київський національний університет ім. Т.Шевченка, Україна

Питанню моніторингу, діагностуванню технічного стану та випробуванню електричних машин присвячена значна кількість публікацій та наукових робіт. Серед діагностичних параметрів електричних машин виділяють температуру, вібрацію та опір ізоляції складових частин електричної машини.

Окрім вимірювання фізичних величин за допомогою яких визначається технічний стан об'єкта моніторингу та діагностування важливою є методика обробки та аналізу результатів діагностування. Задачею методів обробки результатів діагностування є визначення факту несправності та класифікація виду несправності. В якості основних методів аналізу результатів діагностування визначають модельний підхід (model – based) та підхід на основі даних (data driven).

Модельний підхід базується на розробці аналітичної імітаційної моделі об'єкту моніторингу. Data driven підхід заснований на аналізі даних отриманих з об'єкту моніторингу з використанням технології ІоТ та інших інформаційно вимірювальних засобів. В результаті вимірювання отримується набір даних у вигляді сигналів які характеризують технічний стан об'єкту моніторингу. Визначення технічного стану та ідентифікація несправності виконується на основі співставлення шаблонів поведінки системи в минулому. Тобто для достовірної ідентифікації несправності необхідно накопичити достатній обсяг статистики (шаблонів) що дозволяє достовірно розділяти технічний стан об'єкту моніторингу. Серед Data driven виділяють підходи які базуються на аналізі сигналу, аналізі статистичних характеристик сигналу, використанні експертних систем. Підхід який базується на аналізі сигналу передбачає обробку сигналів датчиків з використанням методів математичної обробки таких як: вейвлет-аналіз, спектральний аналіз, перетворення Фур'є (FFT) та інші методи обробки сигналів. Кожен з методів має свої переваги та сферу застосування, як правило в сучасних системах результати обробки сигналу в подальшому аналізуються з використанням методів штучного інтелекту (AI).

Авторами досліджено можливості використання методів AI для діагностування тягового електродвигуна (ТЕД) тепловоза. В якості діагностичного сигналу використано сигнал нерівномірності обертання валу якоря ТЕД. Для випробувань відібрано чотири ТЕД, причому один з ТЕД (двигун m1) в справному технічному стані, а інші три (двигуни m2 – m4) в несправному технічному стані. Несправності ТЕД m2 – m4 відомі. Для формування діагностичних ознак сигналу нерівномірності обертання валу якоря розраховано такі характеристики сигналу як: середньоквадратичне відхилення, пікове значення, імпульс фактор, хрест фактор, коефіцієнти асиметрії та ексцесу закону розподілу сигналу, ступінь відповідності параметрів реального розподілу щільності ймовірності  $p(x)$  вимірюваного сигналу параметрам нормального закону розподілу.

З використанням методу XGBoost побудовано модель класифікації справного та несправного технічного стану ТЕД та модель класифікації типу несправності ТЕД. Побудовані моделі з високою точністю забезпечують розв'язок задач класифікації. Аналіз інформативності діагностичних ознак показав, що для класифікації справного та несправного технічного стану найбільш інформативною ознакою є середньоквадратичне відхилення сигналу нерівномірності обертання валу якоря ТЕД. При класифікації типу несправності найбільшу інформативність мають коефіцієнт асиметрії, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт ексцесу.

## Побудова моделі деревних рослин на основі теорії фракталів у режимі реального часу

Панасенко Є. С., Білозьоров В. Є.,

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Із плином часу, комп'ютерна графіка все більше наближується до реалістичності. Саме тому все актуальніше постає питання як моделювати об'єкти природного характеру, такі як рослини та дерева. А відповіддю на це питання дає теорія фракталів, яка дозволяє будувати самоподібні структури, якими дерева і є.

Метою роботи поставлено розробку програмного забезпечення, що зможе моделювати та відображати на екран різноманітні деревні рослини у режимі реального часу. Тобто дерева повинні генеруватися таким чином, щоб можливо було робити різноманітні динамічні анімації з моделями, такі як наприклад пориви вітру.

Спочатку у роботі було досліджено різноманітні способи моделювання деревинних рослин. Загалом існує два способи моделювання рослин: L-системи та системи ітерованих функцій (СІФ). На перших порах роботи моделювання деревних рослин будувалося на L-системах, які дозволяють дуже просто створювати різноманітні моделі рослин. Але пізніше було виявлено, що при реалізації динамічного моделювання у режимі реального часу L-системи працюють не дуже ефективно порівняно з СІФ завдяки тому, що СІФ можливо обчислювати паралельно. Таким чином для моделювання були обрані системи ітерованих функцій.

Для реалізації програмного забезпечення було обрано мову програмування Python, так як ця мова програмування відмінно працює на різних платформах та має багато модулів, які прискорюють розробку. А для відображення 3D моделі деревинної рослини на екран було обрано графічний інтерфейс OpenGL, який також працює на різних платформах. Для роботи з графічною картою OpenGL використовує мову програмування GLSL, що дозволяє створювати шейдерні програми, які будуть виконуватися безпосередньо на відеокарті.

Щоб модель генерувалася динамічно і якомога швидше, усе моделювання було реалізовано саме за допомогою шейдерних програм, а точніше їх було створено 3. Одна шейдерна програма відповідає за обчислення кожної ітерації СІФ для будовання моделі. Ця програма складається з обчислювального шейдеру. Друга програма за допомогою вершинного, геометричного та фрагментного шейдеру на основі отриманої структури дерева будує та відображує стовбур та гілки. Третя програма за допомогою подібних шейдерів робить імітацію листя на кінцях гілок.

У результаті було розроблено програмне забезпечення яке генерує дерева із 3D анімацією. А отримані шейдерні програми у подальшому можна використовувати на різних мовах програмування. А також є можливість їх використання у ігрових рушіях, на яких будуються ігри. А саме програмне забезпечення можливо використовувати для моделювання реальних видів дерев.

Надалі автори, спираючись на створений інструмент, планують продовжити розпочаті дослідження. у таких напрямках.

По-перше, необхідно буде створити програму моделювання лісових масивів, в яких можуть існувати як хвойні так листяні дерева.

По-друге, необхідно також моделювати протікання невеликих річок через лісові масиви. (Особливо цікавим було б моделювання порізаних берегів та русел таких річок.)

Нарешті, по-третє, розробити алгоритми, що моделюють появи лісових галявин. Реалізація всіх трьох останніх пунктів призведе до створення реалістичних моделей лісів, що існують на території України. Такі моделі потрібні біологам, які займаються вивченням розвитку лісів і лісостепових зон. (Остання тема дуже актуальна через збільшення площ степових і безводних ділянок у південних областях України. Тому відновлення лісового покриву у згаданих ділянках є досить актуальним.)



## Дослідження ресурсомісткості алгоритмів створення фрактальних зображень у браузері

Пасинко Р.В., Гуда А.І.,

Український державний університет науки та технологій, Україна

З розвитком апаратної частини обчислювальних машин значно зросли і їх програмні можливості. У тому числі стрімкий розвиток отримала і комп'ютерна графіка. Сучасний графічний процесор здатен відтворювати складні самоподібні моделі двовимірної або тривимірної графіки, що базуються на математичних моделях – фрактальні зображення.

Хоча принцип самоповторюваних фігур досліджувався математиками ще з часів Піфагора, основоположником фрактальної графіки є Бенуа Мандельброт, який став відомим завдяки виданню його книги «Фрактальна геометрія природи» у 1977 році, де було введено термін «фрактал» та розглядалось застосування фрактальної графіки у процесі машинного відтворення об'єктів природи.

З точки зору математики фрактал – це множина самоподібних точок на евклідовій площині, що мають дробну або метричну розмірність. Моделлю для побудови фрактальних зображень найчастіше є безперервні недиференційовані функції. З точки зору програмної реалізації, такі зображення створюються з використанням рекурсивних функцій.

Основні властивості фрактальних зображень:

Зменшення масштабу фігури не веде до спрощення фігури, фігура залишатиметься у межах складної структури постійно;

Фігура є самоподібною або наближено самоподібною;

Має метричну розмірність, відмінну від топологічної.

У даній роботі досліджено складність та ресурсомісткість алгоритму програмного відтворення фрактальних зображень. Було розглянуто п'ять з основних класичних фракталів: фрактал дракона, фрактал Мандельброта, круговий фрактал, фрактал Серпінського, та фрактал-дерево. Дослідження проводилось за трьома ознаками:

Розрахунок алгоритмічної складності за методикою «Big-O notation» - результатом такої оцінки є числовий показник загальної складності алгоритму в не залежності від апаратних складових машини, на якій цей алгоритм відтворюється;

Дослідження витрат оперативної пам'яті на відтворення функції відображення тієї чи іншої фігури.

Дослідження витрат часу на виконання промальовки певної фігури.

Оскільки фрактальна графіка відтворюється з використанням рекурсивних функцій, то оцінка «Big-O notation» проводиться за оцінкою експоненційного часу виконання, що призводить до великих показників цієї оцінки. Тобто виконання чисельних рекурсивних операцій є доволі ресурсомісткою процедурою, незважаючи на апаратну складову обчислювальної машини, на якій вони виконуються.

Виміри показників витрат оперативної пам'яті та часу відображення здійснювались за допомогою інструменту DevTools у браузері Chrome, суб'єктивно показуючи витрати для конкретної обчислювальної машини. Такий спосіб оцінки складності виконання алгоритму є показовим лише для конфігурації певного комп'ютера з певними показниками графічного процесора та центрального процесора.

Результатом роботи є браузерний додаток, що дозволяє переглядати фрактальні зображення та вносити користувачу показник, що впливає на складність алгоритму.

## Створення програми визначення параметрів бездротової локальної мережі з використанням мурашиного алгоритму

Пахомова В. М., Салогуб М. В.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Бездротова мережа – це об'єднання комп'ютерів та інших пристроїв між собою для обміну інформацією без використання дротів, з'єднання виконується за рахунок радіоканалів. Встановлення бездротової мережі необхідно, коли розгортання кабельної системи є неможливим або економічно недоцільним, зокрема на сучасному етапі при об'єднанні вищих навчальних закладів, зокрема ДІТ і ПБТ, що підтверджує актуальність теми.

Огляд наукових джерел показав, що бездротові мережі мають деякі переваги над дротовими мережами: вони дозволяють розгорнути мережу в місцях, де неможливо використання дротів, зберігаючи при цьому достатню швидкість передачі даних. Крім того, бездротові мережі забезпечують легке підключення, мобільність користувачів, швидке виявлення несправностей та доступність мережного обладнання. За топологією бездротові локальні мережі (Wireless Local Area Networks, WLAN) поділяються наступним чином: базові зони обслуговування (Basic Service Set, BSS); незалежні базові зони обслуговування (Independent Basic Service Set, IBSS); розширені зони обслуговування (Extended Service Set, ESS). На сучасному етапі існують наступні методики розгортання бездротових локальних мереж: WLAN, що орієнтовані на зону обслуговування (кожна точка доступу обслуговує приблизно 25–30 користувачів); WLAN, що орієнтовані на максимальну пропускну здатність (кожна точка доступу обслуговує близько 12 користувачів).

У якості методу дослідження взято один із інтелектуальних методів мультиагентної оптимізації, а саме: мурашиний алгоритм, автор якого Марко Доріго. Ідея мурашиного алгоритму – моделювання поведінки мурах, пов'язаного з їх здатністю швидко знаходити найкоротший шлях від мурашника до джерела їжі та адаптуватися до змінних умов, знаходячи новий найкоротший шлях. При своєму русі мураха мітить шлях феромоном, і ця інформація використовується іншими мурахами для вибору шляху. Поведінка мурах може мати різний математичний опис, тому огляд наукових праць надав існування наступних модифікацій: Elitist Ant System, Ant-Q, Ant Colony System, Max-min Ant System, ASrank. Відмінними особливостями існуючих модифікацій мурашиного алгоритму є введення елітних мурах, механізм виділення та випаровування. На сучасному етапі програмна реалізація мурашиного алгоритму здійснена різними науковцями в Delphi, C++, Java, Maple, MatLAB. Для проведення дослідження обрано елітну стратегію мурашиного алгоритму.

У якості програмної реалізації використана мова JavaScript з широким спектром сучасних стандартних засобів. Для визначення параметрів WLAN за мурашиним алгоритмом елітної стратегії створена програма «WLAN\_EliteAS», вхідні дані якої: 1) параметри об'єкту дослідження (ДІТ і ПБТ; конфігурація зони; кількість та координати вакантних місць); 2) параметри WLAN (максимальний радіус покриття, максимальна кількість клієнтів базової станції); 3) параметри мурашиного алгоритму (кількість звичайних та елітних мурах у колонії; початковий рівень феромону; коефіцієнт випаровування; параметр для регулювання величини відкладення феромону мурахами на ребрах графу; кількість ітерацій мурашиного алгоритму). На створеній програмі «WLAN\_EliteAS» визначена кількість базових станцій WLAN для ДІТ і ПБТ.

Якість отриманих рішень значно залежить від вибору параметрів мурашиного алгоритму. На створеній програмі «WLAN\_EliteAS» проведений ряд дослідів: дослідження параметрів зрощення та випаровування; дослідження параметру жадібності; дослідження параметру ліності; дослідження кількості елітних мурах. У подальшому планується провести дослідження впливу радіусу покриття базової станції WLAN.

## Аналіз програмних засобів удосконалення методів відео спостереження з БПЛА

Поліщук І. А., Шинкаренко В. І.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Необхідність застосування алгоритмів обробки зображень і відео в режимі реального часу різко зростає та ускладнилася за останнє десятиліття. Це зростання відкрило різні альтернативи для значного розширення та удосконалення можливостей стеження. Велика кількість втрачених пакетів чи довгі затримки можуть призвести до частих пауз у відтворенні відео. Задля вирішення цієї проблеми, були розроблені різні програмні засоби які застосовують обчислювальні можливості графічних прискорювачів, мережевих протоколів поєднуючи їх з безпілотними літальними апаратами.

Одним з таких можливих засобів удосконалення відео спостереження є Aerial-SON. Aerial-SON це інструмент для ефективного потокового відео в густонаселених містах. Відео адаптивно передається між безпілотниками та наземною станцією керування за допомогою конфігурації Wi-Fi Direct і Dynamic Wi-Fi. Aerial-SON складається з модулів мобільного передавача та приймача в сценарії гетерогенної мережі (Het-Net). Розробниками Aerial-SON було проведено моделювання та експериментальне дослідження Het-Net мережі на основі БПЛА з урахуванням різних можливих сценаріїв які забезпечують аналіз продуктивності під час потокового відео між БПЛА. Динамічний вибір режиму конфігурації мережі в запропонованій Aerial-SON структурі є більш ефективним з точки зору кращої пропускної здатності, затримки наскрізної передачі, повторної передачі пакетів, втрати пакетів під час передачі відео.

Іншим програмним засобом є адаптивна багатоадресна система потокового відео Muzaffar, яка вирішує багатоадресні проблеми надійності, продуктивності, а також проблеми затримки та втрати пакетів, пов'язані з потоковим відео. Muzaffar використовує транспортний протокол реального часу (RTP) для потокової передачі відео та протокол керування для передачі інформації про пакет на кожний переданий пакет RTP. Адаптивний підхід реагує на отримання зворотного зв'язку від призначених вузлів, адаптуючи передачу каналу, кодування відео та частоту кадрів. Надійність досягається шляхом повторної передачі втрачених пакетів, що призводить до меншої кількості втрат пакетів. Продуктивність досягається завдяки адаптації частоти передачі, що забезпечує чудову якість відео.

Ще одним засобом удосконалення передачі відео є система GPUnet. GPUnet це власний мережевий рівень передачі даних з використанням GPU, який забезпечує абстракцію сокета та високорівневі мережеві API для програм. GPUnet дозволяє окремим потокам в одному графічному процесорі обмінюватися даними з потоками в інших графічних або центральних процесорах через стандартні та знайомі інтерфейси сокетів, незалежно від того, чи знаходяться вони на одній машині чи на різних. Вбудована використання графічного процесора знижує навантаження на центральний процесор, спрощуючи код і підвищуючи продуктивність. Він також об'єднує обчислення додатків і логіку вводу/виводу в програмі GPU, забезпечуючи простішу модель програмування. GPUnet використовує розширені апаратні можливості NIC і GPU і застосовує складну оптимізацію коду, що забезпечує високу продуктивність додатків, рівну або перевищуючу традиційні реалізації вручну.

Розглянуто існуючі програмні засоби для відео спостереження такі, як Aerial-SON, Muzaffar та GPUnet. Вони використовуючи можливості мережевих, графічних пристроїв що значно підвищує ефективність передачі відео даних використовуючи наземні засоби та безпілотні літальні апарати. Різноманітність цих засобів вказує на те, що тема удосконалення передачі відео з БПЛА для різноманітних цілей, як спостереження, досі актуальна та може бути розширена.

## Медичний мобільний додаток “Hospital Health”

Помазан О. В. Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

На даний момент часу в Україні немає жодного мобільного додатку, який би був присвячений медицині. Так є сайти, але критика користувачів до функціоналу та складності їх використання є досить високою. Я пропоную проект-експеримент, який, як і додаток “ДІЯ” стане простим та зручним у використанні та повсякденному житті.

Цей проект – це медичний додаток, з допомогою якого люди зможуть слідкувати за своїм здоров’ям в режимі онлайн. Розпочнемо з етапів розробки даного додатку.

За допомогою додатка Adobe Photoshop, було створено модель кожної сторінки, та обрані кольори, які б були приємні користувачеві. Далі розпочалося створення інтерфейсу в якості прототипу створених моделей та розробка клієнтського коду на базі мови програмування Kotlin. Цей код буде отримувати дані з інтерфейсу та відправляти запити на сервер. Розгорнувши сервер, було розпочато опис та створення бази даних. Після чого були написані тест-кейси для запитів до серверу та розроблено API для клієнтського коду. Наступним, що було зроблено – це налагодження взаємодії між клієнтом і сервером, а також проведено тестування запитів до API за тест-кейсами. Другим і головним являється також написання сценаріїв роботи користувача та пояснення-інструкції для користувача.

Ввійшовши в додаток “Hospital Health”, ви побачите перед собою “preloader” (Попередній завантажувач) у вигляді логотипу в центрі екрану, що крутиться. Після чого ви потрапляєте на екран для неавторизованих користувачів. В цьому меню значок гербу України, далі бачимо 9 плиток зі значками функцій всередині, при утриманні пальця на яких ви можете побачити їх назви. А саме такі функції як аптеки поблизу, серцебиття – ця функція допоможе користувачу кожен день бачити показники свого серцебиття з допомогою смарт годинників, календар – ця функція для відслідковування своїх задач для користувачів та відслідковування записів на прийом для користувачів-лікарів, скелет – ця функція для виявлення проблем, пов’язаних зі здоров’ям користувача та відображенням цих проблем на тих частинах тіла, на яких вони присутні, а також для ознайомлення з повідомленнями лікарів, з іншої сторони користувач-лікар, має меню з пацієнтами, яким може поставити діагноз та ознайомитися з повідомленнями інших лікарів, пов’язаних з лікуванням одного із пацієнтів, лікарі – ця функція для пошуку лікаря, який вам потрібен, користувач може спочатку обрати лікаря, потім ознайомитися з обліковим записом лікаря і після чого записатися на вільний час прийому до лікаря, задачі – ця функція для відображення задач користувача, для пацієнта це запис на прийом до лікаря, для лікаря це прийом записаних пацієнтів, крокомір – ця функція для відслідковування користувачем пройдених кроків, шляху, витраченого часу, витрачених калорій, також присутня статистика як за кожен день окремо, так і загальна, ця інформація надається з допомогою смарт годинників, режим сну – це функція для контролю над своїм режимом сну, кожен користувач може задати собі свій режим, і з допомоги смарт годинників отримувати відслідковані результати, відповіді-запитання – ця функція потрібна для користувачів, якщо вони хочуть задати якимсь запитання. Користувач може зареєструватися як звичайний користувач-пацієнт, так і як користувач-лікар. Користувач-лікар в ході реєстрації, не лише надає загальну інформацію про себе, а ще й обирає ті послуги, які надає. Кожен користувач має свій обліковий запис з загальною інформацією про себе, та мають свій код шифр, що надає кожному користувачеві унікальності. Значок дзвіночка буде показує кількість повідомлень та значки функцій від яких були отримані повідомлення.

Загалом дуже великий за обсягом додаток, це можна підтвердити навіть тим, що всі важливі функції зібрані в одному додатку, що допоможе просто та швидко слідкувати за своїм здоров’ям та бачити свої проблеми зі здоров’ям, якщо вони є.

## **Ідентифікація ботів онлайнних соціальних мереж за допомогою класифікаційного моделювання**

Попов Є. Ю., Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара, Україна

Онлайнні соціальні мережі (ОСМ) - альтернатива телебаченню й газетам. Системи моніторингу ОСМ (СМОСМ) – використовують для аналізу суспільної думки. На СМОСМ можна впливати зовні, маніпулюючи при цьому суспільною думкою. Для впливу зовні використовуються боти. Отже, виникають актуальні задачі розробки математичного та програмного забезпечення для аналізу ОСМ, а саме виявлення ботів.

Мета роботи - створення моделі виявлення ботів у онлайнних соціальних мережах за допомогою класифікаційного моделювання. Об'єкт дослідження – боти в онлайнних соціальних мережах. Предмет дослідження – методи класифікаційного аналізу для виявлення ботів в онлайнних соціальних мережах.

Проведено аналіз існуючих алгоритмів виявлення ботів у ОСМ, що ґрунтуються на методах машинного навчання. Розглянуто п'ять робіт з обраної теми, в яких автори пропонують різні моделі виявлення ботів.

Для реалізації завдання роботи була обрана мова Python, яка є однією з найпопулярніших мов для машинного навчання та наук про дані.

Використано бібліотеки Python:

Scikit-Learn – для машинного навчання.

JSON - для представлення даних, отриманих через API Twitter.

SQLAlchemy - для роботи з реляційними БД з метою збереження даних, отриманих через API.

Для розробки моделі виявлення ботів було обрано ОСМ Twitter. Навчальну вибірку завантажену з веб-ресурсу kaggle.com. Вибірка створена у 2017 році та складається з 2797 облікових записів (1321 ботів та 1476 звичайних користувачів). Дані вибірки оновлено за допомогою API Twitter. У результаті запитів API Twitter оновлено навчальний набір. Усього 2019 користувачів: 731 бот та 1288 реальних користувачів. Отримана інформація про облікові записи користувачів повертається у форматі JSON та зберігається в базу даних типу sqlite.

Для тестування вибраних параметрів навчальної вибірки було використано алгоритми машинного навчання (логістична регресія, випадковий ліс, метод k-найближчих сусідів, дерево рішень). Для вибору кращого алгоритму навчання використовувалася метрика правильності (Accuracy).  $A$  – кількість істинно-позитивних рішень,  $b$  – кількість істинно-негативних рішень,  $c$  – кількість хибно-позитивних рішень,  $d$  – кількість хибно-негативних.

Під час тестування розробленої моделі визначено, що найкращим для виявлення ботів в ОСМ є алгоритм випадкового лісу. В результаті аналізу якості побудованої моделі зроблено висновок про її можливе використання у майбутній професійній діяльності при розробці програмних продуктів.

### **Список використаних джерел**

Alex Hai Wang. DON'T FOLLOW ME: SPAM DETECTION IN TWITTER / College of Information Sciences and Technology, The Pennsylvania State University, Dunmore, USA, 2012. – 2-7 с.

Francisco Brito, Eduardo Rocha, Ant'onioNogueira Detecting Social-Network Bots Based on Multiscale Behavioral Analysis// Instituto de Telecomunicac, ~oes, Aveiro, Portugal DETI, University of Aveiro, Portugal //Instituto de Telecomunicac, ~oes, Aveiro, Portugal Faculty of Computer Science, HTWK Leipzig, Germany , 2013.— P. 2–5 с.

## Динамічні аспекти процесу прийняття суб'єктивних швидких рішень

Прокопчук Ю.О., Інститут технічної механіки НАНУ, Україна

Носов П.С., Херсонська державна морська академія, Україна

Розкриття та моделювання глибинного механізму «Instant Decision - ІМ» дозволить суттєво поліпшити процес підготовки професіоналів експертного рівня, а також реалізувати інтенсивну і всебічну інформаційно-обчислювальну підтримку персоналу складної транспортної системи або підприємства. Пов'язані дослідження: Assistive technologies; Cognitive IoT; Unlimited Associative Learning: Acquisition of situation-response associations guided by outcome feedback; Causal learning: Induction of causal relations from observing system behavior; A Cognitive Modeling Approach to Strategy Formation; Approaches to Cognitive Modeling in Dynamic Systems Control; Dynamic Decision-Making & Subjective Dynamic Logic; Catalytic Thinking: Exploring the role of catalyzing agents, Computational / Symbiotic Interaction; Methodology to study hyper-generalization processes; Decision-making in (visual) search of objects in real-world scenes (assessing the distinct contributions of target detection and verification in the accumulation of evidence toward "target present" and "target absent" responses). Запропонований нами підхід полягає в тому, що оскільки ІМ є багатограним, необхідно інтегрувати кілька підходів, щоб повністю охопити та зрозуміти, що це таке та як різні когнітивні процеси, пов'язані з ним, доповнюють один одного. Деталі запропонованого підходу розглядаються в роботі: Prokopchuk Y. Intuition: The Experience of Formal Research. Dnipro, Ukraine : PSACEA Press, 2022. 724 p. (in RU)

В доповіді обґрунтовується теза, що один із ключових інструментів інтуїтивного (швидкого, миттєвого) розв'язання задач розрізнення – це «Creative Stirring / Mixing Layer» (Dynamic Competition Mechanism of Instant Decision). Стверджується, що концепти «Creative Stirring / Mixing Layer» та «Mixed Layer Depth» відіграють важливу роль при вирішенні задач розрізнення та моделюванні реакції на події-спостереження в рамках Суб'єктивного простору-часу-дій (Subjective Space-Time-Action).

В теорії динамічного хаосу особливу роль відіграють системи, у яких хаос є проміжною стадією між двома динамічними режимами. В цих системах має місце чергування стадій: порядок - хаос - новий порядок. Протягом стадії хаосу відбувається вибір між можливими варіантами. Саме на цій стадії виникає нова інформація, і хаос у ній необхідний для того, щоб було б із чого обирати. Таким чином, у системі, здатній генерувати інформацію, повинен мати місце хаотичний режим (для того, щоб вибір був випадковим), який потім змінюється динамічним (для запам'ятовування), тобто має бути перемішуючий шар. Відповідно до динамічної теорії інформації всередині шару, що перемішує, поведінка траєкторій хаотична, тобто система глобально нестійка і тимчасовий горизонт прогнозування малий. Всі траєкторії, що потрапили в шар, що перемішує, виходять з нього і потрапляють в динамічний мульти-стаціонарний шар, в якому існує не менше двох стійких стаціонарних станів (приклад – Z-задачі розрізнення). Загалом виконується «континуум задач розрізнення» при взаємодії системи з реальним світом (наприклад, пошуку об'єктів).

В доповіді розглядається практичний механізм «Creative Stirring / Mixing Layer» при рішенні будь якої задачі розрізнення. Запропонована схема реалізує динамічний конкурентний механізм швидкого або миттєвого прийняття рішень, завдання якого забезпечити «виживання» когнітивної системи в агресивному та невизначеному середовищі.

Висновок. Розробка нових методик міждисциплінарного навчання на основі практичної конвергенції дисциплін та сучасних інформаційних технологій дозволить готувати фахівців експертного рівня, зокрема, в транспортній галузі. Головний акцент робиться на розвиток механізмів несвідомого інтелекту, глибинної інтуїції, образного та креативного мислення.

## Самоподібність та рекурсія в людському / машинному пізнанні

Прокопчук Ю.О., Пономарьова О.А.,

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Носова Г.В., «Херсонський політехнічний фаховий коледж»

Національного університету «Одеська політехніка», Україна

Люди створюють рекурсивні ієрархії у різних галузях, включаючи лінгвістичні, соціальні та візуально-просторові модальності. Було висловлено припущення, що можливість рекурсивних структур підвищує ефективність ієрархічної обробки. Ряд робіт разом із недавніми емпіричними даними припускають (Прокопчук Ю. «Інтуїція», 2022), що здатність представляти самоподібну структуру ієрархічних рекурсивних стимулів може підтримуватись внутрішніми нейронними уявленнями, які стискають необроблену зовнішню та внутрішню інформацію та значно підвищують ефективність запам'ятовування та обробки.

У роботі "The Recursive Mind" Michael Corballis висуває гіпотезу, що рекурсивне пізнання - це те, що відрізняє людей, а мова - лише одна з форм нашої рекурсивної пізнавальної здатності. Така думка відрізняється від позиції Хомського, який вважає, що рекурсивна мова — це те, що робить нас людьми і стимулює нашу когнітивну майстерність (Хомський впритул підійшов до припущення, що рекурсивна мова є результатом катастрофічної зміни, «перебудови мозку... в якомусь» індивідумі, назвемо його Прометеем, що призводить до [рекурсивної] операції необмеженого злиття»). На жаль, Майкл Корбалліс не зміг навести переконливих доказів своєї гіпотези.

Парадигма граничних узагальнень дозволяє заповнити цю прогалину. Говорячи про «рекурсивний Розум» з конструктивної точки зору, будемо мати на увазі, перш за все, наступні процеси (Self-similarity and Recursion as Default Modes in Human Cognition / Thought; Algorithm paving the way to the singularity; Chain of Thought):

- рекурсивне пізнання при побудові мереж нарисів, включаючи «стріли пізнання» у завданнях розрізнення;
- потенційно нескінченна циклічна рекурсія-перехід між різними типами мереж начерків: {мережі начерків → мережі значень → мережі задач (= мережі начерків)};
- рекурсивні процеси активізації начерків у мережах начерків (структурна когеренція);
- рекурсивні масштабні переходи у «сходах абстракцій»;
- рекурсивне формування індукторного простору (узагальнене заплутування, інтуїція);
- рекурсивне вирішення задач розрізнення (інструмент «креативного шару, що перемішує»);
- рекурсивна побудова «стріл часу» та «потоків часу» в рамках суб'єктивного простору-часу-дій;
- рекурсії в рамках «подвійних спіралей мислєдій» (переходи між емпіричними та уявними спостереженнями);
- дарвінівський процес, що оперує послідовними циклами недосконалого копіювання та відбору (нейронних) інформаційних патернів (sequential cycles of imperfect copying and selection; Darwinian replicator populations);
- рекурсивна граматики «мови спілкування» та «мови мислення» («операції необмеженого злиття»; Semantic evolution of natural languages: Framing the Construction/Language-Ready Brain); мовні моделі для генерації пояснень чи «внутрішньому програванні дій» як ланцюжка думок (Chain of Thought – CoT; імітація багатокрокового процесу міркувань у відповідях питання).

Висновок. Запропонований підхід може бути використаний при розробці систем штучного інтелекту (особливо AGI), що обґрунтовано в роботі: Prokopchuk Y. Intuition: The Experience of Formal Research. Dnipro, Ukraine : PSACEA Press, 2022. 724 p. (in RU)

## Класифікація фрактальних реалізацій методами машинного навчання на основі побудови графів видимості

Рижанов В.С., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Часові ряди, що мають фрактальні властивості, зустрічаються в біології, медицині, інфокомунікаціях та інших областях науки та техніки. У багатьох випадках мають місце проблеми розпізнавання та класифікації фрактальних рядів. Найчастіше такі задачі вирішуються шляхом оцінювання та аналізу фрактальних характеристик. Проте в останні роки зростає інтерес до методів машинного навчання для аналізу та класифікації фрактальних рядів. Проблемами класифікації в машинному навчанні є те, що дані впорядковуються за часовим виміром, і тому було б добре, щоб алгоритм використовував цю властивість даних. Пошук та дослідження методів класифікації часових рядів є актуальною темою.

Аналіз часових рядів передбачає, що дані містять систематичну складову та випадковий шум, який ускладнює виявлення регулярних компонентів. Більшість методів дослідження часових рядів включає різні способи фільтрації шуму, що дозволяють побачити регулярну складову більш чітко. Робити аналіз часового ряду на основі самого ряду або його графіка – досить важке завдання, яке вимагає часу і не зручне для людського ока. На допомогу придуть зображення: які легко сприймаються людським оком та легко представляються у цифровому вигляді.

Метою представленої роботи є дослідження візуалізації фрактальних часових реалізацій за допомогою графів видимості з подальшою їх класифікацією методами Deep Machine Learning.

Алгоритм отримання зображення з часового ряду ґрунтується на «графах видимості». Зв'язок між вершинами в NVG-графі вважається існуючим, якщо пряма, що з'єднує відповідні вершини відрізків, не перетинає жодного з побудованих відрізків, що знаходяться між ними. Зображення виходить з урахуванням матриці суміжності графа. Матриця суміжності графа з кінцевим числом вершин  $n$  – це квадратна цілочисленна матриця розміру  $n \times n$ , в якій значення елемента  $(i, j)$  дорівнює числу ребер з  $i$ -ої вершини графа в  $j$ -у вершину.

Для графа з вагами на дугах в матрицю підставляється вага ребра, наприклад, відстань від одної вершини до іншої. Маючи таблицю зі значеннями, можна побудувати зображення на основі цієї таблиці, де кожний піксель зображення – це елемент матриці суміжності. Щоб зображення було більш різнокольоровим можна взяти колірну модель HSV, де H означає відтінок, S означає насиченість, а V означає значення. Відтінок (H) прирівнюється значення ребра, нормалізоване до інтервалу  $[0, 360]$ , де 0 – це мінімальне значення, яке приймає відтінок, а 360 – максимальне.

Фінальною частиною класифікації часових рядів з урахуванням візуалізації графів видимості є глибоке навчання. Глибоке навчання (Deep Learning) – область машинного навчання (Machine Learning), що розглядає методи розв'язання задач штучного інтелекту (Artificial Intelligence) з використанням глибоких нейронних мереж. Завдання класифікації зображень полягає в тому, щоб поставити у відповідність зображенню клас об'єктів.

Результати проведеного експерименту свідчать, що класифікація фрактальних часових реалізацій на основі отриманих зображень за допомогою згорткової нейронної мережі дає достатню точність і може бути застосована для дослідження часових рядів з фрактальними властивостями.



## **Дослідження наслідків використання патернів при розробці клієнт-серверної взаємодії web-застосунку**

Сатокіна С. В., Горбова О.В.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

В сучасному процесі розробки програмного забезпечення актуальність використання патернів проектування заперечити практично неможливо. Реалізація патернів під час процесу проектування і розробки вже стала типовим рішенням для уникнення основних проблем проектування і побудови надійного і якісного програмного забезпечення. Також важливу роль в процесі розробки відіграє час. Висока якість за оптимальний час – це те що очікують від ефективного процесу розробки. Патерни проектування і тут мають високий вплив, оскільки вони є готовими відповідями на більшість питань побудови архітектури, які можуть виникнути під час проектування. Можливість використати ці готові рішення несе в собі економію часу. Також це спрощує комунікацію, оскільки оперуючи загальновідомими термінами і рішеннями, пояснити очікуваний результат значно простіше і потребує менше часу.

Предметною областю дослідження є процес проектування і розробки web-застосунку із клієнт-серверною архітектурою. Як об'єкт аналізу обрано етап розробки зв'язку і взаємодії між клієнтом і сервером, оскільки цей функціонал дозволяє використовувати для реалізації як і велику кількість можливих патернів різного ступеню ефективності, так і прості рішення. Саме ця частина програмного продукту має безліч варіантів реалізації, що дає широкий вибір рішень для аналізу.

Метою є визначення і систематизація наслідків використання патернів проектування для визначення найбільш ефективних з точки зору відношення складності реалізації до проблеми програмного коду, яку вирішує конкретний патерн чи група патернів.

Використані в роботі методи включають в себе формальні методи оцінки складності реалізації та комбіновані методи оцінки якості отриманого коду. Розглянуто питання оцінки гнучкості та розширюваності отриманого коду. Аналіз результатів також включає в себе оцінку ефективності і виправданості застосування патерна чи групи патернів для рішення поставленої задачі.

Для проведення дослідження створено і використано програмний продукт для аналізу варіантів реалізації рішення проблеми, базуючись на можливих для використання в цій ситуації патерни проектування. За допомогою обраних методів на основі отриманих даних проводиться оцінка впливу використаного патерна на реалізацію конкретного функціоналу і доречності його застосування. Виявлено можливі неефективні рішення і варіанти невиправданого застосування патернів, коли проблема вирішується через патерн, при існування більш простого рішення, реалізація якого потребує менше ресурсів без втрачання якості результату. Для аналізу використано типові проблеми, що виникають при створенні зв'язку між клієнтом і сервером програмного забезпечення.

Дана робота дозволяє прояснити, чи є раціональним використання конкретного патерну в процесі проектування і розробки зв'язку і взаємодії між клієнтом і сервером для web-застосунку, базуючись на відношення складність/якість. Дас можливість виявити найбільш оптимальний патерн для вирішення поставленої задачі, з точки зору розширюваності і гнучкості коду. Демонструє приклади неефективних рішень і невиправданого використання патернів проектування.

## **Розвиток і дослідження методів моделювання та прогнозування часових послідовностей з нерівномірним кроком і нечіткими параметрами спостережень**

Скалозуб В.В., Медич С.О., Старина А.К.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Проблеми комп'ютерного моделювання недетермінованих процесів з нечіткими параметрами, а також нерівномірними інтервалами спостережень (НПНІ), привертають все більше уваги, що показує аналіз публікацій, а також суттєву обмеженість підходів до їх моделювання. В ряді досліджень зроблено висновок, що як правило, інтерполяція нерівномірного ряду для отримання послідовності з постійним інтервалом дискретизації змінює його властивості. Тому часто перевагу віддають підходам, які працюють з нерівномірними даними безпосередньо, уникаючи необхідності переходу до явного постійного кроку інтерполяції. Для моделювання процесів НПНІ нами були запропоновані сепарабельні моделі (СПМ), в яких послідовності нерівномірних інтервалів та рівнів процесів моделюються окремо, з наступним агрегуванням. Важливим змістовним завданням щодо організації та моделювання нечітких процесів упорядкування являється завдання моніторингу процесів реабілітації захворювань, а також діагностування і прогнозування станів складних систем. Наприклад, фактично нерівномірність кроку між контрольними заходами хворих, а також оцінювані діагностичні показники являються нечіткими. З точки зору практики метою використання результатів моделювання виступає оцінка періоду до наступної контрольованої події (відвідування лікаря, також і рівень його оцінюваних параметрів).

В доповіді представлені результати із розвитку та дослідження методів моделювання та прогнозування часових послідовностей з нерівномірним кроком і нечіткими параметрами спостережень. В якості першоджерел даних НПНІ використані дані клінічного моніторингу процесів лікування. Для забезпечення можливості моделювання таких коротких послідовностей (клінічних моніторингу конкретного хворого) в дослідженнях спочатку дані спостережень розмножуються методом бутстреп, що дозволило отримати вибірки більших розмірів при збереженні властивостей процесів.

З метою моделювання процесів НПНІ застосовується СПМ, яка отримала певний розвиток. А саме, в роботі запропонована нова, нечітко-реляційна модель (НРМ), призначена для аналізу та прогнозування процесів типу НПНІ. Досліджено можливості НРМ моделей першого та другого порядку, що залежить від кількості попередніх етапів, які ураховуються при моделюванні та прогнозуванні. Для моделювання процесів з нечітким кроком виконуються процедури переходу від невідомих моделей інтервалів до нечіткого модельного представлення цих послідовностей. Для цього в області можливих значень інтервалів водиться моделююча система нечітких величин (НВ), через яку виконується перехід від довільних форм інтервалів до їх моделей, що є апроксимацією. Наступним кроком моделювання є перетворення за допомогою уведення  $\alpha$ -рівнів НВ послідовностей апроксимації в нерівномірні послідовності спостережень. Отримані  $\alpha$ -рівневі нерівномірні послідовності дійсних процесів НПНІ реалізуються засобами алгоритмів СПМ. При цьому шляхом моделювання числових послідовностей визначається прогнозне значення наступного інтервалу для кожного  $\alpha$ -рівня. Для визначення остаточної оцінки інтервалу (показника) на наступному кроці виконується процедура скаляризації методом центру ваги. В роботі також удосконалено процедуру формування комбінованих алгоритмів моделювання процесів НПНІ, що забезпечує коректність результатів комп'ютерного моделювання та підвищення точності показників процесів.

У роботі приводяться структура програми дослідження та прогнозування процесів НПНІ, приклади реалізації завдань моделювання, які дозволяють оцінити достовірність та ефективність запропонованих методів моделювання та прогнозування часових послідовностей з нерівномірним кроком та нечіткими параметрами спостережень.

## Моделювання та дослідження інтелектуальних процедур і програмних засобів оптимізації потоків замовлень сервісних систем

Скалозуб В.В., Терлецький І.О., Терленко А.П.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Скалозуб М. PayPal, Швеція

Завдання оптимізації потоків замовлень у сервісних, обслуговуючих, системах (ОПЗСеС) виникає у багатьох технологіях і виробництвах, є змістовним та досить поширеним. При цьому для формування процедур оптимізації виконується урахування все більшого набору властивостей досліджуваних потоків. Складність інформаційних, технологічних та інших процесів у сервісних системах (СеС), часто впливає на можливість отримати достовірні та точно визначені дані про характеристики потоків замовлень. Зазначене суттєво впливає на результати оптимізації роботи СеС. Крім того, певні потоки можуть мати велику кількість компонентів з різними властивостями, характеристики яких також відомі неточно. Для забезпечення ефективного вибору обслуговуючого «приладу» можливо застосувати методи інтелектуальних систем, у нас – процедури класифікації замовлень за неточно визначеними даними. Призначення процедур полягає у визначенні класу, який показує «виконавця». Аналіз публікацій свідчить, що натеper завдання із розвитку та розробки таких процедур класифікації при неповних та неточно визначених даних мають значний теоретичний та науковий інтерес. Разом з цим дослідження застосування подібних інтелектуальних процедур при оптимізації потоків замовлень в обслуговуючих системах проведені не в повній мірі.

В доповіді приведені результати щодо розвитку інтелектуальних процедур оптимізації потоків замовлень у СеС при неточно визначених характеристиках даних на основі моделі асоціативної пам'яті мережі Хеммінга (МХ). Такі класичні МХ дозволяють виконувати класифікацію об'єктів (замовлень) при збурених даних, якщо властивості елементів оцінюються значеннями з множини  $\{-1; +1\}$ . Мета – розвиток і розширення кола постановок завдань, а також удосконалення математичних моделей та процедур оптимізації потоків замовлень СеС на основі інтелектуальних процедур мережі МХ при неточно визначених характеристиках даних, далі МХН. В роботі досліджувалися можливості використання в якості моделей нечітких множин, а також показників достовірності експертних систем, коефіцієнтів впевненості  $CF(A)$  з множини  $[-1; +1]$ .

Результати розробок і досліджень полягали в наступному: - виконано аналіз моделей та інтелектуальних процедур завдань оптимізації потоків замовлень в сервісних системах (ОПЗСеС); - запропоновано нові постановки завдань ОПЗСеС (система паркінгу авто; призначення фахівців на посаду в ІТ проєктах тощо), для реалізації яких застосовуються процедури класифікації МХН; - удосконалені математичні моделі ОПЗСеС на основі інтелектуальних процедур МХН, які враховують різні моделі вихідних даних; - розроблено програмні засоби із класифікації компонентів послідовностей замовлень на основі модифікованих процедур МХН; - проведено широкий і всебічний числовий експеримент, який підтвердити достовірність та ефективність запропонованих моделей і методів МНХ; - отримані рекомендації стосовно застосування МНХ при неточно визначених характеристиках даних, які враховують запропоновані форми моделей вихідних даних (нечіткі множини (НМ), коефіцієнти впевненості  $CF(A)$ ). При використанні НМ були запропоновані моделі кодування, за допомогою яких нечіткі величини подавалися як в МХ  $\{-1; +1\}$ , а для моделей  $CF(A)$  використовувалися процедура, що безпосередньо застосовувала схеми МХ. Числові дослідження показали певні переваги моделі  $CF(A)$ , яка завжди забезпечувала потрібний результат класифікації, при тому що в моделі з НВ результати класифікації не завжди були однозначними.

В доповіді представлені розроблені моделі перекодування НМ, а також їх порівняльна ефективність, програмна реалізація розроблених моделей класифікації об'єктів з неточно визначеними параметрами МХН, результати проведених числових експериментів, а також процедура ОПЗСеС на основі модифікованих моделей асоціативної пам'яті МХН.

## **Моделі та процедури багатокритеріального впорядкування мульти-послідовностей замовлень для вантажних автотранспортних перевезень**

Скалозуб В.В., Сапожніков Н.М.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Моделі і методи упорядкування об'єктів (замовлень) широко використовуються для різноманітних завдань планування багатьох інформаційних, технологічних, транспортних та інших процесів. Зокрема, на основі оптимального упорядкування вагонів на сортувальних станціях вирішуються одні з головних завдань з організації вантажних залізничних перевезень. В останніх дослідженнях була сформована нова узагальнена математична модель оптимального упорядкування мульти-послідовностей замовлень (МПЗ). Вона дозволяє єдиним чином формалізувати широке коло завдань оптимального планування інформаційних, логістичних, транспортних та інших процесів. Разом с тим натепер число відомих моделей технологічних процесів, які представляється формальними моделями упорядкування МПЗ, досить обмежене. При тому також в них не в повній мірі представлені можливості застосування паралельних алгоритмів.

В доповіді представлені результати дослідження нової постановки та виконаної формалізації завдання про оптимальне мульти-потокowe планування для сфери вантажних автотранспортних перевезень тягачами. При цьому розглянуті питання щодо огляду результатів відомих досліджень сфери оптимального планування послідовностей замовлень шляхом упорядкування і програмних засобів автоматизації, постановка завдання упорядкування мульти-послідовностей для завдань транспортних вантажних перевезень, процедура оптимального планування процесів упорядкування мульти-послідовностей з використанням паралельних алгоритмів для моделі транспортних вантажних перевезень. Метою розробок був розвиток постановок завдань оптимального планування процесів, представлених МПЗ, удосконалення математичних моделей, процедур оптимального планування, а також відповідних алгоритмів та програмних процедур, в тому числі призначених для паралельного виконання.

Відмінність постановки двокритеріальних завдань (показники – загальні експлуатаційні витрати, час виконання перевезень) визначається таким – 1) вирішується двокритеріальна задача планування, - 2) елементи потоку можуть змінювати структуру, мають перемінний склад причепів у тягачів, можливий перерозподіл причепів при транспортуванні, - 3) певні перевезення можуть виконуватися одночасно.

Відповідно до постановки завдання загальна структура процедур планування така. Визначити на основі замовлень множину пунктів відправлення та призначення. Виходячи з початкових та кінцевих пунктів, визначити множину можливих маршрутів. Перебираючи множину тягачів (від одного при збільшенні на один), виконати розподіл замовлень за маршрутами, виконуючи процедуру послідовного аналізу припустимості перевезень (мінімізація показника витрат). Визначити можливості паралельного виконання перевезень шляхом встановлення незалежних маршрутів, або їх частин. Спланувати перевезення ними обмеженої кількості причепів, застосовуючи на кожному незалежному маршруті зазначену процедуру послідовного аналізу (мінімізація показника ТП). Представити результати оптимального планування для кожної кількості тягачів у вигляді компромісно-оптимальної множини Парето, яка містить варіанти сполучення показників (витрати, час). Остаточний вибір варіантів виконує плануючий орган.

При використанні запропонованих послідовних та паралельних процедур планування стало можливим реалізувати багатокритеріальне завдання оптимального планування автоперевезень як завдання упорядкування мульти-послідовностей, МПЗ.

У доповіді приводяться структура програми, приклади реалізації завдань планування з використанням розробленого програмного забезпечення, які дозволяють оцінити достовірність та ефективність запропонованих постановок завдань оптимізації МПЗ, моделей та програмних засобів для послідовних та паралельних процедур планування.

## Аналіз напрямків розвитку систем військового радіозв'язку

Скалько В.В., Панченко Є.О.,

Український державний університету науки і технологій, Україна

Сучасні принципи організації зв'язку і технічні характеристики засобів радіозв'язку підрозділів зв'язку Державної спеціальної служби транспорту не дозволяють цілком задовольнити потреби управління військами в сучасних умовах при виконанні задач за штатним призначенням в складі Сил оборони України. Основними недоліками існуючої системи радіозв'язку є: недостатня мобільність вузлів зв'язку пунктів управління; не виконання вимог продуктивності, розвідзахищеності; недостатня автоматизація процесів встановлення, ведення та підтримки радіозв'язку тощо. Досвід виконання завдань за штатним призначенням підрозділами Держспецтрансслужби виявив низку проблем з організації зв'язку в тактичній (оперативній) ланці управління. На теперішній час основний спосіб організації радіозв'язку в тактичній ланці управління є транкінговий зв'язок.

З метою підвищення зони покриття, зв'язності у радіомережах з командирами підпорядкованих підрозділів (до батальйону включно) пропонується передбачено роботу-ретрансляторів фірми Motorola (засоби подвійного використання). Застосування ретрансляторів Держспецтрансслужби ЗСУ, тому числі і повітряних та використання технології FANET та багатократної ретрансляції (маршрутизації) збільшує дальність радіозв'язку, розвід та завадозахищеність радіомережі та її живучість. Використання ретрансляторів та технології FANET дозволить працювати на менших потужностях радіостанцій, що забезпечить більшу скритність роботи радіомережі. Для збільшення зони покриття, дальності зв'язку між абонентами радіомережі, зв'язності мережі, перспективним є використання ретрансляторів Держспецтрансслужби і ЗСУ, встановлених на малогабаритних об'єктах. Значення потужності може бути меншим навіть за показники портативних станцій, завдяки наявності прямої видимості між наземними станціями та ретранслятором. При невеликих значеннях вихідної потужності зменшуються і габаритні показники радіостанцій-ретрансляторів.

Застосування самоорганізованих радіомереж в якості основи побудови перспективної мобільної компоненти тактичної ланки управління, мобільна компонента (сукупність мереж, що володіють здатністю самоорганізації, переміщення, згорання і розгортання вузлів) покликана забезпечити інформаційний обмін в інтересах підрозділів Держспецтрансслужби та ЗСУ, які діють в тактичній зоні незалежно від їх підпорядкування і завдань, які вони виконують. У підрозділах створюються :

- радіомережі низового рівня управління – радіомережі, солдатські мережі ( сотні абонентів);
- мережа мобільних базових станцій (МБС)№
- повітряна транспортна мережа ЗСУ№
- супутникова мережа (наприклад, WIN-T використовує низькоорбітальне групування супутників).

### Висновки

Основними тенденціями розвитку систем військового радіозв'язку з використанням вищесказаного в службі є:

- інтеграція всіх видів трафіка (мова, дані, відео, відеоконференція);
- повна мобільність всіх абонентів і елементів мережі;
- забезпечення заданої якості обслуговування користувачів на значних географічних територіях в умовах застосування зброї;
- мінімальна участь людини в питаннях планування й ведення зв'язку.

## **Розроблення алгоритму масштабування растрових зображень за допомогою сплайнів**

Товстоп'ят М.В., Бабенко М.В., Дніпровський державний технічний університет, Україна

Питання підвищення інформативності цифрових зображень завжди було і буде актуальним, тому що з ними ми постійно зустрічаємося не лише у повсякденному житті.

Під підвищенням інформативності цифрового зображення розуміється зміна масштабів зображення, підвищення його розподільної здатності задля можливості бачити те, що не можна побачити на зображенні низької роздільної здатності. На відміну від фотоплівки, цифрові зображення зберігають інформацію у дискретних одиницях – пікселях. Розподільна здатність – це кількість пікселів, з яких складається растрове зображення.

Масштабування полягає у зміні вертикального та горизонтального розмірів зображення. Масштабування може бути пропорційним – у цьому випадку співвідношення між висотою та шириною зображення не змінюється, а змінюється загальний розмір, і непропорційним – у цьому випадку обидва виміри змінюються по-різному.

Проблем зазвичай не виникає при зменшенні зображення, так як графічна інформація просто видаляється. Проте для збільшення зображення зі збереженням його деталей необхідно додавати нові пікселі, а їх значення генерувати на основі аналізу їх сусідів.

Масштабування растрового зображення може бути зроблено двома різними способами.

За першим способом просто дублюється або видаляється потрібна кількість пікселів. При цьому в результаті масштабування, як правило, погіршується якість зображення. Наприклад, зі збільшенням розміру зображення зростають його зернистість і дискретність. При зменшенні розміру зображення втрати в якості менш помітні, проте при наступному відновленні зменшеного зображення до колишнього розміру знову зростають зернистість і дискретність. Це пов'язано з тим, що при зменшенні розміру зображення частина пікселів була видалена з оригінального зображення і втрачена безповоротно, а при подальшому відновленні розмірів зображення пікселі, що відсутні, дублювалися з сусідніх.

За другим способом за допомогою певних обчислень можна створити пікселі іншого кольору, що визначається кольорами оригінального пікселя та його оточення. Цей метод називається інтерполяцією і є складнішим, ніж просте дублювання. При інтерполяції крім дубльованих пікселів, відбираються і сусідні з ними, за допомогою яких пікселі, що створюються, отримують від існуючих усереднений колір. В результаті переходи між пікселями стають плавнішими, що дозволяє прибрати або зменшити ефект «пилкоподібного» зображення.

Для обробки зображень методом сплайнів обрані базові сплайн-функції першого та третього порядку.

Базовий сплайн, або як його ще називають В-сплайн, є сплайном з мінімальним носієм для фіксованого ступеня сплайна та порядку гладкості. Їхня безумовна користь полягає в тому, що будь-який сплайн заданого ступеня і гладкості можна записати у вигляді лінійної комбінації відповідних базисних сплайнів. Тобто, їх можна використовувати як "цеглинки", за допомогою яких можна побудувати сплайн із заданими властивостями. Власне чим і пояснюється його визначення – базисний сплайн.

Реалізація роботи алгоритму бікубічної інтерполяції була заснована на інтерпретації методу, яка полягає в тому, що для знаходження інтерпольованого значення можна спочатку зробити кубічну інтерполяцію в одному напрямку, а потім в іншому.

Таким чином, для знаходження інтерпольованого значення  $p(x, y)$ , необхідно спочатку розрахувати чотири значення  $p(x, -1)$ ,  $p(x, 0)$ ,  $p(x, 1)$ ,  $p(x, 2)$  для фіксованого  $x$ , а потім через отримані чотири точки побудувати кубічний сплайн та отримати результати розрахунку  $p(x, y)$ .

## Аналіз графічних інтерфейсів за допомогою трекінга очей

Фролов І.В., Горбова О.В., Український державний університет науки і технологій, Україна

Технологію eye-tracking ще іноді називають «окулографія», але термін не прижився. Ай-трекінг — технологія відстеження положення очей, також звана технологією відстеження ліній погляду або точок погляду. Технологія ця відносно нова і в Україні вона ще не отримала належного поширення, хоча в останні роки ситуація змінюється на краще. Пристрої для відстеження погляду або айтрекери, складаються як правило з апаратної частини, яка підключається до комп'ютера і програмного забезпечення. Хоча існують і самодостатні пристрої «все в одному».

За допомогою технології айтрекінгу маємо можливість по новому досліджувати графічний інтерфейс та отримувати більш точну інформацію, не приховану свідомо чи підсвідомо учасником дослідження. Завдяки такому підходу ми зможемо бачити де саме фокусується погляд людини, чи може вона знайти те, що треба та куди саме вона дивиться, ми зможемо вдосконалювати інтерфейси та робити їх більш зручними для користування, в також приборати те, що заважає та правильно розміщувати рекламу.

Методом який є доцільний у нашому випадку є Usability-тестування. Його можна охарактеризувати як експеримент, що виконується з метою визначення, наскільки добре люди можуть використовувати певний штучний об'єкт, такий як веб-сторінка, призначений для користувача інтерфейс або пристрій, для його передбачуваного застосування, тобто usability-тестування вимірює зручність користування об'єктом. Usability-тестування зосереджено на певному об'єкті або невеликому наборі об'єктів, в той час як дослідження взаємодії людина - комп'ютер в цілому формулюють універсальні принципи. Usability-тестування - метод оцінки зручності продукту у використанні, заснований на залученні користувачів в якості тестувальників, випробувачів і підсумовуванні отриманих від них висновків. Процес тестування проходить наступним чином. Респонденту пропонують спробувати вирішити завдання, для яких розроблявся тестований продукт. Все фіксується в протоколі для ще більш детального аналізу. ПК-тестування добре виявляє можливі труднощі, з якими може зіткнутися реальний споживач товару або послуги. Спостереження за користувачем дозволяє зібрати велику кількість корисної інформації для поліпшення продукту або сервісу.

Для проведення Usability-тестування доцільно буде використати Моніторний айтрекінг. Він виконується респондентом у вигляді спеціального завдання за допомогою настільного комп'ютера з інфрачервоною камерою і програмним забезпеченням, яке ідентифікує особливості ока, дозволяє аналізувати його поведінку, будувати "карти уваги". При цьому респондент, який виконує завдання, знаходиться в умовах, близьких до природних, його руху нічого не обмежує. Це один з найпоширеніших видів дослідження, тому, що він являється одним з найдешевших, та дозволяє простим у своїй реалізації. Також він дає можливість протестувати одразу декілька користувачів на одному сервісі, або декілька сервісів одночасно за допомогою декількох користувачів та комп'ютерів.

Аналіз за допомогою айтрекінгу тільки набуває своєї популярності, але вже зараз можна сказати, що ця технологія через деякий час стане невіддільною у дослідженнях різних сфер, серед яких маркетингові дослідження, застосування у медицині, розробці веб-сторінок, веб-додатків, програм інтерфейсів. Наразі сфера досліджень та аналізу за допомогою айтрекінгу є однією з найперспективніших.

## Дослідження часових характеристик в системах реального часу

Чокан К. Ю., Горячкін В.М.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Розвиток автоматизації керування фізичними процесами зумовлює широку область застосування систем реального часу (СРЧ). Зважаючи, що більшість СРЧ відносяться до жорстких часових систем, параметри часових характеристик є однією з найважливіших задач при створенні або модернізації таких систем. Тому наявність спеціального програмного забезпечення, що дало б змогу досліджувати часові характеристики і критерії метрики WCET, може допомогти при моделюванні і модифікації СРЧ.

Задачі реального часу представляють собою задачі, час виконання яких критично важливий для наслідків і ступеня впливу на роботу усієї фізичної системи. Задачі розподіляються за критичністю на такі категорії:

- жорстка система часу – правильне рішення таких задач повинне виконуватися у чітких часових рамках;
- м'яка система часу – вирішення задачі може виконуватися з певною затримкою у часі;
- система не критична до реального часу – розв'язок задачі не має конкретних часових обмежень.

Для вирішення задач з жорсткою, рідше м'якою системою часу, компанії-розробники проєктують і створюють операційні системи, що працюють у реальному часі. Завдання мережевого планування полягає в тому, щоб представити та оптимізувати послідовність і взаємозалежність робіт, дій або заходів у графічній, візуальній та систематичній формі для забезпечення своєчасного та систематичного досягнення кінцевої мети. Для візуалізації та алгоритмізації певних дій чи ситуацій використовуються мережеві економіко-математичні моделі, найпростішими з яких є мережеві діаграми. За допомогою мережевих моделей керівники робіт або операцій можуть систематизувати та масштабувати весь процес роботи або операцій, керувати їх виконанням і мобілізувати для цього необхідні ресурси.

Базуючись на вище сказаному, була розроблена математична модель з використанням мереж Петрі та програма, яка реалізує наступні функції:

- вимірює час роботи програми у середовищі СРЧ;
- вимірює час обробки переривання;
- вимірює час відклику для сторонніх програм;
- проводить аналіз отриманих результатів у вигляді гістограм;
- генерує моделі СРЧ у вигляді сіток Петрі.

Робота програми здійснюється в інтерактивному вікні, в якому виводяться дані вимірювань часових характеристик, метрик у вигляді гістограм. Після аналізу даних формується звіт з запропонованою моделлю поліпшення СРЧ у вигляді сіток Петрі.

Вхідними даними є тип процесора, частота процесора, програмний код, архітектура ядра; вихідні дані – гістограма часових характеристик і метрики WCET, звіт з запропонованою моделлю поліпшення СРЧ у вигляді сіток Петрі.

До переваг розробленого аналізатора можна віднести те, що він не тільки досліджує різноманітні поведінкові властивості моделі, але й визначає статистику параметрів, що цікавлять. При цьому за допомогою цього аналізатора можна не тільки встановити досяжність маркера, а й відстежити, як часто здійснюється перехід у відповідний стан. Для більш детального аналізу розглянуто набір статистичних параметрів, які можна застосувати до кожного конкретного агента та його стану. З метою подальшого розвитку цієї розробки розглянуто порядок її перевірки її на практичних прикладах.



## Методи перед обробки даних для алгоритмів сортування

Шинкаренко В. І., Макаров О. В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Настання ери великих даних (Big Data) відкриває нові можливості та збільшує вимоги до алгоритмів сортування. Класичні алгоритми сортування не можуть пристосуватися до вибухового зростання даних. Через різноманіття сценаріїв застосування, пристроїв зберігання даних і стратегій вдосконалення існує багато конкурентноспроможних алгоритмів сортування. Необхідні моделі які дозволяють автоматизовано вирішувати задачі конструювання оптимальних алгоритмів, з урахуванням програмно-апаратного середовища їхньої експлуатації.

Алгоритми сортування мають різні показники часової ефективності, стабільності і вимог до виділення додаткової пам'яті. Найчастіше алгоритми оцінюються за показником обчислювальної складності. Найбільш популярні алгоритми сортування, такі як швидке сортування Quick sort чи сортування злиттям Merge sort, мають обчислювальну складність у середньому  $O(n \log(n))$ . Однак на невеликих наборах даних сортування вставками (Insertion sort), з обчислювальною складністю  $O(n^2)$ , працює швидше.

Ефективні реалізації зазвичай використовують гібридний алгоритм, що поєднує асимптотично ефективний алгоритм для загального сортування з сортуванням вставками для невеликих масивів у нижній частині рекурсії. Використовуються і більш складні варіанти, наприклад Timsort – попередній аналіз даних та пошук відсортованих послідовностей, розбиття масиву на відсортовані ділянки за допомогою сортування вставками і модифікований алгоритм злиття у один відсортований масив. Або Introsort, що починає із швидкого сортування, потім переходить на Heapsort, коли глибина рекурсії перевищує заданий рівень, і закінчує сортування невеликих послідовностей за допомогою сортування вставками.

Запропоновано декілька видів попередньої обробки масивів сортованих даних, метою яких є покращення часової ефективності сортування. Перший і другий спосіб полягають в тому, щоб спробувати «передбачити» позицію елемента у масиві. Відмінність між двома способами полягає у тому що перший запам'ятовує передбачені індекси у які була виконана перестановка і не намагається передбачати індекс для того ж самого елемента декілька разів. А другий робить максимум  $N$  перестановок, при чому не більше  $M$  перестановок для поточного індексу.

Після передобробки деяка кількість елементів опиниться на місцях які відповідають їхнім місцям у відсортованому масиві. Таким чином зменшується кількість перестановок елементів що буде виконана безпосередньо алгоритмом сортування. Відсоток елементів які опинились на правильному місці буде більшим для масивів що мають у собі рівномірно розподілені елементи.

У третьому варіанті попередньої обробки виконується прохід по масиву і усі послідовності відсортовані у зворотньому напрямку розвертаються. Після передобробки максимальна довжина послідовностей відсортованих у зворотньому напрямку буде дорівнювати двом. Найбільший вплив даний вид передобробки буде мати для швидкого сортування Quick sort, для якого вхідний масив відсортований у зворотньому порядку є спеціальним випадком у якому обчислювальна складність зростає до  $O(n^2)$ .

Для отримання найбільш ефективного алгоритму сортування у заданих умовах (архітектура комп'ютера, операційна система, програмне середовище розробки та виконання програми, обсяги даних, типи даних та їхні значення) буде розроблена конструктивно-продукційна модель адаптивних алгоритмів сортування на основі існуючих передових ідей та алгоритмів. У конструктивний процес також буде додано попередню обробку даних для досягнення найбільшої ефективності.

## **Підвищення пропускної спроможності сервера на основі дослідження паралельних алгоритмів обробки великих масивів сейсмологічних даних**

Ющенко В.В., Жульковський О.О., Жульковська І.І.,  
Дніпровський державний технічний університет, Україна

Сейсмологія встановлює причини тектонічних процесів та на основі їх вивчення прогнозує землетруси, дозволяє скласти картину глибинної будови земної кулі, займається моніторингом розробок копалин і т.п. із застосуванням чітко розробленої теорії, чутливої виміральної апаратури, засобів та методів автоматизованої обробки результатів спостережень.

Уся ця індустрія постійно генерує великі об'єми даних, які потребують обробки та аналізу. Сучасна сейсмологія, особливо в останнє десятиліття, звісно не мала б подальшого розвитку без використання здобутків революційного розвитку обчислювальних методів та засобів їх реалізації.

На початкових етапах з такими складними задачами та значними обсягами даних були здатні впоратися лише суперкомп'ютери – системи, які будувались на базі багатопроцесорних систем, та які згодом поєднувались мережею у кластери, що виконували обчислення паралельно. Суперкомп'ютери були дуже коштовними та недоступними.

Подальший розвиток процесорів пішов шляхом збільшення обчислювальних ядер для паралельної обробки даних. Проте справжня революція відбулась з появою графічних прискорювачів та засобів їх програмування (Shading language), коли відносно недорогі пристрої отримали потужність суперкомп'ютера. Саме тому графічні процесори стали використовувати для побудови сучасних суперкомп'ютерів – завдяки наявності у графічних карт більшого числа обчислювальних блоків вдається досягти продуктивності, на порядок вищої, ніж на центральному процесорі.

Використання графічного процесора, призначеного зазвичай для комп'ютерної графіки, для виконання обчислень загального призначення або GPGPU (General Purpose computing on Graphics Processing Units), а саме використання процесорів різних типів, має назву гетерогенні або гібридні обчислення. Гетерогенні обчислення можна використовувати в задачах моделювання фізичних процесів, молекулярної динаміки, криптографії, машинного навчання, сортування тощо.

Для більш ефективного використання багатопроцесорних, багатоядерних, гетерогенних систем при розробці програм з паралельним обчисленнями розроблені такі бібліотеки, мови програмування та специфікації обладнання: MPI (Message Passing Interface), OpenMP (Open Multi-Processing), OpenACC (Open Accelerators), CUDA (Compute Unified Device Architecture), DirectCompute, AMD FireStream, OpenCL, Vulkan API і т.п.

В даній роботі проведено аналіз можливостей підвищення пропускної спроможності серверів замовника, які обробляють великі масиви сейсмологічних (акустичних) даних на основі застосування масового паралелізму для обробки цифрового сигналу із застосуванням алгоритму швидкого перетворення Фур'є із застосуванням програмно-апаратної архітектури OpenCL.

У результаті виконання роботи проведено аналітичний огляд проблеми, виконано порівняльну оцінку OpenCL та CUDA, досліджено можливість підвищення швидкості обробки сигналу, використовуючи вільні для використання бібліотеки c1FFT і cuFFT, розроблено програмний модуль для переносу обробки цифрового сигналу сейсмічної траси з центрального процесору на графічний процесор.

## Statistical Analysis of Medical Data About Women's Health: Case Study

Alexey Dubinsky, Dnipro State Medical University, Ukraine,  
University of Seville, Spain

Aurea Simon-Soro, University of Seville, Spain

The informatization and digitalization of many aspects of all medical processes that have taken place in recent decades, and also massive usage of wearable medical devices now provide the way for obtaining a lot of reliable data. Based on the medical databases, it becomes possible to discover many interesting hidden dependencies and new relationships between different variables, which present information about a patient's health state.

The Microbiology and Bioinformatics Laboratory of the University of Seville Dental Pathology Research group, headed by professor Aurea Simon Soro, provide a big scientific research project about Women's Health. The main focus of research is the oral health phenotype of postmenopausal women. The most frequent symptoms associated with menopausal phases are mucosal dryness, increased weight and body fat, and changes in sleep patterns. Oral symptoms in menopause derived from saliva flow reduction can lead to dry mouth, ulcers, and alterations of taste and swallowing patterns. However, the oral health phenotype of postmenopausal women this time has not been well characterized.

Collected data for research was obtained in several ways from 100 postmenopausal women attending the Dental School of the University of Seville. It used an extensive questionnaire, including lifestyle, medication, and medical history. Also, we did an oral examination of dental, periodontal status, salivary flow, and oral pH. Finally, data were merged into the combined database which contained 36 important numerical and categorical features.

In the first data-checking step we find and correct all missing data, to prevent shifting some statistics. After inspection and features distributions analysis, we removed some data, where the number of cases was not enough. There are less than 5% cases with data about brain disorders, liver and kidney diseases, etc, so these feature variables were not included to further analysis.

In the next step, we calculated the coefficient of crosscorrelations for each pair of data features. We used the Pearson coefficient for numerical and Kendall and Spearman for categorical features. After rearranging and data filtering we received 89 different pairs for detailed analysis. Next we drop all features, that were not present in the list of this pair and repeat previous operations for the smaller dataset. Also, we dropped results about trivial correlated features. And some different pairs that are not in the focus of research goals, first of all, these are features about lifestyle, like "Diet" and "Caffeine" (corr. coefficient is 0.311).

In the final we have 11 interesting pairs of features, like "SA flow" and "Age"; "ST flow" and "Menstrual Status"; "Hyposalivation Medication" and "Filling". Finally, for each of these selected pairs, we used the chi-squared test ( $\chi^2$  test) for checking the  $H_0$  hypotheses about the independence of this pair's feature variables. As result, for each pair the calculated value was bigger than the critical, therefore  $H_0$  hypothesis was rejected. The level of dependence is medium ( $p=0.01$ ) or relatively strong ( $p=0.001$ ).

For the next stages of this research, we will provide Principal Component Analysis for dimensionality reduction and will build some machine learning AI models for predicting and forecasting patients' future health status. Finally, after this research, we have some recommendations for clinical specialists, and they can provide better treating on the base of clinical data in the electronic health records.

The main project results were presented by Aurea Simon-Soro (Oral Health Phenotype of Postmenopausal Women Using AI) at The 18th World Congress on Menopause, 26-29th October 2022 - Lisbon, Portugal. Also, some results of statistical analysis were presented by Alexey Dubinsky (Medical data analysis: statistical case study) at the XXII International conference "Artificial Intelligence And Intellectual Systems" (AIIS'2022), December 8-9, 2022, Kyiv, UA.

## Ontologies in the transportation context

Larysa Zhuchyi, Ukrainian State University of Science and Technologies, railML.org, Germany

Transportation ontologies are developed throughout the world to integrate data and check its consistency. For example, railway and road data is integrated to enhance intermodal passenger transportation experience.

Based on the ontology of the ERA vocabulary, the integration of the Register of Infrastructure (RINF), the Register of Authorized Types of Vehicles (ERATV) and the Centralized Virtual Vehicle Register (ECVVR) was performed to check the compatibility of the railway network route and rolling stock. The RINF infrastructure model is used to describe the mesolevel, which abstracts away from the description of track connections of railway stations. Micro-level information can be described using railML. The ERA ontology was mapped and populated with railML instances of Norwegian and German railways. SPARQL CONSTRUCT queries made it possible to combine railML files with descriptions of various sections of the railway network. As a result, routes of higher accuracy are built. In the future, it is planned to integrate with data in the GTFS (General Transit Feed Specification) format.

Such intermodal transportation is the subject of a FEDeRATED ontology - an upper ontology focused on the logistics domain. The ontology includes 7 interrelated subontologies: event, digital twin (for example, the ERA ontology for which the mapping is developed), business services, physical infrastructure, and a «classification» model having links to various standards. When developing, such ontologies as OWL time ontology, Geonames etc. are reused. Complex events can be modelled using the ontology, while restrictions are set using SHACL (Shapes Constraint Language).

In the domain of road transportation, directive 2010/40/EU aims to implement Intelligent Transport Systems, which implies the creation of National Access Points (NAP) – portals for publishing data that help facilitate the planning of international trips by car. Within the framework of the napcore project, napDCAT-AP, an extension of DCAT-AP (Data Catalog Vocabulary Application Profile), is being developed for this purpose. The requirements for the content of a road transportation vocabulary are described, including the concepts of geolocation, transportation system, publishers, licenses, etc.

For passenger intermodal transportation within the framework of the Ride2Rail project, Ontology for Agreements was developed as a specialization of OASIS ontology, using the Linked Open Terms and Chowlk methodologies. Transport concepts are reused from the Open Sales and Distribution Model. The ontology is part of a blockchain contracting application in the context of ride-sharing and includes concepts for modelling the start and end of the route segment, price, number of seats, and so on. The expert system includes rules and allows one to calculate, for example, discounts for multimodal trips, repeated trips, etc.

Nowadays a lot of attention is paid to the integration of ontologies for their joint use not only by mapping artefacts but through utilization of web-portals to propagate their reuse. This methodology came into use in the railway domain as well.

Plow is a repository of public and private ontologies, a feature of which is the usage of Lockfiles to represent dependencies and protection against malware. To annotate an ontology, a REGISTER vocabulary has been developed, which includes the relations like «version», «dependency», «license», etc. Ontology lockfiles are generated automatically if it is annotated using the REGISTER vocabulary. The dependency tree of the SemVer schema makes it possible to verify the compatibility of ontologies when making changes to them. Similar to Plow, the OntoRail web application extracts railway ontologies and stores them and in a graph database.

The analysis showed that it is practical to use ontology in the railway domain, to link them with road ontologies for the intermodal transportation. Although it is mandatory to document their evolution to make their joint use effective.

## **Using code refactoring to optimize and improve cross-platform applications maintain**

Horiachkin V. M., Syrota O. A.,  
Ukrainian State University of Science and Technologies, Ukraine

In the twenty-first century, people are accustomed to using smartphones, personal computers, and even smart watches in various fields of activity. Booking tickets, ordering food or household chemicals, online learning, watching movies, solving legal issues, treating diseases, online insurance, banking, etc. All these things can be done with gadgets and special applications. A large number of different types of apps, platforms and operating systems require the following conditions to be met: app needs to be sufficiently optimized for each platform; app should be easy to maintain and test; source code of a program has to be understandable for every developer, etc.

These requirements are hindered by many different reasons appearing in the development process of any software product, such as unsuccessful management, lack of time for development, etc. Quite often, these are not even isolated cases, but a set of issues that leads to a deterioration in the quality of the application's functioning, depending on a platform and its characteristics. In addition, all these things increase the complexity of implementing new functions. For instance, when extending an app's functionality is complicated, this is a situation when implementation of a new feature breaks the app functionality, which was implemented before. The cause of that is bad code.

Deterioration of the quality of functioning is demonstrated by an insufficient number of frames per second (fps), low speed of response on interaction with user interface (input - output), etc. In other words, not only maintaining a programming product gets complicated enough because of bad code, but the app performance. When developers aim to fix code that has flaws, they usually use an approach called code refactoring - the process when a developer or a developer team improves the source code of a program without any changes to the main functionality. Thanks to refactoring, the complexity of the code is reduced, it becomes easier to maintain and the implementation of new features becomes easier. There are many ways and types of code refactoring, such as: change the signature of a method; encapsulate field; extract method; move method; replace conditional with polymorphism. In the meantime, developers should remember that they might face different problems during refactoring using any methods.

Developers almost never think about how code refactoring affects performance of apps if it does. They only concentrate on the code quality. But what if this tool can be useful when we need to increase frames per second or reduce the memory usage? How much resources might it take? Which type of refactoring has to be used, or, perhaps, several types and so on. We have so many questions, but there is not enough information about that.

First of all, app development is business and programmers should keep that in mind implementing architecture and thinking about performance. We definitely can argue that clean code is also related to app performance. The purpose of the study is to: analyze the consequences of using refactoring as a tool to improve the maintainability and optimization of an application; determine to what extent refactoring should be carried out depending on the project and the conditions that affect the quality of its development; identify a set of features that require the use of this tool; calculate possible resource costs and their relation to future costs in case of ignoring the identified signs; analyze pros and cons of this process.

The results might be used as answers for the main question: "Can we improve app performance during refactoring?". Apart from that, this will complement the existing data on the use of refactoring and optimization. It will be useful not only for teachers and students, but also for experienced programmers and possibly project managers.

## Дослідження методів сегментації зображень земної поверхні високого просторового розрізнення

Гнатушенко Вік.В., Китова К.В., Калинина Н.Ю.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

В даний час створені нові технічні засоби дистанційного зондування поверхні Землі, які дозволяють фіксувати зображення земної поверхні з субметровим просторовим розрізненням і в різних діапазонах електромагнітного спектру. З кожним роком зростає кількість супутників з мультиспектральними сенсорами високого (5 м і вище) просторового розрізнення: WorldView-2/3, GeoEye-1 та ін. Супутникові дані незамінні при вирішенні завдань, пов'язаних з оперативним моніторингом великих або важкодоступних територій. Збільшення обсягу та інформативності отриманих даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) сприяє розширенню кола практичних завдань, що вирішуються за їх допомогою (моніторинг стану навколишнього середовища, інвентаризація сільськогосподарських угідь, лісокористування, територіальне планування, моніторинг та прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій та ін.). Крім того, значно розвинулися математичні методи обробки цифрових зображень (просторово-спектральний аналіз, вейвлет-аналіз, мультифрактальний аналіз, радарна інтерферометрія та ін.), які можуть бути успішно застосовані. Однак істотним фактором, що обмежує застосування мультиспектральних супутникових зображень високої роздільної здатності, є відсутність прийнятної інструментарію для їх автоматизованого аналізу. Тому завдання розробки методів сегментації зображень земної поверхні високого просторового розрізнення, які були б стійкими до різних видів дефектів та спотворень, є актуальним.

Одним з основних етапів аналізу супутникових зображень є сегментація, яка полягає в розбитті зображення на області, що не перетинаються, на основі схожості їх спектральних, текстурних або інших характеристик. Методи сегментації дозволяють виділяти на супутникових зображеннях області, які відповідають різним типам природних та антропогенних об'єктів. При обробці таких зображень, задачу сегментації часто доводиться вирішувати за відсутності будь-яких апріорних відомостей про кількість класів та їх ймовірнісні характеристики. Це значно ускладнює застосування параметричних методів (а за відсутності інформації про вид щільності розподілу ймовірності їх коректне застосування неможливе зовсім).

Запропонований підхід до сегментації мультиспектральних зображень ґрунтується на розпізнаванні об'єктів за їх яскравістю. Зазвичай на зображенні можна виділити два основні класи, а саме об'єкт та фон на якому спостерігається об'єкт. Сегментація за яскравістю розглядається як завдання його класифікації, яка залежить від того, наскільки сильно відрізняються яскравості об'єкта та фону, щоб їх можна було впевнено розділити за допомогою гістограмних методів. Завдання класифікації зображення за яскравістю значно ускладнюється у випадку, коли на зображенні випадково виникає певний новий об'єкт, який не є фоном, і не є вихідним об'єктом, та яскравість якого є близькою до яскравості фону або за яскравості об'єкту. У цьому випадку на гістограмі можуть спостерігатися близько розташовані гістограмні піки, які повинні автоматично впевнено відділятися для правильної роботи системи комп'ютерного зору. У випадку близько розташованих гістограмних піків як для об'єкту і фону, так і для заважаючого об'єкту з об'єктом або фоном, задача відділення гістограмних піків вимагає застосування нелінійних методів її обробки з подальшим рішенням задачі класифікації (сегментації) зображення за яскравістю. Застосування метода найменших квадратів, котрий при рішенні задачі відносно місця знаходження та ширини гістограмних піків стає нелінійним, залишаючись лінійним за амплітудою піків, може приводити до похибок при наявності близько розташованих піків. З цієї причини віддано перевагу робастним методам обробки, котрі можуть забезпечувати нелінійну обробку такого виду з істотно меншими похибками, ніж метод

квадратів. Одним з таких робастних методів є метод міріадної фільтрації, котрий є граничним випадком метода мінімуму тривалості. Даний підхід засновано на побудові логарифмічного функціоналу з квадратичними сгладжуванням.

У роботі запропоновано метод сегментації фотограмметричного зображення за яскравістю з метою виділення двох класів (фон та об'єкт) в умовах наявності заважаючого об'єкту. При цьому вихідними припущеннями для виконання сегментації були припущення про гаусівську природу класів яскравостей фону, об'єкта та заважаючого об'єкту. У цьому випадку оцінюванню піддаються три параметри, а саме амплітуда гістограмних піків, їх місце знаходження та ширина. Область пошуку параметрів гаусовських класів можна обмежувати природними апіорними припущеннями щодо фотограмметричних зображень. Розроблено програмне забезпечення системи, яке дозволяє введення зображень, побудову гістограм, робастного оцінювання параметрів гаусівських класів та сегментацію фотограмметричних зображень високого просторового розрізнення на базі оцінюваних параметрів.

Тестування системи робастної сегментації зображень довело її працездатність та відповідність системи висунутим вимогам. Розроблене програмне забезпечення може бути використане як база для розробки системи сегментації багатоканальних (в тому числі, кольорових) зображень земної поверхні, які можуть працювати в реальному масштабі часу.

## Інтелектуальна комп'ютерна підтримка надбання вмінь побудови частотних характеристик

Двінських Д.Г., Чухрай А.Г., Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна

Частотні характеристики широко використовуються в інженерній практиці при аналізі та синтезі систем автоматичного керування (САУ). Їх особливою перевагою є те, що їх можна отримати експериментально, що особливо важливо для систем, для яких неможливо отримати аналітичні рівняння через складність або недостатнє дослідження процесу.[1] Для правильного розрахунку частотних характеристик необхідно доцільно вивчити принципи їх побудов. Для вивчення цієї теми викладач зачитує теорію та показує приклади вирішення типових завдань, а на практичних заняттях показує різні рішення підрахунку та дає приклади для розв'язання, але це не дає достатню надійність вивчення матеріалу студентом.

Для вирішення проблеми навчання побудови частотних характеристик необхідно створити комп'ютерну програму, яка буде допомагати, або і повністю замінити викладача при опануванні студентом цих вмінь.

Навчальна програма буде мати 3 режиму роботи: демонстраційний режим, режим навчання, режим перевірки знань. У демонстраційному режимі система буде генерувати завдання та самостійно вирішувати їх з детальним показом виконаних дій. Режим навчання буде видавати студенту завдання та приймати від нього рішення, при цьому вибір наступних типів завдань для генерації буде виконуватися на основі результатів виконання попередніх завдань. Режим перевірки знань подібний до режиму навчання, але вже виставляє оцінки за результатами вирішення завдань. Генерація відбувається на основі найгірших результатів виконання завдань у режимі навчання, за допомогою чого дозволяється оцінити найбільш точну оцінку навчання.

Завдання буде задаватися як передавальна функція ланки (або системи). Для контролю складності завдання будуть використовуватися порядки поліномів у числівниках і знаменниках. Що вищий порядок поліномів, то складніше завдання. Порядок полінома чисельника має бути меншим або дорівнювати порядку полінома в знаменнику.

Під час генерації функції буде використовуватися генератор випадкових чисел у певному діапазоні. Умови завдань поділено на такі типи:

- Побудова АЧХ і ФЧХ експериментальним способом
- Побудова АЧХ, ФЧХ і АФЧХ аналітичним способом
- Побудова АЧХ і ФЧХ у логарифмічних шкалах (ЛАЧХ і ЛФЧХ).

Завдання задається як функціональна схема системи автоматичної стабілізації (САС). Генерація схеми можлива як для розімкнутої САС, так і для замкнутої САС. При цьому розрахунки для замкнутої САС є складнішими. Розімкнута САС може включати від двох до п'яти ланок, з'єднаних послідовно або паралельно. Замкнута САС при цьому повинна містити ще зворотний зв'язок з однієї ланки.

Параметри, які задаються для кожної ланки (блоку):

- Назва.
- Позначення вхідного і вихідного сигналу блоку.
- Передавальна функція блоку.

Умови завдань:

- Розрахунок і побудова: АЧХ; ФЧХ; АФЧХ.
- Аналіз стійкості за: першим методом Ляпунова; методом Гурвіца; методом Найквіста.



Запропонована система дозволяє підвищити рівень навчання за допомогою вибору наступного завдання на основі результатів виконання попередніх завдань та генерації відповідного завдання для кінцевого оцінювання студента.

Список використаної літератури:

1. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – Київ: Либідь, 2007. – 656 с. – (2-ге вид., перероб. і допов.).

## Екосистема React та майбутнє фреймворків

Трипутін В. С., Український державний університет науки та технологій, Україна

Людство дедалі більше залежить від інформації. Тому важливо надати її якісно, в актуальному стані, у потрібній кількості та якнайшвидше. У цьому сенс усіх сучасних програм. До описаних вище завдань можна додати інтеграцію продуктів із мережею Інтернет, яка давно стала невід'ємною частиною життя кожної людини. Однією з найпопулярніших та найефективніших мов програмування для таких цілей є JavaScript, який дозволяє створювати інтерактивні, зручні та якісні програми.

Вибір необхідної бібліотеки та її ефективне використання означає вирішення завдання максимально швидко та ефективно з мінімальними витратами коштів. Що доводить актуальність цього питання. Вебфреймворки допомагають досягти структури в програмах, і вони дають додаткові функції, які можна додати до них без зайвої роботи. Фреймворк дає можливість почати, щоб існувала можливість зосередитися на функціях, а не на деталях конфігурації. На сьогоднішній день існує багато фреймворків, тож іноді буває складно обрати, з якого саме почати. Для певної потреби існує свій фреймворк. Перш ніж обирати потрібний фреймворк спочатку потрібно дізнатися про важливі елементи, які слід врахувати.

Тому обґрунтованою є тема магістерської роботи, у якій вирішується науково-прикладне завдання дослідження екосистеми React та порівняння його з іншими фреймворками.

Спочатку ми з'ясували, про історію розвитку React та встановили, що концепції React зазвичай розглядаються як такі, що відходять від загальноприйнятих найкращих практик розробки інтерфейсу користувача. Виклик статус-кво та теорії тестування дозволили React стати високопродуктивним і масштабованим фреймворком JavaScript для створення інтерфейсів користувача.

Рішення «за» та «проти» певної технології значною мірою залежать від варіанту використання та інших різноманітних обставин: розміри проектів, знання працівників, попередній досвід і подібні терміни впливають на цей процес. Angular, React і Vue не стоять далеко один від одного. У той час як перші два відрізняються переважно мовою розробки та філософією поділу файлів, вони схожі на велику технологічну компанію, яка спонсорує їхню розробку, що забезпечує певний рівень довіри для бази користувачів або тих, хто планує їх використовувати. Vue у цьому відношенні є повною протилежністю, оскільки він розроблений переважно з урахуванням інтересів спільноти. Крім того, він узяв деякі з найкращих функцій із уже існуючих фреймворків і зумів створити щось нове, що мало величезне зростання популярності у 2017 році та продовжується.

У світі JavaScript, де регулярно публікуються нові фреймворки, може бути нерозумним довго чекати з впровадженням нової технології, оскільки на той час вона може бути застарілою. Хоча це, звісно, значною мірою залежить від розміру компанії: тоді як менші команди розробників можуть швидше протестувати та прийняти нову структуру, більшим компаніям потрібно більше часу для оцінки, оскільки неправильне рішення може призвести до фінансових проблем заднім числом

Потім ми також встановили, що ReactJS – це продуктивна, ієрархічна та функціональна технологія, яка має низку переваг. Фреймворк пропонує широкий контекст із такими можливостями, як тривимірні зображення, загальні елементи, одностороннє інформаційне з'єднання, тригери та JSX.

Angular є найбільш зрілим фреймворком, має хорошу підтримку з точки зору учасників і є повним пакетом. Однак крива навчання є стрімкою, і концепції розробки в Angular можуть відштовхнути нових розробників. Angular – хороший вибір для компаній із великими командами та розробників, які вже використовують TypeScript.

React достатньо дорослий, щоб бути зрілим, і має величезну кількість внесків від спільноти. Він отримав широке визнання. Ринок праці для React справді хороший, і майбутнє для цього фреймворку виглядає яскравим. React виглядає як хороший вибір для тих, хто починає працювати з інтерфейсними фреймворками JavaScript, стартапів і розробників, яким подобається гнучкість. Можливість легкої інтеграції з іншими фреймворками дає велику перевагу для тих, хто хоче певної гнучкості у своєму коді.

Vue є найновішим на арені, без підтримки великої компанії. Однак за останні кілька років він справді успішно виступив як сильний конкурент для Angular і React, особливо з випуском Vue 3.0. Можливо, це відіграє свою роль у тому, що багато китайських гігантів, таких як Alibaba та Baidu, обирають Vue як свою основну інтерфейсну структуру JavaScript. Vue має бути вашим вибором, якщо ви віддаєте перевагу простоті, але також любите гнучкість.

Щоб обмежити кількість критеріїв, вибираються лише критерії з двома або більше посиланнями. Стабільність і зрілість пов'язані, оскільки зрілість програмного забезпечення впливає на стабільність, тому вони об'єднані за одним критерієм. Тому, щоб мати можливість використовувати фреймворк SPA в якомога більшій кількості браузерів, сумісність і портативність є важливими, тому ці два критерії згруповані разом. У інформатиці постійність часто стосується збереження поточного стану програми в пам'яті. Щоб зберегти стан SPA в пам'яті, потрібна хороша продуктивність кешу. Це призводить до групування стійкості та продуктивності кешу разом. Зручність використання може бути визначена стандартом ISO 9241-11, який охоплює сферу, де користувач повинен бути задоволений використанням програмного забезпечення. Це добре поєднується з простотою, тому що якщо щось є простим у використанні, воно повинно мати високу зручність використання, навпаки, те, що не просто у використанні, має мати нижчий рівень зручності використання. Тому простота і зручність у використанні згруповані. Документація, розмір фреймворку та внутрішній досвід вибираються як запитання для використання відповідно до відповідних критеріїв.

У висновку ми з'ясували, що порівняти фреймворки абсолютно об'єктивно досить складно. Але аналіз дозволить розробнику-початківцю підібрати платформу. Кожен із фреймворків гарний по-своєму, є свої сильні та слабкі сторони. Тому варто дати ще одну важливу пораду: що простіше вивчитиме команді програмістів, то й слід використовувати для розробки.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ТА ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ СФЕРИ ОСВІТИ**

## Інформаційні технології в управлінні економічною ефективністю інфраструктурних проектів

Башмаков М., Український державний університет науки і технологій, Україна

В умовах обмежених інвестиційних ресурсів вкрай актуальною стає не тільки завдання пошуку джерел позабюджетного розвитку залізничної інфраструктури, а й адекватна та комплексна оцінка ефективності та ризиків реалізації інфраструктурних проектів. Питання оцінки ефективності інвестицій має значний практичний та науковий інтерес, оскільки залежно від ступеня його детальної опрацьованості та об'єктивності проведеної оцінки залежать принципи рішення багатьох соціально-економічних проблем розвитку України.

Існуючі методики оцінки ефективності інвестиційних проектів, в основному, враховують, так звані, прямі ефекти: NPV (чиста наведена вартість), IRR (внутрішня норма прибутковості), PBP (дисконтований термін окупності), PI (індекс прибутковості), приріст обсягів перевезень тощо.

Однак для такої системоутворюючої галузі як залізниці, що мають багаторівневі взаємозв'язки з іншими секторами економіки та якістю життя населення, метод оцінки, що враховує тільки прямі ефекти, не завжди забезпечує об'єктивні результати.

До зовнішніх або непрямих ефектів від розвитку залізниць можна віднести: зростання доходів бюджету, підвищення рівня транспортної доступності, збільшення обсягу міжрегіональної торгівлі та інвестицій, збільшення інвестиційного попиту з боку залізничного транспорту у суміжних галузях, підвищення транзитного потенціалу країни, збільшення комфортності пасажирських перевезень та безпеки. Ефекти від інвестицій у залізничний транспорт можна поділити на ефекти розвитку вантажного та пасажирського руху.

Прямі ефекти виражаються в збільшенні доданої вартості на інвестовані власні та залучені кошти шляхом розрахунку таких показників як NPV, IRR, PBP, приріст обсягів перевезень тощо. При цьому, при визначенні цільової структури капіталу проекту необхідно прагнути наступних двох факторів: максимізації ефекту і мінімізації очікуваних втрат від фінансових проблем (очікувані втрати, помножені на ймовірність виникнення проблем). При оцінці ефективності реалізації інфраструктурного проекту інституційні інвестори, як правило, використовують метод чистої наведеної вартості (NPV, шляхом дисконтування грошових потоків проекту за відповідною ставкою дисконтування, що відповідає ризику проекту і відображає вартість залучення власних та залучених коштів) спільно методом оцінки ефективності інвестиційного проекту шляхом визначення граничної ставки прибутковості проекту (IRR). При цьому для уточнення вартості залучення власних коштів пропонується використовувати додаткові фактори в моделі CAPM, що враховують ризик країни і премію за низьку ліквідність проекту, що дозволить більш адекватно оцінити ризики інфраструктурного проекту.

При визначенні вартості залучення власного капіталу запропоновано використовувати удосконалену формулу розрахунку на основі моделі CAPM, що враховує низький рівень ліквідності інфраструктурного проекту та ризик країни, яка дозволяє більш адекватно підходити до оцінки ризиків при інвестуванні в інфраструктурні проекти. Непрямі (або зовнішні) ефекти від реалізації проекту виявляються у змінах у суміжних галузях економіки. Реалізація великих інвестицій в інфраструктуру підвищує зв'язність та транспортну доступність, а розвиток залізничної інфраструктури стимулює міжрегіональну торгівлю. Реалізація інфраструктурних проектів сприяє зростанню зайнятості, доходів і податків, які перерозподіляються і трансформуються у зростання кінцевого попиту населення, держави та бізнесу. Непрямі ефекти від реалізації інвестицій в інфраструктуру проявляються у мультиплікативному ефекті, під яким розуміється приріст економічних показників (доходи бюджету, зростання випуску продукції, ВВП) за ланцюжками створення та перерозподілу доданої вартості у суміжних галузях.

## Особливості викладання Maple в дистанційному навчанні

Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Швидкий розвиток інформаційних технологій і комп'ютеризація усіх сфер діяльності, включаючи освітню та наукову, підвищують вимоги до впровадження і систематичного застосування інформаційних технологій у процесі навчання та формування компетентностей майбутніх фахівців.

В нинішній час тенденція освітнього процесу характеризується збільшенням частки самостійної роботи студента. Тому одним з найважливіших завдань навчання є формування навичок самостійної роботи, активізація вміння працювати самостійно різними доступними методами.

Кафедра вищої математики майже десять років застосовує у викладанні курсів «Вища математика» та «Вища математика (спеціальні розділи)» пакет Maple.

Пакет символічних обчислень Maple – програма, яка має власний потужний язык програмування, велику бібліотеку математичних формул, засоби для роботи з двовимірною та трьохвимірною графікою. Все це дозволяє автоматизувати процес досліджень, виконувати велику кількість складних аналітичних операцій та візуалізувати результати.

В умовах дистанційного навчання викладання Maple набуло суттєвих змін.

В аудиторних заняттях студенти мали змогу спілкуватись один з одним при розв'язанні задач за допомогою пакету Maple. Це збільшувало швидкість пошуку та виправлення помилок. При дистанційному навчанні канали комунікації студентів між заняттями обмежені. Система відеоконференсзв'язку, до якої студенти приєднуються замість заняття в аудиторії, для якісного зв'язку очікує лише одного спікера одночасно. Тобто спілкування відбувається строго по черзі, усі хто не бере участь у діалозі вимикають мікрофони щоб не заважати. Звісно, студенти мають можливість паралельно користуватися іншими каналами зв'язку між собою, наприклад, месенджерами Telegram, Viber, тощо. Але при роботі в Maple передати помилку одногрупнику за допомогою текстового месенджера досить складно і неефективно. Тому йде уповільнення обміном інформації.

Щоб мінімізувати цей брак спілкування та покращити засвоєння функцій математичного пакету Maple викладачі активно використовують такі можливості систем відеоконференсзв'язку як демонстрація екрану різними учасниками конференції. Тобто, коли студент допускає помилку і не може її самостійно виправити, він демонструє свій робочий стіл і виправлення помилки відбувається колективно. Тобто інші студенти мають змогу подивитись, по черзі висказати свої думки та пропозиції щодо виправлення та побачити як працюють їх поради.

Зазвичай при вивченні нового програмного продукту студенти допускають типові помилки, тому колективно розглядання на спільному екрані і дозволяє кожному краще засвоїти матеріал і у подальшому навчанні.

У випадках складних питань, коли студент не може виправити помилку самостійно, викладач може користуватись функцією дистанційного керування щоб допомогти. Для цього він надсилає запит студенту на дистанційне керування, студент погоджується і далі викладач дистанційно виконує дії для ліквідації помилки. Інші студенти бачать демонстрацію екрану та процес виправлення помилок. Аналогом цього в аудиторних заняттях можна назвати ситуацію, коли викладач сідає замість студента за його комп'ютер, всі інші збираються поряд і спостерігають за процесом роботи. І саме в дистанційному викладанні такий спосіб – демонстрації екрану – більш наочний, тому що кожен студент має змогу детально подивитись і побачити помилку та її виправлення.

Необхідно зазначити, що для досягнення найкращих результатів при дистанційному вивченні Maple, викладач та студенти повинні мати якісний інтернет зв'язок, який дозволить дистанційно виконувати всі необхідні дії.

## Актуальні задачі розробки адаптивної технології навчання SQL

Євдокимов О. О., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Україна

З точки зору системного управління процесами традиційне навчання характеризується рядом дестабілізуючих факторів, як для учня, так і для викладача. Тому напрямок адаптивних технологій навчання є актуальним та перспективним.

Мова SQL домінувала в інтерактивному рейтингу найпопулярніших мов програмування IEEE Spectrum в 2022 році. Більшість роботодавців стверджували, що їм потрібні розробники з навичками мови SQL, як додаток до мови більш загального призначення, як C, C++, Java та JavaScript, але такий попит на мову SQL підвищив її до №1 в рейтингу.

Існуючі рішення та дослідження не охоплюють всієї повноти проблематики. Найбільш розвиненим рішенням є система SQL-Tutor, розроблена вченими із Нової Зеландії, але і вона має ряд недоліків таких як: архітектура системи, заснована на обмеженнях(правилах), в той час, як будь-яке обмеження можна звести до давно відомих правил «if-else»; наявність неправильних помилок, а саме обмеження 476 базується на неправильному припущенні, що існує зв'язок між кількістю таблиць у реченні FROM та кількістю умов у реченні WHERE, більшість завдань засновані лише на операторі SQL 'SELECT' тощо. Існують системи, котрі мають лише окремі модулі розглянуті в дослідженні, але не у вигляді цілої системи.

Отже, адаптивна технологія навчання саме мові SQL є актуальним і перспективним напрямком найближчих років.

Запропонований підхід до розробки адаптивної технології навчання SQL включає: розробку моделі для вміння складати SQL-запити шляхом вирішення завдань трьох рівнів: задачі реляційної алгебри та реляційного числення, задачі з використанням стандарту SQL і задачі з використанням SQL системи керування виробничою базою даних; розробку методики адаптивного підбору чергового завдання для конкретного учня, що відрізняється від відомих специфікою предметної сфери та з урахуванням сучасних педагогічних принципів; формування методики адаптивної гнучкої допомоги у вирішенні актуальної проблеми, яка відрізняється від відомих специфікою предметної сфери та враховує сучасні педагогічні принципи.

Важливою частиною системи повинен бути модуль аналізу SQL запиту, котрий буде оптимальнішим відносно існуючих за точністю знаходження помилок.

Модуль побудови адаптивного курсу повинен бути оснований на моделюванні студента, стилю навчання, когнітивний рівень, вподобання у навчанні.

Компоненти знання та вмінь учня промодельовати використовуючи ймовірнісний підхід та байєсовські мережі.

Розробити адаптивну технологію навчання SQL та провести її експериментальне дослідження та переробку, після чого зібрати дійсні та відповідні дані для оцінки ефективності системи за допомогою таксономії показників ефективності електронного навчання.

На основі аналізу існуючих адаптивних комп'ютерних технологій навчання навчання професійним навичкам у різних предметних галузях з точки зору втілених у них функцій і педагогічних принципів, а також аналізу відомих систем навчання мови SQL, актуальні наукові завдання розробки адаптивної технології навчання SQL було сформульовано.

## Приклади застосування концепції «Радикал» у штучному інтелекті

Загній А. С., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Роботи з втіленого пізнання показують, що людське осмислення послідовностей дій ґрунтується на абстрактних патернах, витягнутих із фізичного досвіду у формі просторово-часових відносин між об'єктами, агентами та середовищами. Ці мікрошаблони можна застосовувати у більш загальному вигляді для роботи з недовизначеними інструкціями дій та вирішення проблем на основі здорового глузду. Саме тому люди надійно виконують невизначені інструкції у незнайомому середовищі. Професором ПДАБА Прокопчуком Ю.О. в книжці «Інтуїція: досвід формального дослідження» (ПДАБА, 2022) запропонована парадигма граничних узагальнень (ПГУ), яка розвиває формальний підхід до реалізації такої унікальної здатності. Цю здатність потрібно впровадити в розвинуті системи зі штучним інтелектом, особливо в АГІ (такі системи розробляються на кафедрі комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики ПДАБА з залученням студентів та магістрів). Особливу роль в цьому відіграє концепція «радикал».

Радикали – довільні активності або функціональні системи, що мають два стани: пасивний та активний; активний радикал функціонує згідно зі своїм призначенням, а пасивний до запиту «вимкнено»; будь-який начерк образу і будь-який патерн можна розглядати як радикал, що дозволяє реалізувати глибокий симбіозис із зовнішніми ресурсами. Концепт «радикал» запропонував Чечкін О.В. (він розглядав його як один із найбільш фундаментальних концептів інформатики). Радикал, по суті, є «чорною скринькою». Дуалізм «начерк - радикал» відіграє важливу роль не тільки в психології та філософії Розуму, але і при побудові формальних моделей Розуму (у штучному інтелекті, когнітивній науці) при описі механізмів виконання патернів.

Концепти типу «радикал» показують, що в нашому пізнанні та діях завжди є своєрідні «сингулярності» або «чорні ящики» – здавалося б, прості, але насправді складні поняття, що охоплюють великий пласт реальності.

На основі радикалів можна будувати середовища радикалів та описувати гомеостаз будь-якої складної системи. Найчастіше радикали застосовуються для реалізації певної функції, при цьому функція може бути як завгодно складною. Застосування радикалів суттєво зменшує енергію керування, так як найвищі рівні керування – найбільш енерговитратні рівні – не втручаються в процес виконання радикалу.

Прикладом застосування концепції «Радикала» у розподіленому штучному інтелекті є реалізація обчислювального інтелекту (математичних моделей) в форматі багатоцільового банку знань, який запропоновано Прокопчуком Ю.О. Ключова прикладна ідея створення Багатоцільового банку знань (ББкЗ) полягає в тому, що він має бути сховищем інформаційних об'єктів для різноманітних додатків, наприклад: ШІ-асистентів, когнітивних роботів, смарт-речей, госпітальних та телемедицинських систем, багатоагентних систем, навчальних смарт-середовищ та наукових додатків.

У науковому плані цілі розробки ББкЗ полягають у створенні мови та системи програмування, наближених за своїми властивостями до природних мов та понятійної системи людини (когнітивне програмування); створенні розподіленої системи знання, що саморозвивається; реалізації різноманітних моделей консиліумів агентів. ББкЗ має бути важливою частиною когнітивного ядра гетерогенного багатоагентного середовища (наприклад, телемедицинського середовища, бізнес-середовища і т.д.). Основою мови є сутності ПГУ, включаючи модулі компетентності. Когнітивна мова програмування з використанням радикалів та «формалізована професійна мова» є основою мови спілкування між людиною та штучними агентами, роботами.



## Перспективи Розвитку Smart Cities в Україні

Криловецька Д.О., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Разом із швидким зростанням населення міст та технологій люди створюють все більше способів полегшити та покращити життя для всіх жителів, впроваджуються концепції та стратегії Smart Cities у різних країнах світу, в тому числі і в Україні. Все це робиться для покращення та спрощення життя громадян, оскільки весь світ прагне до простоти та швидкості. Всі послуги зводяться до дистанційного або самостійного обслуговування. Набирає популярності «Інтернет речей» і навіть «когнітивний Інтернет».

На кафедрі комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики ПДАБА значна увага приділяється дослідженню стратегій та технологій реалізації Smart City в світі, а також в містах України. Розробляються нові технології з використанням штучного інтелекту (Smart building technology: Ambient Smart Assistive Technologies, IoT for smart technologies, Smart technologies by design, Digital Twin Technologies and Smart Cities).

Розумне місто є фундаментом, який реалізується за допомогою переважно інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для розробки, розгортання та підтримки практик, спрямованих на вирішення проблем урбанізації. Концепція розумного міста реалізується в більш ніж двох тисячах міст світу, в тому числі в Україні. Можна виокремити два способи створення Smart City:

будівництво «розумного міста» з нуля (приклади: Масдар Сіті – перший у світі проект зеленого міста з нульовим викидом вуглецю, який розробляється в Абу-Дабі, ОАЕ; місто Сонгдо в Південній Кореї);

поступове впровадження розумних технологій у вже сформовані міські системи (переважна більшість міст).

Дніпро є один з лідерів у впровадженні елементів смарт-сіті в Україні. Реалізовано безліч електронних сервісів для оповіщення, отримання та збирання інформації серед мешканців. Вперше в Україні запроваджена інтерактивна карта «Navizor» для оцінювання стану доріг та якості роботи підрядників. У місті також добре реалізовано медичний онлайн-сервіс Helsi. В електротранспорті можна сплачувати квиток за допомогою QR-коду. Усі трамваї, тролейбуси та 1,5 тис. одиниць автобусів обладнано GPS-трейкерами, що дає змогу відстежити транспорт через мобільні додатки «EasyWay», «2Gis», «CityBus».

**Розробки кафедри.** Один з напрямків – це створення «цифрового міста», за допомогою «Інформаційного моделювання будівель» (ВІМ-технології, що засновані на використанні інтелектуальних 3D-моделей). За допомогою цієї технології фахівці з архітектури та будівництва можуть ще ефективніше планувати, проектувати, будувати та експлуатувати будівлі та об'єкти інфраструктури. На кафедрі намагаються інтегрувати ВІМ-технології та ІІТ-технології.

Другий напрямок - це Ambient Intelligence («Ambient Assistive Living»): додаток та вбудовування штучного інтелекту в повсякденне середовище для безперешкодного надання допоміжної та прогностичної підтримки у безлічі сценаріїв через невидимий інтерфейс користувача. Люди отримують можливість жити за допомогою декількох датчиків у середовищі Інтернету речей, які обізнані про присутність мешканців та контекст і мають високу чутливість, адаптивність і чуйність до їхніх потреб. Вони можуть бути найрізноманітнішими, від автономних транспортних засобів, розумних будинків, промислових підприємств та медичних установ. На кафедрі розробляються засади когнітивного Інтернету з використанням розподілених банків знань та когнітивних сенсорів. До цих робіт активно залучаються студенти та магістри.

## Інтелект навколишнього середовища у сучасному світі

Криловецька Л.О., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Навколишнє середовище наповнюється новими електронними приладами, що чутливо реагують на присутність людини та взаємодію з нею. На кафедрі комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики ПДАБА під керівництвом професора Прокопчука Ю.О. розробляється комплексна методологія створення «смарт-середовищ» на засадах когнітивного підходу, що відображено в декількох монографіях, зокрема «Інтуїція: досвід формального дослідження» (2022), «Начерк формальної теорії творчості» (2017). До розробок залучаються студенти та магістри кафедри.

Основними завданнями дослідження прикладів інтелекту навколишнього середовища тобто *ambient intelligence (AmI)*, є розгляд відповідних концептуальних і математичних моделей та сценаріїв застосування. Складність цього питання полягає в тому, що досі не існує наукового розуміння як працює інтелект людини (відсутні визнані формальні моделі).

Основний матеріал. Інтелект навколишнього середовища або обволакуючий інтелект (*AmI*) - це елемент розподіленого обчислювального середовища, який дозволяє йому взаємодіяти з людьми в цьому середовищі та відповідним чином реагувати на них. Ця здатність забезпечується ненав'язливими вбудованими пристроями в середовищі та природними користувальницькими інтерфейсами (*NUI*), які надають деякі послуги автономно у відповідь на передбачувані потреби та взаємодіють з користувачем голосом, жестами та іншими методами без перерв.

Серед існуючих додатків інтелекту навколишнього середовища є інтуїтивно зрозумілі помічники, такі як *Alexa*, *Echo* та *Google Home*. Ці пристрої мають мультимодальний інтерфейс, який можна активувати за допомогою текстових повідомлень, голосу чи дотику. Деякі організації підтримали цю ідею і розробили спеціалізовані інтуїтивно зрозумілі помічники. Ось ще приклади відомих технологій зовнішнього інтелекту: *Neura Inc.* має на меті забезпечити людей похилого віку, які живуть у будинках із допоміжними особами, додатками для інтерактивного середовища, які можуть вивчати їхні повсякденні справи та оцінювати їхні медичні потреби; *Otter.ai* також використовує потенціал зовнішнього інтелекту для розробки інтуїтивно зрозумілих помічників (компанія розробила голосову технологію, яка дозволяє пристроям транскрибувати розмови. Це дуже важливо для отримання повних стенограм зустрічей. Користувачі також можуть змусити програму глибше зануритися в кожен матеріал і перетворити вміст на цінну інформацію); *ElliQ* — ще одна інтелектуальна система, яка спрямована на те, щоб люди похилого віку були кмітливими, підтримували зв'язок і були зацікавленими. Проактивний пристрій штучного інтелекту дозволяє людям похилого віку бути в курсі подій. Будучи інтуїтивно зрозумілим помічником, *ElliQ* може надати відповіді на запитання людей похилого віку або запропонувати можливі рішення висловлених проблем. Це як надійний робот-помічник для літніх людей.

Інтелект навколишнього середовища виявився корисним для керування робочими процесами в організаціях, складних транспортних системах особливо в поєднанні з *VR/AR*. Незважаючи на те, що технології зовнішнього інтелекту пропонують масу переваг, вони можуть бути предметом зловживань і неправильного використання.

Підхід кафедри полягає в спробі зімітувати «*Language of Thought*» (Fodor, 1985; Pylyshyn, 1990) для цього розроблена «парадигма граничних узагальнень». Цей підхід був застосований до створення багатоцільового банку знань (в галузі медицини). Ресурсами Банку знань можуть користуватись будь-які девайси, когнітивні сенсори або штучні агенти. Практична багаторічна дослідна експлуатація довела життєвість підходу.

## **Глибоке діагностування помилок студентів при комп'ютерному навчанні**

Кулік А.С., Чухрай А.Г., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна

При проектуванні та розробці інтелектуальних комп'ютерних навчальних програм ключовим моментом є вибір принципу та засобів діагностування помилок студентів. У процесі навчання вмінню вирішувати конкретні професійні завдання з предметних галузей знань студенти припускаються різних помилок, що призводять до неправильних відповідей. При пошуку помилок використовуються різні найпростіші методи діагностування – це методи контролю правильності розв'язання задачі та методи пошуку фрагмента алгоритму розв'язання задачі, де допущена помилка. Як правило, причини допущених помилок – це прогалини у знаннях та вміннях, які не виявляються за таких методів діагностування. Виявлення причин допущених помилок дозволяє формувати ефективніші інтерактивні зворотні зв'язки для усунення конкретних прогалин у знаннях та вміннях для забезпечення якісних умінь при вирішенні професійних класів завдань. Тому актуальним є розробка машинних алгоритмів глибокого діагностування, що дозволяють виявляти причини прогалин на підставі допущених помилок при вирішенні конкретних завдань.

У доповіді представлені результати досліджень щодо розробки алгоритмічних засобів глибокого діагностування студентських помилок з метою виявлення прогалин у фрагментах знань та умінь. Глибоке діагностування базується на послідовному вирішенні чотирьох завдань. Перше завдання – це виявлення помилок у вигляді порівняння отриманої відповіді з правильною. Друге завдання пов'язане з пошуком фрагмента алгоритму, при виконанні якого допущена помилка. Третє завдання полягає у встановленні класу помилки. Наприклад, неправильне використання фрагмента алгоритму, помилка у роботі з числами та інші. Четверте завдання полягає у визначенні конкретної причини, що призвела до виявленої помилки. Це може бути неправильне розуміння використовуваного фрагмента алгоритму, незнання операцій з числами, невміння працювати з комплексними числами та низку інших.

Завдання глибокого діагностування вирішуються з використанням діагностичних моделей, які пов'язують конкретні помилки із можливими причинами. Використання діагностичних моделей дозволяє сформулювати двоцифрові предикатні рівняння для продуктивної бази знань студентських помилок у формі дихотомічного дерева. Дихотомічне дерево дає можливість за допущеними помилками знайти причини фрагментарних прогалин у знаннях та вміннях розв'язання класів професійних завдань.

Використання процедур глибокого діагностування дозволяє формувати продуктивні інтерактивні зворотні зв'язки усунення фрагментарних прогалин, виявлених при комп'ютерному вирішенні професійних завдань.

Практичне використання процедур глибокого діагностування в ряді інтелектуальних навчальних програм дозволило підвищити ефективність процесу індивідуального навчання вмінням вирішувати професійні завдання.

## **Аналіз та розробка варіантів розробки електронного документообігу для оптимізації навчального процесу в університеті**

Кулик В.А., Мельник І.М., Сороколадов Є.О.

Український державний університет науки і технологій, Україна

При спільній роботі людей фіксація їх дії та різних подій відбуваються за допомогою документів. Документи створюються миттєво чи поступово доповнюються інформацією протягом деякого часу. Все це система діловодства і документообігу, що давно склалася у суспільстві. Водночас кількість документів безперервно зростає. На даний момент, за статистичними даними, обсяг корпоративної електронної текстової інформації кожні три роки подвоюється. Причому співвідношення електронних та паперових документів згодом змінюється на користь останніх.

Через це попит на продукти електронного документообігу було створено безліч варіантів архітектури системи, але незалежно від реалізації системи електронного документообігу, незмінним важливим є питання забезпечення інформаційної безпеки електронних документів.

Як відомо, вирішення цієї проблеми досягається одночасним виконанням трьох умов: доступності, цілісності та конфіденційності інформаційних ресурсів або, іншими словами, забезпечення безпеки електронного документообігу. Всі перераховані вище умови надає технологія Public Key Infrastructure (PKI).

Інфраструктура відкритих ключів (PKI) — набір розподілених служб і компонентів, які разом використовуються для підтримки криптозадач на основі закритого та відкритого ключів.

Ця технологія базується на використанні цифрових сертифікатів для ідентифікації та реєстрації користувачів у середовищі PKI.

У свою чергу, сертифікат має бути затверджений стороною, чия чесність є незаперечною, а відкритий ключ широко відомий.

Цією довіреною стороною є Центр Сертифікації Ключів (ЦСК).

ЦСК формує політику, якою дотримуватись усі учасники цієї системи. Також він відповідальний за верифікацію даних клієнтів та видачу довірених сертифікатів.

Крім основного компонента ЦСК в середовищі PKI присутні такі обов'язкові компоненти: кореневий ЦСК (root CA), сховище виданих/відкликаних сертифікатів (Certificate/CRL repository) та клієнти ЦСК (End Entity).

Опціонально, так само можуть бути такі компоненти: реєстраційний центр (Registration Authority), архів сертифікатів (Certificate Archive).

Однак лише реалізації системи інфраструктури відкритих ключів усередині організації недостатньо. Для офіційної підтримки електронного документообігу, значення цифрового підпису має бути рівнозначне письмовому підпису (друку), тобто повинно мати юридичну силу.

Відповідно до законодавства України, Центри Сертифікації Ключів, які задовольняють усі вимоги, які потребує закон, можуть бути сертифіковані та визнані юридично. У зв'язку з цим, ці вимоги необхідно враховувати під час проектування архітектури системи електронного документообігу та інфраструктури PKI в організації.

## Діджиталізація сфери вищої освіти США

Кулешов С.О.,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна

Методи, підходи, технології та інструменти викладання в сучасних закладах вищої освіти значно змінилися за останні 25 років. Комп'ютерні технології, телекомунікації, хмарні інформаційні сховища з можливістю одночасного доступу великої кількості студентів та викладачів змінили статус інновацій з невідомим потенціалом на статус одних з найнеобхідніших елементів сучасного освітнього процесу. Якщо поява он-лайн курсів в середині 1990-х років вважалась новаторською чи експериментальною, то зараз робота у модульному об'єктно-орієнтованому динамічному навчальному середовищі або над міжнародними проектами в режимі реального часу з партнерами з різних куточків світу не викликає подиву або запитань. Сьогодні цифрова освіта завдяки таким сервісам, як «Google», «Youtube», «Moodle», «Zoom» та багато інших, може долати географічні та політичні кордони, бути доступною для здобувачів освіти незалежно від віку, раси або віросповідання, часового поясу чи часу доби.

Одним з лідерів діджиталізації сфери вищої освіти є Сполучені Штати Америки. Університети та коледжі США мають велику кількість он-лайн курсів, до переліка яких входять не тільки курси з одного предмета, але й курси спеціалітету та аспірантури. Наприклад, Стенфордський університет у Каліфорнії має першу онлайн-інженерну програму підготовки магістрів з електротехніки, Каліфорнійський університет пропонує понад 50 курсів через Інтернет, Денверський університет на момент 2013 року готував біля 8000 студентів з використанням хмарних курсів, а Массачусетський технологічний інститут (MIT) у Бостоні пропонує численні аспірантури он-лайн. Університети постійно намагаються покращити якість освіти, наймаючи на національному рівні видатних онлайн-викладачів. Прикладом можна привести Гарвардський університет, де відомі професори оцифровують лекції для продажу їх для подібних курсів в інших університетах. Таким чином, сплачуючи певну плату, інші університети купують весь курс, який викладається в цифровій серії лекцій. На основі цього прикладу можна зробити висновки, що ще однією корисною властивістю діджиталізації вищої освіти є вивід процесу обміну досвідом на якісно новий рівень.

Також слід зазначити, що діджиталізація освіти має й свої недоліки. По-перше, сучасна освіта безкомпромісно потребує наявності підключення до Інтернету та електронного пристрою. Ці вимоги стають причиною труднощів для здобувачів освіти у віддалених районах та сімей з невеликим достатком. По-друге, можуть мати місце махінації в момент контролю та оцінювання якості знань студентів, оскільки тестування та виконання завдань можуть проходити треті особи замість студентів. Зазвичай ця проблема вирішується проходженням тестування на території кампусу, що в свою чергу робить студентів дещо залежними від їх місця перебування, інакше кажучи, позбавляє свободи переміщень – однієї з головних переваг цифрової освіти. По-третє, хоча сучасні технології зв'язку й можуть забезпечити спілкування студентів з викладачами з високою якістю звуку та зображення, але живе спілкування у деяких випадках все ще вважається більш продуктивним та корисним, оскільки при обговоренні тем у обох сторін є можливість повністю контактувати, демонструвати усі набуті навички, швидко приводити докази, приклади та аналогії – при он-лайн спілкуванні це може вимагати залучення додаткового інструментарію та навичок володіння ним.

Підводячи підсумки, можна стверджувати, що діджиталізація вищої освіти є даністю сучасності під впливом технологічного прогресу, яка ще не набрала тотального характеру в усьому світі, але в країнах-лідерах освітніх інновацій на кшталт Сполучених Штатів Америки займає особливе місце у розвитку освітньої галузі.

## Формування системи для підвищення мотивації для студентів

Нуштаєв М. Ю. Український державний університет науки і технологій, Україна

Групова робота є дуже важливою у людському суспільстві. Найтехнологічніші речі створюються та науковий прорив йде завдяки роботі багатьох людей у групі. Програмісти не є виключенням. Більшість людей що створює програми робить це у командах. У вузі теж часто студенти виконують ті чи інші завдання разом, а іноді можуть самі запропонувати викладачеві зробити проект у складі команди на відміну від запропонованої їм роботи поодиночки. Тому необхідно виявити проблему командної праці в вузі та надати шляхи вирішення цих проблем для студентів які працюють у групах.

Під час аналізу роботи в групах які були під час навчання в університеті було виявлено три основні проблеми: студенти не розуміли навіщо їм виконувати те чи інше завдання або вчити той чи інший предмет, учням було незрозуміла мета виконуваної роботи, вони не вміли ефективно працювати в групах і ефективно поділитися на групи.

Для вирішення цих проблем була розроблена наступна система підвищення мотивації студентів. Вимоги до системи: по-перше треба щоб студенти починали виконання свого завдання з пошуку інформації яка б розповіла їм що вони отримують виконуючи дане завдання чи вивчаючи цей предмет. По-друге необхідно ясно та зрозуміло формулювати ціль та мету завдання, а також, по можливості, намагатися робити так щоб мета звучало цікаво. По-третє було запропоновано розділяти людей на команди використовуючи методологію Белбіну. По-четверте не додавати в групи людей з низькою мотивацією та низькими командними навичками роботи. Для полегшення використання цієї методології і дослідження мотивація і групових навичок студентів в групі було розроблено спеціальне програмне забезпечення.

Розроблений додаток складається з двох частин. Перша частина дозволяє протестувати студентів у групі та дізнатися і їх рівень мотивації до навчання і їх командні навички. Програма виводить результат в файл де описано розшифровані результати всіх тестів та фінальна оцінка мотивації студента. Друга частина слугує для розбиття людей на команди. Спочатку за результатами попереднього тестування усі люди які мають низьку мотивацію і погано працюють у командах будуть виключені з цього розбиття, адже є висока імовірність того, що вони не будуть гарно виконувати завдання, тим самим сильно погіршить моральний дух команди і мотивацію інших студентів. Далі програма розбиває студентів що залишилися на команди наступним чином: спочатку формуються групи студентів по 3 або 4 людини, цей формат команд є оптимальним як для студентської роботи (учнів не є доцільним розбивати на великі команди, адже лідеру їх команди буде важко робити свої обов'язки) так і у міжнародній практиці при створенні професіональних команд для вирішення різних задач (доцільним є створення команд від 3 до 7 чоловік згідно дослідження Белбіну). Пріоритетом при створенні команд є найбільша різноманітність ролей у командах, що дозволить уникнути максимальної кількості проблем. Після цього додаток аналізує проблеми які можуть виникнути у створених командах спираючись на відсутні у цих командах ролі. Результатом роботи є файл у якому наведено перелік студентів у команді ролі яких нема у команді та наведено низка порад для покращення командної роботи.

Висновки: ця тема є актуальною для подальшого дослідження і вона актуальна для багатьох людей, однак навіть у сучасний час нема великої кількості літератури та програм які гарно навчали підвищувати мотивацію груп студентів чи хоча б груп працівників. Результат роботи програми може застосовуватися не тільки для студентів програмістів а й для учнів будь-яких інших напрямків чи при формуванні команд на підприємствах.

## Методи застосування штучного інтелекту в освіті на засадах парадигми граничних узагальнень

Рустамова А.Ю., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Штучний інтелект використовується в багатьох галузях та має безліч піддисциплін, кожна з яких має свою історію, перспективи та динаміку розвитку, галузь освіти не є виключенням. Використання ШІ в освітньому процесі має значні переваги над традиційним навчанням та має безліч плюсів як для викладачів, так і добувачів освіти.

Завдання дослідження. Основним завданням з дослідження методів застосування штучного інтелекту в освіті є розгляд наявних методів використання штучного інтелекту в освіті, а також пропозиція принципово нового методу – використання когнітивного підходу з поєднанням ШІ-асистентів, які розробляються в ПДАБА.

Загальний підхід до створення ШІ-асистентів на базі когнітивного підходу (парадигми граничних узагальнень) викладено в монографії професора академії Прокопчука Ю.О. Інтуїція: досвід формального дослідження. – Дніпро: ПДАБА, 2022.

Основний матеріал. Основними методами використання штучного інтелекту в освіті є: адаптивне навчання (відстеження індивідуального прогресу в навчанні кожного зі студентів та сповіщення про це викладача); персоналізоване навчання (надання можливості кожному самостійно обирати швидкість навчання, рівень складності й поступовість виконання завдань); автоматичне оцінювання (здійснення аналізу відповідей студента та підтримка індивідуального зворотного зв'язку); інтервальне навчання (можливість поетапного закріплення навчального матеріалу).

Окрім наявних методів використання штучного інтелекту в освіті ми пропонуємо використовувати когнітивні технології навчання з використанням ШІ-асистентів, які допомагають сформуванню мережу нарисів в заданій темі. Значення мережі нарисів полягає в тому, що будь-який об'єм даних та інформації можна представити у вигляді начерків, моделей та проєкцій різного рівня абстракції. Ці нариси можуть бути поєднані один з одним відношенням узагальнення чи допустимої трансформації. Мережі начерків формують «Сходи абстракцій». Суть моделі: рухаючись вгору і вниз, ви розглядаєте будь-яку проблему на різних рівнях абстракції, поступово знаходячи розуміння (вперше цю модель розробив американський лінгвіст Самуель Хайакава у своїй книзі «Мова у мисленні та дії», 1939 рік). Начерки формуються штучним інтелектом на основі генеративних моделей (фрактало-подібних моделей) або емпіричних спостережень (передача знань; пошук моделей-інтерпретацій в Інтернеті). Студенти на заняттях також вчать створювати мережі начерків, а потім порівнюють їх з моделями ШІ-асистента (начерки зображень, сигналів, баз даних, текстової інформації, евристик або причинних залежностей). Прикладами використання цієї інформації являються смарт-будинки, смарт-сіті, системи моніторингу складних будівель, автономні системи і т.д.

Особлива увага приділяється пошуку граничних моделей знань (сукупності евристик) при рішенні будь-якої задачі розрізнення. Студент повинен розвивати стратегічне мислення. За допомогою ШІ-асистента можливо виявити причини недостатньої Z-компетенції студента, зокрема: малу кількість прецедентів у банку прецедентів, що може призвести до помилкових моделей знань та їх слабкої застосовності до нових ситуацій; нерозвинений банк тестів-кваліа (як за складом, так і за якістю – низька складність); низьку швидкість «біологічної» категоризації у межах «стріли пізнання» (низька швидкість «мозкових» процесів: нейронних, біохімічних); низьку швидкість категоризації внаслідок недостатньої мотивованості у досягненні (професійних) меж. Більшість зазначених причин може бути усунена за допомогою багаторазового рішення відносно простих навчальних завдань, які автоматично створює ШІ-асистент.

## Потенціал використання Telegram у дистанційному навчанні

Савченко С.В., Прокоф'єва К.А., Решетілова О.М.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

В умовах надзвичайних ситуацій замість класичних методів аудиторної роботи використовуються засоби дистанційного навчання (ДН). Деякі з них (Microsoft Teams, Moodle, Google Classroom) функціонально націлені на реалізацію технології ДН із можливістю відео- та аудіозв'язку або без них. Але одні занадто громіздкі і переобтяжені функціоналом, інші не мають модуля відео- та аудіоконференцій, що змушує застосовувати додаткові інструменти. В той самий час, у деяких месенджерів є безмежний технологічний потенціал, який може бути використаний для організації ДН.

Маємо на увазі Telegram, функціональність якого недооцінюється. Варто взяти до уваги чинник мобільності та можливості використання Telegram в умовах нестабільного інтернет-з'єднання. Адже, за М. Маклуеном, засіб передачі повідомлення – це, власне, і є повідомлення, яке має наслідком новий масштаб, швидкість та форми, що впроваджуються ним у людські справи. Тож коротко оглянемо інформаційно-комунікативні можливості, які система відкриває для викладачів та студентів.

Створення каналів із навчальним контентом, який змінюється та поповнюється (посібники, методичні розробки та статті). Такі канали робляться закритими з індивідуальною підпискою. За принципами Будапештської ініціативи відкритого доступу BOAI (2002) – «безкоштовний онлайн доступ до наукової літератури» та «вільне використання для досліджень, навчання та інших цілей» – це не порушуватиме авторських прав: матеріали перебувають у відкритому доступі (е-фонд бібліотек) і призначені для використання з навчальною та науковою метою згідно з директорією журналів відкритого доступу DOAJ Open Global Trusted та правил відкритого доступу проекту «Наукова періодика України» (Ст. 23 Закону України «Про авторське право та суміжні права»).

Створення посібників у форматі Telegram-каналів із системою гіперактивних посилань. Йдеться про текст, розділений на класичні розділи та параграфи у формі закритого (або відкритого) каналу, оснащеного гіперактивними посиланнями на літературу з інших каналів, що містять контент у форматі pdf, word, djvu, fb2, mobi, epub та ін., а також на матеріали відкритого доступу в інтернеті (наприклад, закони та законопроекти сайту Верховної Ради, архіви е-публікацій наукових видань тощо).

Створення каналів із тестовими завданнями (що функціонують у декількох режимах, зокрема, режимі вікторини), тематично і контекстуально пов'язані з відповідними Telegram-посібниками. Кожне завдання може містити коментар, що з'являється у вікні тесту після відповіді студента.

Створення чатів із студентськими групами, де ведеться діалог як у текстовій формі (обмін думками, текстами, гіперпосиланнями), так і в режимі групового відео- або аудіозв'язку. Звернення до сторонніх технологічних рішень відеозв'язку (Google Meet, Zoom та ін.) стає зайвим. Посилання на груповий чат відеозв'язку є стабільним і активним, відтак може бути оприлюднене для встановлення режиму контролю навчального процесу, як це можливо в інших системах онлайн навчання.

Всі перелічені фактори є вагомою підставою залучити можливості Telegram як ергономічну систему якісного багатofункціонального дистанційного навчання студентів.



## Специфіка “Образу майбутнього” у штучному інтелекті на засадах парадигми граничних узагальнень

Чорна В.В., Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

Проблематика AGI та старт-середовищ активно розвивається на кафедрі комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики ПДАБА. Залучаються студенти, магістри, які разом із викладачами проводять дослідження у галузі штучного інтелекту. Ці розробки можуть застосовуватися в будівельній галузі (Smart Home / Smart City / IoT; Assistive technology), транспортній галузі (автономні системи), освіті (ШІ-асистенти, когнітивні тренажери) та в інших секторах економіки (Ambient Intelligence and Smart Environments are two mutually complementary areas which are growing fast as multidisciplinary fields). Одне з ключових питань – це свідоме чи інтуїтивне прогнозування / передчуття майбутнього.

Творчість, інтуїція, почуття агентності займають центральне місце у процесі бачення можливого майбутнього та формування довгострокових намірів AGI-агентів (Long-Term Intentions; Sense of Control over Life). Одна з відмінностей людини від інших високоорганізованих тварин полягає у побудові «Образу Майбутнього» («The Image of the Future» - поняття, яке введене в науковий обіг голландським соціологом Фредом Полаком в 1973; Seeing the Future). Образ майбутнього розглядається також у книзі професора ПДАБА Прокопчука Ю.О. Інтуїція: досвід формального дослідження (Дніпро: Вид. ПДАБА, 2022). Автором запропоновано парадигму граничних узагальнень (ПГУ), яка формує цілісну картину розвитку ментальної сфери AGI-агента, зокрема задачно-індукторного простору, суб'єктивного простору-часу-дій, які мають пряме відношення до формування «Образу майбутнього».

У яких евристичних, нарисах формулюється суб'єктивний образ майбутнього? ПГУ-концепції «тонких зрізів» евристик та провісників (в рамках Z-задач розрізнення), а також нелінійна динаміка та аттрактори дозволяють дати відповідь на це питання. Паттерн мислєдїї визначає дію мети (майбутнього стану) на сьогоднішній день (Принцип цільової причинності, Final Cause: «майбутнє визначає сьогоднішній день»). Головна особливість образу Майбутнього у тому, що він утримується як орієнтир у пам'яті, попри всі ситуативні відхилення поточної поведінки. Загальний образ Майбутнього є об'єднанням всіх Z-образів Майбутнього і може поширюватися на роки та десятиліття вперед.

Потоки реальних подій завжди породжують супутній потік прогнозованих та уявних-контрфактуальних емоційних подій, як бажання хоча б подумки змінити результат подій та/або емоційну реакцію на події. Паралельно проробляються уявні сценарії досягнення уявних результатів. Так постає метафора «Душі» і так здійснюється самооптимізація оцінок, рішень, поведінки.

Контрфактуал - це умовне теперішнє. Тобто результат минулих подій, які не відбулися. Думати контрфактуально означає, що, перш ніж трактувати фактори, з яких фактичне минуле прийшло до теперішньої реальності (нарису реальності, що спостерігається), слід побудувати умовне теперішнє. Для цього потрібно відповісти на запитання «Як усе склалося б, якщо критичні невизначені фактори в минулому повелися інакше?». і «Чому так могло статися?». Іншими словами, умовному минулому необхідно дати розумне (контр-інтуїтивне) пояснення. Таке пояснення, по-перше, озброїть агента найкращим розумінням, як сформувалася сьогоднішня реальність (начерк реальності). По-друге, воно відкриє агенту "внутрішню конструкцію" контрфактуалу, з якого агент може, користуючись доречними інструментами форсайту, будувати "контрфактуальні / контрінтуїтивні сценарії" майбутнього. Контрфактуальні моделі майбутнього вказують AGI-агенту шлях поліпшення «реальних сценаріїв» ("what if?" reasoning; Large-scale Models of Choice and Counterfactual Inference). Пропонуються формальні моделі.

## Використання технологій цифрового навчання

Шаповал І.В., Український державний університет науки і технологій, Україна

Зовнішні фактори, декілька років тому, призвели до активного впровадження дистанційної форми навчання і широкого застосування технологій цифрового навчання. Різке обмеження доступу до звичних ресурсів в межах навчального закладу потребувало змін в підході до проведення занять та необхідності впроваджувати нові канали комунікації, шукати альтернативи для виконання практичних і лабораторних робіт. Впровадження цифрових технологій, які не мали широкого використання стали природним рішенням. Як і будь-які технології, цифрові мають свої недоліки і переваги та особливості застосування.

Загалом створення навчального курсу в цифровому форматі можна розподілити на чотири етапи, які під час викладання мають ітераційний характер: підготовка навчальних матеріалів, організація навчального процесу, робота в синхронному і асинхронному форматах, контроль та оцінювання. Крім обов'язкових складових методичного забезпечення і організації навчального процесу, використання базових цифрових форматів подання матеріалу (презентації, структурно-логічні схеми, відеороликів) набуло поширення використання карт знань, програм симуляторів, інтерактивних ігор.

Організація навчального процесу потребує налаштування каналів комунікації (основного і додаткового) між учасниками. В якості каналів комунікації найчастіше використовуються платформи та сервіси дистанційного навчання, проведення відео конференцій. Альтернативним каналом комунікації є використання месенджерів. Перевагою такого каналу комунікації є його доступність в разі обмежень на інтернет трафік. Головна проблема такого каналу комунікації це початкова ідентифікація «співрозмовника» і дотримання правил ввічливого спілкування. В більшості випадків студенти використовують ніки, які досить часто відображають їх вподобання, настрої тощо, а не більш прийнятний в таких випадках спосіб іменування. Використання інтерактивних дощок, як вбудованих в програми проведення відео конференцій так і окремих, дозволяє організовувати спільну роботу над проектом/задачею чи обговорення окремої теми. Поєднання відео конференції та інтерактивних дощок є вдалою альтернативою і фактичною заміною роботи в аудиторії з використанням звичайної дошки. Крім того інтерактивна дошка надає додаткові можливості щодо різноманіття розміщеної інформації, доступності до неї, збереження розробки. Знов таки, однією з основних проблем спільної роботи - це дотримання вимог он-лайн комунікації. В деяких випадках, не дотримання таких правил призводить до обмеженості/неможливості скористатись ресурсом. Використання електронних календарів різної локації дозволяє виконувати ефективно планування часу та організовувати взаємодію різних застосунків, що використовуються при організації навчального процесу та надані доступу до навчальних матеріалів.

Найбільш витратною з технічної точки зору є робота в синхронному і асинхронному форматах. Доступність технічних ресурсів, особливо спеціального призначення, створює найбільше проблем і в деяких випадках не може бути замінено на відповідні програмні моделі. Ще однією складністю є доступ до ліцензійного програмного забезпечення, що встановлено за корпоративною ліцензією на обмежену кількість комп'ютерів в межах навчальних лабораторій і не може бути передане для користування студентам на власних технічних ресурсах. Варіантом розв'язання такої проблеми є встановлення програм віддаленого доступу до комп'ютера, які є вільним програмним забезпеченням або мають вільну ліцензію. За допомогою такого програмного забезпечення студенти мають змогу виконувати роботу без встановлення необхідного програмного забезпечення на власні комп'ютери.

## Сучасне програмне забезпечення для практичного вдосконалення студентів під час вивчення ПБДР

Сідак Ю., Харківський державний автомобільно-дорожній коледж, Україна

На сьогоднішній день однією з найгостріших проблем є питання забезпечення безпеки дорожнього руху. Щодоби на українських автошляхах реєструються дорожньо-транспортні пригоди, внаслідок яких гинуть і травмуються люди. За статистикою правоохоронців 60 % скоєних ДТП сталися через не знання або навмисне не виконання правил дорожнього руху.

Правила дорожнього руху є основою регулювання дорожнього руху в усьому світі, результатом їх дотримання слугує відточений механізм, який безперебійно керує пішохідними та транспортними потоками даруючи їм безпеку та комфорт під час руху.

Під час дистанційного навчання, було відкрито питання про можливість закріплення теоретичних знань на практичній основі. Для цього був зроблений аналіз цифрового ринку з метою групування та структурування пакету програм та додатків для зручного користування студентами, вони будуть пов'язані з організацією дорожнього руху, безпекою дорожнього руху, правилами дорожнього руху, теоретичними основами керування транспортним засобом та законодавчою базою України. Даний програмний пакет націлений на поглиблене вивчення структури ОДР та її роботи, принцип регулювання дорожнім рухом (ТЗОДР), повноваження та обов'язки працівників галузі ОДР, права та обов'язки водіїв і пішоходів тощо.

Сьогодні ринок електронних продуктів розділився на дві категорії: мобільний ринок та стаціонарний ринок.

Мобільну категорія. Всі існуючі додатки доступні на таких платформах, як: Android і iOS та знаходяться у вільному розповсюдженні. Слід відзначити що мобільна платформа є пріоритетним напрямком у розробників при створенні навчальних програм, бо «смартфонізація» досягла пікових значень, тобто смартфон має кожна друга людина в порівнянні із комп'ютеризацією де комп'ютер є у кожній п'ятій людині. Завдяки цьому кількість програм на мобільній платформі майже вдвічі більше ніж на стаціонарній.

Розберемо арсенал мобільних додатків. (базовий рівень) Нам доступні:

Збірники з правил дорожнього руху.

Збірники ЗУ та постанов КМУ (ЗУ «Про Дорожній Рух»; ЗУ «Про Національну Поліцію»).

Навчальні програми (надання до медичної допомоги постраждалим у ДТП).

Навчальні програми (ремонт та технічна перевірка ТЗ).

Навчальні програми (автосимулятори, теоретичні основи керування ТЗ).

Навчальні програми (симулятори складання екзамену з водіння (майданчик, місто)).

Навчальні програми (симулятори регулювання дорожнім рухом на перехресті ТЗОДР (світлофори)).

Навчальні програми (страховий поліс: структура та призначення, державний номер ТЗ: різновиди та призначення).

Мобільна платформа є досить насиченою на теоретичну та практичну підготовку студента. Головним та невід'ємним плюсом даних за стосунків слугує їхнє перебування на портативному гаджеті, тобто студент може вдосконалювати свої знання та навички не тільки вдома але і в транспорті, на прогулянці, в кав'ярні тощо. Мобільні додатки є універсальними та простими в користуванні, вони не потребують додаткового часу на вивчення принципу їхньої роботи.

Розберемо групу стаціонарних додатків (професійний рівень). Нам доступні:

Навчальні програми (професійні застосунки з креслення (схеми ДТП, схеми перехресть)).

Навчальні програми (3D-моделювання ВДМ, ТЗОДР тощо).

Навчальні програми (додатки щодо ОДР на перехрестях, АСУДР).

Навчальні програми (професійні автосимулятори (складання екзаменів з водіння).

Навчальні програми (професійні додатки, щодо надання домедичної допомоги (в деталях)).

Навчальні програми (за стосунки для розрахунку коефіцієнту аварійності перехресть, виявлення конфліктних точок, тощо).

Стаціонарна платформа має потужну бази професійних програм, які використовуються спеціалістами у галузі ОДР. За їхньою допомогою, студенти можуть створювати власні проекти, щодо покращення певної ділянки дороги або перехрестя та перевіряти їх на практиці, бо більшість додатків мають режим конструктора, який здійснює симуляцію роботи ТЗОДР за проектними даними студента і показує які існують недоліки або демонструє гарний результат. Дані програми доцільно використовувати під час написання курсових та дипломних робіт чи проектів.

Усі представлені застосунки націлені на освітній розвиток студентів відділення «Транспортні технології». Вони є універсальними та підходять майже під кожен операційну систему та конфігурацію обладнання. Використання мобільних чи стаціонарних програм є необхідним доповненням до основного навчального матеріалу, отриманого в коледжі.

Під час дистанційного навчання дані програми стають невід'ємними помічниками в освоєнні навчального матеріалу, бо тільки в них студент має можливість поринути у практичний світ ОДР; ТЗОДР; ПБДР; АСУДР та взяти активну участь в його дослідженні та розвитку.

*Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Ученик для вузов. – М.: Транспорт, 1993.*

*2. Дерех З.Д., Душник В.Ф. Правила дорожнього руху з коментарями та ілюстраціями. – 5-те видання. – К., 2008.*

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА**

## **Побудова ефективної інфраструктури сервісів Amazon для застосовування методів машинного навчання**

Башкатов Є.О., Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

За останні кілька років популярність Data Science зросла в декілька раз. Big Data підхід дозволяє компаніям вирішувати проблеми, з якими вони стикаються у своєму бізнесі, і ефективно вирішувати ці проблеми за допомогою Big Data Analytics. Компанії намагаються визначити закономірності та витягти ідеї з цього моря даних, щоб на їх основі можна було діяти для вирішення наявної проблеми. Однак, задача зберігання та обробки великих даних потребує особливого підходу. Тому програмно-архітектурні рішення, які дозволять ефективно працювати з великими обсягами даних є актуальними і затребуваними.

Метою представленої роботи є дослідження і побудова ефективної інфраструктури з сервісів Amazon, яка дозволяє зберігати та обробляти великі об'єми даних на прикладі класифікації даних методами машинного навчання.

Стабільне та автономне рішення в області Big Data – використання хмарних сервісів, які дозволяють використовувати віддалені потужності для обробки та зберігання даних. Ефективне рішення в цій області є використання розподілених файлових систем, таких як Apache Hadoop. Головною перевагою такої системи є те, що файли, замість зберігання як єдиний цілий об'єкт, розбиваються на партиції фіксованого розміру – файли розміром 256 або 512 Мб об'єднаних спільною метаданими. На основі файлової системи Apache Hadoop будуються найефективніші архітектури для роботи з великими даними.

Побудування процесу ETL (Extract, Transform, Load) є основним завданням в Big Data. Одним з ефективних наборів сервісів для її вирішення є Amazon Web Service, та його складові: AWS Glue для обробки даних з розподілених файлових системах та в межах екосистеми Amazon, Amazon S3 як хмарне сховище, де будуть зберігатися вхідні та вихідні дані, Amazon Managed Workflows for Apache Airflow для оркестрації усіх процесів та Amazon CloudWatch, який збирає та візуалізує в режимі реального часу журнали, показники та дані про події на автоматизованих інформаційних панелях.

Використання сукупності цих сервісів дозволить створити стабільний ETL процес, який легко підлаштовується під будь-які потреби бізнесу чи науки. Така архітектура процесів може використовуватись для малих та середніх підприємств для обробки їх неструктурованих даних. Також, вона дозволяє збільшити ефективність обробки даних за рахунок підключення додаткових хмарних потужностей без будь-яких суттєвих змін в процесі. Для покращення результатів ефективності зберігання вихідних даних замість використання Amazon S3, кращим рішенням є створення Data Lake на основі баз даних, наприклад Amazon DynamoDB, Amazon Athena та Amazon Redshift.

Об'єктом дослідження був набір даних з мережі ботів, яка була використана для DDoS-атак. Цей набір даних містить реальні дані трафіку, зібрані з 9 комерційних пристроїв, автентично заражених хробаками Mirai і BASHLITE. Даний набір був використований для класифікації потоків даних. В якості класифікатора була використана нейрона мережа, яка вирішувала задачу багатокласової класифікації за допомогою методів обробки та зберігання великих даних і з використанням сервісів Amazon

В результаті ETL процесу була отримана модель, яка здатна розпізнавати тип атаки з пристроїв IoT, а саме атаки на TCP протокол, Junk атаки, Scan атаки, Udp-flood атаки та комбіновану атаку.

## Розробка модулю системи комп'ютерного зору розпізнавання обличчя

Гнатушенко Вік.В., Голубєв Р.О., Сінгер А.В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Задача ідентифікації особистості містить два етапи: визначення місцеположення особи на зображенні і розпізнавання. Для ідентифікації особи застосовується набір алгоритмів: статистичних, нейромережових, марківських ланцюгів, еластичних графів, вейвлет аналіз, аналіз характерних точок та ін. У сучасних системах, як правило, ці методи використовуються в сукупності.

На процедуру розпізнавання обличчя впливає ряд факторів: динаміка обличчя, зміна яскравості, наявність шумів і поворот обличчя, а також старіння обличчя. Ці фактори зумовлені неможливістю забезпечити стабільні умови зйомки, тому завдання розробки модулю розпізнавання осіб з урахуванням його здатності ефективно є актуальною.

У роботі проведено аналіз алгоритмів виявлення обличчя на зображенні та відео, в ході якого розглянуті алгоритм Віюли-Джонса, алгоритм виявлення обличчя за допомогою кольорової сегментації та алгоритм виявлення обличчя за допомогою змінних еліптичних моделей. Було встановлено, що основоположним алгоритмом виявлення обличчя на зображенні є алгоритм Віюли-Джонса, який є найкращим по співвідношенню показників ефективності розпізнавання/швидкість роботи, має низьку ймовірність помилкового виявлення обличчя та може розпізнавати обличчя під невеликим кутом нахилу

Розроблено алгоритм детектування обличчя на відео, в основу якого покладено метод виявлення відмінностей між кадрами. Для виявлення відмінностей між кадрами використовуються ключові точки на зображенні обличчя, які визначаються за допомогою алгоритму визначення мінімальних власних значень.

Для трекінгу на опорному кадрі проводиться пошук обличчя за допомогою алгоритма Віюли-Джонса. Алгоритм Віюли-Джонса використовує метод ковзного вікна. Рамка з розміром, меншим, ніж вихідне зображення, рухається з деяким кроком по зображенню, і за допомогою каскаду слабких класифікаторів визначає, чи є у вікні обличчя. Як ознаки для алгоритму розпізнавання використовуються вейвлети Хаара. Перед розпізнаванням навчається алгоритм тестової вибірки. Після навчання є навчена база знань із слабких класифікаторів. Для кожного класифікатора відомі: ознака Хаара, що використовується в цьому класифікаторі, його положення всередині вікна розміром 24x24 пікселя і значення порога. При розпізнаванні алгоритм сканує зображення на кількох масштабах ковзного вікна, починаючи з базової шкали: розмір вікна 24x24 пікселя та 11 масштабів, при цьому кожен наступний рівень у 1.25 разів більший за попередній. Після цього класифікатор виносить рішення про те, чи присутній у вікні, що розглядається, шуканий шаблон чи ні. Навчання алгоритму займає тривалий час і потребує великої кількості тестових зображень.

Алгоритм Kanade–Lucas–Tomasi дозволяє встановити відповідність між ключовими точками на сусідніх кадрах відео, і, як наслідок, розрахувати геометричне перетворення для таких точок. Після розрахунку геометричного перетворення відстежуються зміни положення, розміру та куту нахилу обличчя на відео. Працездатність модулю була перевірена на тестових зображеннях, що не входили до тренувального набору, при цьому ймовірність успішного розпізнаних обличчя на зображеннях склала понад 93 %.

## Дослідження та розробка засобів демонстрації стеганографії та стегоаналізу

Дверіс О.Е., Український державний університет науки і технологій, Україна

Стеганографія - спосіб передачі чи зберігання інформації з урахуванням збереження у таємниці самого факту такої передачі (зберігання). Цей термін запровадив у 1499 році абат бенедиктинського монастиря Св. Мартіна в Шпонгеймі Йоганн Тритемій у своєму трактаті «Стеганографія» (лат. Steganographia), зашифрованому під магічну книгу.

На відміну від криптографії, що приховує зміст таємного повідомлення, стеганографія приховує факт його існування. Як правило, повідомлення виглядатиме як щось інше, наприклад, як зображення, стаття, список покупок, лист або sudoku. Стеганографію зазвичай використовують разом із методами криптографії, в такий спосіб, доповнюючи її.

Перевага стеганографії над чистою криптографією полягає в тому, що повідомлення не привертають до себе уваги. Повідомлення, факт шифрування яких не прихований, викликають підозру і можуть бути самими собою викривають у тих країнах, в яких заборонена криптографія. Таким чином, криптографія захищає зміст повідомлення, а стеганографія - сам факт наявності будь-яких прихованих послань від викриття.

Є 3 методи стеганографії: класична, комп'ютерна, цифрова.

Класичний - одним із найпоширеніших методів класичної стеганографії є використання симпатичних (невидимих) чорнил. Текст, записаний таким чорнилом, проявляється лише за певних умов (нагрів, освітлення, хімічний проявник і т. д.).

Винайдені ще в I столітті н. е. Філон Олександрійський, вони продовжували використовуватися як в середньовіччі, так і в новий час, наприклад, в листах російських революціонерів з в'язниць. За радянських часів школярі під час уроків літератури вивчали розповідь, як Володимир Ленін писав молоком на папері між рядків. Рядки, написані молоком, ставали видимими при нагріванні над полум'ям свічки.

Комп'ютерний - напрямок класичної стеганографії, заснований на особливостях комп'ютерної платформи. Приклади - стеганографічна файлова система StegFS для Linux, приховування даних у областях форматів файлів, що не використовуються, підміна символів у назвах файлів, текстова стеганографія і т.д. Використання зарезервованих полів комп'ютерних форматів файлів - суть методу полягає в тому, що частина поля розширень, не заповнена інформацією про розширення, за замовчуванням заповнюється нулями. Відповідно, ми можемо використовувати цю «нульову» частину для запису своїх даних. Недоліком цього методу є низька ступінь скритності і малий обсяг інформації, що передається.

Цифровий - Зображення із прихованим за допомогою цифрової стеганографії в ньому іншим зображенням. Зображення заховано за допомогою видалення всіх, крім двох молодших бітів кожного кольорового компонента і подальшої нормалізації.

Вибрав цифровий метод тому що він більш зрозумілий. Цифрова стеганографія напрям класичної стеганографії, заснований на прихованні або впровадження додаткової інформації в цифрові об'єкти, викликаючи деякі спотворення цих об'єктів. Але, як правило, дані об'єкти є мультимедіа - об'єктами (зображення, відео, аудіо, текстури 3D-об'єктів) і внесення спотворень, що знаходяться нижче за поріг чутливості середньостатистичної людини, не призводить до помітних змін цих об'єктів.

Я розробляю програму, яка буде приховувати секретне повідомлення у картинці.

Спочатку використовуємо криптографію і генеруємо 3 паролі, далі потрібно буде ввести дані паролі та вибрати файл який будемо приховувати.



## Виявлення вразливостей безпеки під час перегляду коду

Жеваго О.О., Український державний університет науки і технологій, Україна

Вразливості програмного забезпечення становлять серйозний виклик кібербезпеці. За даними Національної бази даних вразливостей (National Vulnerability Database, NVD), кількість нових програмних вразливостей різко зросла до понад 16 000 щороку. Вразливості можуть призвести до сильних негативних наслідків, якщо вони залишаються невиявленими. Майже щодня в ЗМІ з'являються новини про успішні кібератаки, що все більше свідчить про актуальність та необхідність досягнень у сфері безпечної програмної інженерії.

Аналіз коду програми з точки зору безпеки є непростим завданням. Попередні дослідження показали, що розробники часто пропускають навіть прості вразливості, які легко виявити під час перегляду коду. Проте коли їм явно повідомляють про наявність вразливості у зміні, значна частина розробників її виявляє. Ці дослідження надають початкові докази того, що конкретні, цілеспрямовані інструкції з безпеки можуть привернути увагу розробників, таким чином долаючи їх загальну ментальну установку не розглядати аспекти безпеки під час огляду коду.

Чим пізніше виявляються вразливості в циклі розробки програмного забезпечення, тим вищими є пов'язані з ними витрати на виправлення. Тому, щоб уникнути вразливостей, організації переносять забезпечення безпеки на більш ранні етапи розробки програмного забезпечення.

Рішенням для уникнення цих проблем може бути прийняття практик безпеки під час перегляду коду. Застосування безпеко-орієнтованого огляду коду для виявлення вразливостей на ранніх етапах розробки програмного забезпечення. Організації можуть розглянути можливість включення безпечного перегляду коду у свій процес розробки, а також інтегрувати контрольні списки безпеки в інструменти та процеси, що підтримують перевірку коду.

Перегляд коду є широко узгодженою практикою, визнаною як цінний інструмент для зменшення дефектів програмного забезпечення та підвищення якості програмних проєктів. Пропонується явно просити розробників зосередитися на безпеці під час перегляду коду внаслідок надання списку найбільш часто розповсюджених вразливостей безпеки.

Фундація OWASP пропонує популярний посібник з перегляду коду, який містить чек-лист безпеки. Він складається з пунктів, які допомагають розробникам знаходити проблеми безпеки під час перевірки. OWASP стверджує, що організації з належним процесом перевірки коду, інтегрованим в життєвий цикл розробки програмного забезпечення, створюють значно кращий код з точки зору безпеки. Щоб допомогти бізнесу посилити свою безпеку, такі організації розробили різні практики безпечного кодування, які широко застосовуються у всьому світі. Фактично, вони запропонували посібник з перегляду коду, що містить контрольний список безпеки. Надання розробникам чек-листа з безпеки на додаток до інструкцій щодо проведення перевірки безпеки підвищує виявлення вразливостей під час перегляду коду оскільки він буде спрямовувати завдання перевірки на відповідні аспекти безпеки.

Розробники, яким доручають зосередитися на безпеці під час перегляду коду, значно частіше виявляють вразливості, ніж розробники, які цього не роблять. Три основні причини корисності контрольного переліку полягають у тому, що контрольний список:

- 1) допомагає розробникам шукати вразливі місця;
- 2) вказує на конкретні аспекти безпеки на які слід звернути увагу;
- 3) змушує розробників шукати додаткову інформацію щодо вразливості.

## Аналіз видів парольних систем для зменшення ризиків безпеки даних у державному мобільному застосунку «Дія»

Зміївський В.С., Шевченко І.В., Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна

В Україні на даний час політика масової цифровізації – це ключовий мотив «технічного перевороту» у структурі української системи надання послуг громадянам. Одним із основних прикладів такого прориву є розроблення та впровадження, а також постійний розвиток державної платформи надання онлайн-послуг «Дія».

Дія (скорочення від «Держава і я») – мобільний застосунок і офіційний веб-сервіс для отримання державних онлайн-послуг, який дозволяє легко та зручно працювати з цифровими документами та публічними послугами.

Попередньо авторами було проведено дослідження основних ризиків щодо безпеки даних користувачів державного застосунку «Дія», виділені основні проблеми зберігання, накопичення та використання даних у даному застосунку. Серед основних ризиків було виділено і проблему парольної системи саме мобільного застосунку. Перевага онлайн-платформи полягає у тому, що вона потребує постійної актуалізації даних, яка, в свою чергу, забезпечує безпечний вхід у систему. Що стосується мобільного додатку, то він навпаки, містить тільки пароль-код, який може нести ряд ризиків, які можуть призвести до витоку особистих даних користувача.

В результаті проведеного аналізу було виділено 7 основних видів парольних систем, які потенційно можуть бути застосовані у мобільному застосунку «Дія». Також були виділені основні критерії, на основі яких можна здійснити відбір парольної системи, враховуючи безпечність та легкість у застосуванні. Було проведено анонімне опитування користувачів у вигляді анкетування різного вікового сегменту з метою отримання оцінок за шкалою від 1 до 5 балів щодо безпечності та легкості використання різних типів парольних систем. Отримані дані були узагальнені і проаналізовані, результати опитування наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати опитування користувачів

Тип аутентифікації	Складність запам'ятовування	Швидкість застосування	Рівень швидкості відновлюваності паролю	Рівень стійкості до злому	Загальна кількість балів
Пароль із комбінації цифр (пароль-код)	5/5	4/5	4/5	1/5	14/20
Комбінація з літер та цифр	4/5	3/5	4/5	2/5	13/20
Кодове слово	4/5	4/5	4/5	3/5	15/20
Графічний ключ	4/5	4/5	4/5	2/5	14/20
Відбиток пальця	5/5	5/5	3/5	4/5	17/20
Сканування особи (фото)	5/5	5/5	4/5	4/5	18/20
Сканування написання (підпис)	5/5	5/5	4/5	4/5	18/20

Враховуючи отримані дані, автори пропонують у державному мобільному застосунку «Дія» використовувати аутентифікацію через сканування особи (використання камери смартфона) та сканування особистого підпису.

## Дослідження можливостей використання біометрії обличчя в системі обліку робочого часу

Кабицький О.М., Остапець Д. О.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Біометрія обличчя є потенційним засобом для обліку робочого часу працівників, студентів чи учнів шкіл, оскільки головна мета систем обліку робочого часу – це покращення ефективності роботи людей. Головна користь цих біометричних даних в тому, що проаналізувавши обличчя можна отримати набагато більше інформації ніж від інших джерел. Також розпізнавання обличчя можуть допомогти в аналізі присутності чи відсутності людей в зазначеному місті і зазначений час.

У порівнянні з іншими методами ідентифікації які можна використати як складові систем обліку робочого часу, наприклад ключ-карта чи датчик відбитка пальця, відеокамера є безконтактною, з цього маємо, що людині не потрібно фізично взаємодіяти зі зчитувачем, а інформація про її наявності у кімнаті фіксується і може бути в майбутньому використана як факт доцільно\недоцільно витраченого часу.

Очевидним є те, що для продуктивності працівників система має розуміти хто є співробітником, а хто випадковим чи навіть небезпечним для області застосування системи, для цього в систему інтегрується, окрім камери спостереження, база обличч і програма ідентифікації та аутентифікації людини.

Прикладами методик розпізнавання обличч є:

- Point Distribution Model - техніка опису форми і спирається на опорні точки;
- Neural Network – самонавчальна система, яка створена за образом людського мозку;
- Eigenfaces – алгоритм, який намагається знайти обличчя на сильно зашумованому зображенні.

В ході виконання роботи було створено й протестовано систему ідентифікації людини на базі Point Distribution Model з 68 опорними точками. Тестування системи показало, що система може розпізнати конкретну особу навіть, якщо буде закрита частина обличчя або голова буде повернута в бік, також завдяки зміні розміру вхідного зображення що оброблюється і додавання додаткових зображень в базу обличч система починає краще розпізнавати конкретну особу, ціною збільшеного навантаження на пам'ять та процесор.

У роботі передбачається розробка програмного комплексу який складається з системи ідентифікації людей з використанням біометрії обличчя та камери на комп'ютері. Головною задачею камери є стабільна передача відеоданих в режимі онлайн-трансляції. Система має розпізнавати обличчя в режимі онлайн-трансляції та евклідову відстань між зображеннями. Для тестування надійності програмного комплексу перевірено вплив на якість розпізнавання та евклідову відстань між дескрипторами зображень наступних чинників:

1. освітлення кабінету;
2. розмір вхідного зображення що оброблюється;
3. відстані до камери;
4. кута нахилу голови;
5. наявність, закритість певних частин обличчя;
6. кількості зображень в базі обличч.

Створений програмний комплекс можна використовувати у офісах, кабінетах як складову системи контролю робочого часу, у навчальному процесі та для виконання досліджень у лабораторних роботах.

## **Покращення захисту інформації в системах автоматичної локомотивної сигналізації за рахунок використання технології блокчейн**

Маловічко В.В., Маловічко Н.В., Рибалка Р.В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

На сьогоднішній день системи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) є одним з основних засобів керування рухом поїздів разом з системами автоблокування та електричної централізації. В багатьох країнах Європи ці системи виконують усі функції інтервального регулювання на перегонах між станціями і прохідні світлофори в таких випадках взагалі не використовуються.

В сучасних системах АЛС використовується декілька каналів передачі даних: рейкові нитки (як правило аналоговий сигнал), радіоканал (як правило цифровий сигнал). В таких системах реалізовано можливість дистанційного керування локомотивом (у т.ч. його зупинки). На жаль, існує імовірність несанкціонованого втручання в роботу системи АЛС через канали передачі даних (у т.ч. під час дії воєнного стану в Україні), що може призвести до катастрофічних наслідків. Тому задача захисту системи АЛС від несанкціонованого втручання в процес передачі даних є актуальною.

На магістралях Укрзалізниці використовуються різні системи АЛС: АЛСН, АЛС-МУ, КЛУБ та ImproTRAIN-250. На думку авторів найбільш перспективною для подальшого використання із заміщенням інших систем АЛС на залізницях України є система ImproTRAIN-250, яка виготовляється Северодонецьким НВО «Імпульс» (система українського виробництва), пройшла досліду експлуатацію, впроваджується на рухомому складі залізниць України, має сучасну елементну базу та найбільш широкий функціонал взаємодії з машиністом. В даній системі використовується два канали передачі даних на локомотив: рейкові нитки та радіоканал, який забезпечує зв'язок поїзного диспетчера та машиніста.

Використання радіоканалу дозволяє застосовувати дану систему на ділянках залізниць, обладнаних системою координатного регулювання руху поїздів на базі цифрового радіоканалу без додаткової модернізації. Також на базі радіоканалу реалізовано третій з чотирьох рівень безпеки – диспетчерський контроль з можливістю прийому команд екстреної зупинки поїзда. В європейських системах локомотивної сигналізації радіоканал теж дуже широко застосовується для передачі інформації на локомотив і в багатьох випадках є основним засобом зв'язку рухомої одиниці з автоматичними пристроями інтервального регулювання руху і з диспетчерським апаратом залізниці.

За інформацією розробників кібербезпека системи ImproTRAIN-250 задовольняє вимогам відповідних стандартів ISO і IEC. На жаль, складно повністю відкинути імовірність несанкціонованого втручання в роботу радіоканалу і, наприклад, виконання примусової зупинки поїзда в будь-який момент часу. З метою зменшити імовірність вказаного втручання автори пропонують використати технологію блокчейн у її реалізації Hyperledger Fabric (HF – розподілена платформа корпоративного рівня). Вузли мережі HF організувати на базі бортового комп'ютера локомотива, персонального комп'ютера автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера і резервованого сервера бази даних. Це дозволить, наприклад, бортовому обладнанню локомотива ігнорувати команди, які надходять по радіоканалу системи АЛС не від авторизованого джерела (поїзного диспетчера). За результатами досліджень (Tobias Guggenberger та ін. 2022) HF можна розгорнути у систему, яка обробляє порядку  $10 \dots 10^4$  кількість помірно складних завдань за секунду із затримкою від кількох сотень мілісекунд до 3 секунд. Вказаної швидкодії достатньо для використання в системі АЛС.

Використання HF дозволить значно підвищити захищеність системи АЛС ImproTRAIN-250 від потенційних кібератак без значних додаткових економічних затрат. В перспективі, при використанні на залізницях інших сучасних систем АЛС українського і закордонного виробництва, дану технологію досить легко буде експортувати на такі системи.

## Підвищення надійності роботи систем електричної централізації на релейній елементній базі шляхом удосконалення методів пошуку відмов в постовій частині

Маловічко В.В., Маловічко Н.В., Рибалка Р.В.,  
Український державний університет науки і технологій, Україна

Однією з основних системи залізничної автоматики, яка визначає безпеку руху поїздів, а також пропускну здатність залізниці, є електрична централізація (ЕЦ). Відмова одного або декількох елементів ЕЦ може викликати значне відхилення від встановленого графіку руху. Пошук відмов на посту електричної централізації процес доволі складний і потребує глибоких знань роботи системи від обслуговуючого персоналу. Також час усунення відмови збільшується за рахунок інтервалу часу, необхідного для прибуття на пост кваліфікованого спеціаліста, який зможе знайти місце пошкодження. Таким чином задача пришвидшення пошуку відмови є актуальною і її реалізація дозволить зменшити затримки в русі поїздів на станції та підвищити надійність і безвідмовність роботи залізничного транспорту в цілому.

Тривалість відновлення пристроїв після відмови суттєво залежить від методу пошуку відмови який застосовується обслуговуючим персоналом. На даний момент при знаходженні непрацездатного елемента в постовій частині ЕЦ обслуговуючий персонал користується одним з чотирьох методів.

1. **Метод послідовного перебору.** Цей метод ґрунтується на почерговій перевірці всіх вузлів чи елементів які входять в електричне коло. Використання цього методу обґрунтовано лише в тому випадку, коли обслуговуючий персонал має недостатню кваліфікацію, так як пошук відмови при цьому потребує багато часу

2. **Метод «середньої точки» по кількості елементів** застосовується при пошуку обриву в електричному колі. Перший вимір в цьому випадку проводиться по середині кола, чим і визначається де обрив (в основному за допомогою вольтметра). Якщо обрив в першій половині кола, то вимір знову виконується по середині і т.д. Метод також потребує значних затрат часу для вимірів в електричних колах з великою кількістю елементів.

3. **Метод «середньої точки» по ймовірності відмови** відрізняється від попереднього тим, що коло яке перевіряється ділиться навпіл не по кількості елементів, а по сумі ймовірностей того, що кожний з цих елементів міг відмовити і має аналогічні недоліки.

4. **Інформаційний метод** є найбільш універсальним. Програма перевірок, побудована по інформаційному методу, носить назву інформаційної діаграми і на відміну від таблиць, які містять тільки ознаки відмові можливі причини, включає в себе і оптимальну послідовність перевірок. Недоліком є мала кількість існуючих діаграм, складність їх побудови і відсутність зв'язку між ними при пошуку різних типів відмов.

Авторами пропонується, створити діаграми пошуку несправностей окремих об'єктів у вигляді орієнтованих графів або орієнтованих дерев. За допомогою бінарного пошуку в орієнтованому графі є можливість знаходити відмову не послідовним його виконанням, а в якійсь його частині. Таким чином виконується комбінація методу пошуку відмови з «середньою точкою» за ймовірністю відмови та інформаційним методом пошуку. Для різних типів відмов пропонується створити ізоморфні та гомеоморфні графи, знайти зв'язані графи та місця перетинів графів, визначити розрізаючі множини та ребра, знайти підграфи, які повторюються в різних типах графів. Це дасть змогу по спільним частинам перевірок значно скоротити всю процедуру. Крім цього можна виконати алгоритми пошуку найкоротшого шляху графу, що додатково зменшить час пошуку відмови.

Створення і орієнтованих графів пошуку найбільш розповсюджених відмов та внесення їх до обчислювальної машини для обробки та аналізу дозволить в кожному окремому випадку формувати для обслуговуючого персоналу алгоритму пошуку який за найкоротший проміжок часу дозволить локалізувати місце відмови.

## Комплекс генерації випадкових чисел на базі мікроконтролерів

Маслак А. В., Остапець Д. О.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

У наш час досить часто застосовують прилади з використанням випадкових чисел, вибраних випадково з деякої множини. Існує декілька основних завдань, в яких використовуються випадкові числа: тестування алгоритмів, імітаційне моделювання, деякі завдання чисельного аналізу та імітація введення користувача.

Зараз для отримання випадкових чисел існує 3 основні підходи: використання таблиць випадкових чисел (числа, що є реалізацію випадкової величини); генерування випадкових чисел за допомогою деякого алгоритму (псевдовипадкові числа); використання спеціальних апаратних пристроїв (пристрої, які генерують послідовності випадкових чисел на основі вимірних параметрів з пристроїв, які хаотично видають певні шуми протікаючого фізичного процесу).

Для отримання випадкових чисел дуже часто використовують апаратний генератор випадкових чисел. Його перевагою вважається те, що випадкові числа є вимірними значеннями будь-якого випадкового фізичного процесу. До недоліків можна віднести неможливість повторного відтворення обчислень. Також є можливість отримувати непередбачувані зміни параметрів пристрою під впливом зовнішніх факторів – температури, електричних та магнітних полів та старіння елементної бази. Джерелами шумів для генератора випадкових чисел може бути: дробовий – шум в радіоелектронних пристроях (діоди, транзистори, лампи та ін.), тепловий шум – шум у пасивних елементах схеми, з яких після посилення виходить генератор випадкової напруги (напівпровідники, діоди, резистори та ін.), фазовий квантовий шум у лазерному промені – шум, який виникає завдяки фотонам, які відбиваються від поверхні (удар фотона у дзеркало), лавинний шум – під час лавинного пробую генерується струм, який складається з випадково розподілених шумових викидів (PN-переходи у режимі зворотного пробую), фазове тремтіння в кільцевих генераторах (випадкові затримки сигналу через кільцеві генератори), спонтанне параметричне розсіювання – однофотонні джерела є найважливішими квантовими елементами, що використовуються у розподілі квантових ключів (квадратично нелінійний кристал), радіоактивний розпад – джерело шуму, якому характерна випадковість кожного окремого акту розпаду (лічильник Гейгера, сцинтиляційний лічильник), атмосферний шум (радіоприймач), шум матриці фотокамери (CMOS –матриця), шум у цифровій схемі з невизначеним станом – генератора випадкових чисел із кількох інверторів, вихід кожного з яких підключений до входу іншого (інвертори з транзисторами).

В роботі проведено аналіз джерел шумів за такими характеристиками: відносна вартість реалізації, відносна складність реалізації, використання у промислових зразках та відносна швидкість генерації випадкових чисел. Виходячи з отриманих результатів одним з найкращих джерел шумів було обрано дробовий шум, який, у свою чергу, легкий та дуже дешевий у реалізації, простий у використанні. У роботі пропонується розробити комплекс генерації випадкових чисел на базі мікроконтролера Arduino Mega. Шумовий сигнал може бути отриманий за допомогою схеми з використанням стабілітрону. В роботі використано стабілітрон КС133Г, оскільки така схема може живитися від джерела 5В. Шумовий сигнал подається на вхід АЦП мікроконтролера. Отримані (оцифровані) значення амплітуди сигналу порівнюються з середнім пороговим значенням. Якщо поточне значення більше за порогове, то черговий біт випадкового числа приймається рівним 1, інакше – 0. Таким чином формується 32-розрядне випадкове число (або двійкова послідовність).

Також передбачається створити утиліту для ПК, яка буде надавати користувачу можливість отримувати випадкові числа та керувати роботою розробленого пристрою, що підключається по USB.

## Генерація випадкових чисел на базі мобільних пристроїв

Опрятний А. О., Остапець Д. О.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Випадкові числа можуть бути корисними для різноманітних цілей, наприклад, для створення ключів шифрування даних, імітації та моделювання складних явищ і для вибору випадкових зразків із великих наборів даних. Вони також використовувалися в естетичних цілях, наприклад, у літературі та музиці, і, звичайно, завжди були популярними для ігор та азартних ігор. Під час обговорення окремих чисел випадковим числом є число, отримане з набору можливих значень, кожне з яких є однаково ймовірним, тобто має рівномірний розподіл. Під час обговорення послідовності випадкових чисел кожне витягнуте число повинно бути статистично незалежним від інших.

Як підказує слово «псевдо», псевдовипадкові числа не є випадковими. По суті, алгоритми генерації псевдовипадкових чисел це алгоритми, які використовують математичні формули або просто попередньо обчислені таблиці для створення послідовностей чисел, які виглядають випадковими. Гарним прикладом генератора псевдовипадкових чисел є лінійний конгруентний метод. Багато досліджень присвячено теорії псевдовипадкових чисел, і сучасні алгоритми генерації псевдовипадкових чисел настільки якісні, що числа виглядають так, ніби вони були справді випадковими.

У порівнянні з генераторами псевдовипадкових чисел, генератори квантових випадкових чисел отримують випадковість із фізичних явищ та оцифровують її. Прикладами джерел шумів для таких генераторів можуть виступати:

- Дробовий шум — це шум в електричних ланцюгах, викликаний дискретністю носіїв електричного заряду.
- Радіоактивний розпад використовується як джерело шуму, оскільки для нього характерна випадковість кожного окремого акту розпаду.
- Спонтанне параметричне розсіювання також може бути використане в випадкових генераторах чисел.

В ході виконання роботи був проведений аналіз якості генерації квантових випадкових чисел на базі мобільних пристроїв. В якості джерела шуму був використаний гіроскоп смартфона. Було з'ясовано, що гіроскоп може виступати джерелом шуму, оскільки навіть коли смартфон знаходиться у стані спокою, спостерігається флуктуація величин відхилення.

У роботі передбачається розробити програмний комплекс, який складається з мобільного додатку та утиліти для персонального комп'ютера. Основною задачею мобільного додатку є отримання шуму з гіроскопа та перетворення його у двійкову послідовність. Утиліта використовує її для генерації кінцевих чисел, які отримує користувач. Передбачається реалізувати декілька способів генерації випадкових чисел:

1. Квантові випадкові числа. Вся випадкова послідовність отримується виключно з гіроскопа. Цей режим є найбільш повільним.
2. Псевдовипадкові числа з зерном (seed), яке є квантовим випадковим числом. В цьому випадку сід генерується з шуму гіроскопу та використовується утилітою як сід для генерації псевдовипадкової послідовності за допомогою якісного алгоритму. Цей режим є більш швидким.
3. Псевдовипадкові числа. Вся послідовність отримується за допомогою стійкого алгоритму генерації псевдовипадкових чисел.

Створений програмний комплекс можна використовувати у навчальному процесі та для виконання досліджень у лабораторних роботах.

## Проектування та розробка програмно-апаратного комплексу охоронної системи

Остапець Я. Д., Дзюба В. В.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Охоронна сигналізаційна система – комплекс зв'язаних електронних пристроїв, призначенням якого є виявлення несанкціонованого проникнення на об'єкт, що охороняється, і формування відповідного оповіщення. Система сповіщає власника та/або охорону про несанкціоноване проникнення за допомогою звукових, світлових, інформаційних сигналів. Для спрацювання сигналізації необхідне вторгнення всередину об'єкта, тобто передбачає фізичні збитки, але система не перешкоджає злому, крадіжці майна тощо.

Проведений аналіз найпоширеніших сучасних систем охорони на ринку України.

До технічних засобів охорони входять: сповіщувачі (датчики виявлення) різного принципу дії; приймально-контрольні прилади (ПКП) та панелі; основні та резервні блоки живлення; обладнання для обміну інформацією з пультом охорони та/або телефоном.

Існує багато способів проникнення в приміщення: через зламані двері, розбите вікно, проломлену стіну тощо. За безпосереднє виявлення порушення доступу в приміщенні відповідають датчики виявлення. За способом виявлення виділено групи: рухи (ІЧ, об'ємні, УЗ); наближення та дотики (ємнісні); відкриття (магніто- та електроконтактні); розбиття зашкленних поверхонь (акустичні, ударно-контактні); проломи та тряска (вібраційні).

За принципом своєї роботи охоронні системи поділяються на: охорони фізичного периметру; контролю та управління доступом (СКУД); виявлення пожежної небезпеки.

Серед способів зв'язку між системою охорони та отримувачем, для сповіщення про сигнал тривоги, виділяють дротові та бездротові канали передачі. Як правило, для підвищення надійності системи, передбачують вбудовування різнотипних каналів передачі.

За результатами огляду та аналізу можливих варіантів, було прийнято рішення та сформовано ТЗ до розробки власної дротової охоронної системи фізичного периметру із модулем GSM. Головною перевагою є відсутність обмежень по дальності передачі даних.

Центральний функціональний блок системи виконано на базі мікроконтролера AT Mega 2560 на платі Arduino Mega. Наявна достатня кількість апаратних послідовних портів (UART), вбудована EEPROM пам'ять об'ємом 4 Кб та велика кількість портів.

У якості модуля GSM використано дешеву та поширену модель SIM800L, обмін даними (AT команди і відповіді на них) відбувається через UART.

Обрано зв'язку з ультразвукових (УЗ) та інфрачервоних (ІЧ) датчиків руху. УЗ датчики відстежують зміну коливань ультразвукових хвиль, а ІЧ датчики приймають тепло, яке випромінюють живі об'єкти у русі. В купі вони функціонально доповнюють один одного.

Дані про користувачів зберігаються в енергонезалежній пам'яті контролера у вигляді масиву визначеної структури. Один запис – 176 б, а повний масив (20 шт.) – 3520 б.

Програму мікроконтролера було написано в інтегрованому середовищі розробки Arduino IDE на мові Arduino C. Використано наявні бібліотеки у розширеннях, а саме: «EEPROM.h» для роботи з EEPROM пам'яттю та «Ultrasonic.h» для роботи з УЗ сонаром.

Для забезпечення можливості конфігурації пристрою, було розроблено спеціальну систему команд взаємодії з ПК по послідовному інтерфейсу. Передача команд відбувається у форматі ASCII, це зручно у налагодженні та дозволяє працювати через термінал.

Додаток конфігуратора розроблено під ОС Windows в середовищі об'єктно-орієнтованого програмування Borland Delphi 7. Під дану платформу застосовано компонент VComPort, призначений для обміну даними через інтерфейс RS-232.

Управління системою відбувається за допомогою дзвінків із застосуванням технології DTMF, інформування – дзвінки та SMS. Розроблений комплекс може використовуватися для охорони квартири або маленького офісу ( $\leq 20$  користувачів), а також у навчальних цілях, у якості демонстраційного засобу.



## Створення RBF мережі для визначення мережевих атак категорії U2R

Пахомова В. М., Кулик В. А.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Створення ефективної системи виявлення мережевих атак вимагає застосування якісно нових підходів до обробки інформації, які повинні ґрунтуватися на адаптивних алгоритмах здатних до самонавчання. Найбільш перспективним напрямком у створенні подібних систем виявлення атак на комп'ютерну мережу є застосування нейромережевих технологій, що підтверджує актуальність теми.

Відомо, що існує декілька категорій мережевих атак: DoS (Denial of Service), U2R (User-to-Root), R2L (Remote-to-Local) та Probe. Мережеві атаки категорії U2R – це атаки, що є експлуатацією системи, під час якої хакер починає роботу в системі зі звичайним обліковим записом користувача і намагається зловживати вразливими місцями в системі, щоб отримати привілеї суперкористувача. U2R категорія розділяється на такі класи: Buffer\_overflow, Loadmodule, Perl, Rootkit.

На сучасному етапі виявленням атак на комп'ютерну мережу займається багато різних вчених та науковців, як в нашій країні, так і за кордоном. Виявлення мережевих атак на комп'ютерну мережу можна здійснити з використанням наступних нейронних мереж: багатошарового перцептрон (Multi Layer Perceptron, MLP); радіально-базисної мережі (Radial Basis Function Network, RBF); мережі Кохонена або самоорганізуючої карти (Self Organizing Maps, SOM); нейронечіткої мережі (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS). Огляд наукових джерел показав, що RBF має наступні переваги: спрощену структуру мережі (наявність лише одного прихованого шару); високу швидкість навчання; здатність навчатися на неоднорідній вибірці даних; можливість моделювання систем із глибокою нестабільністю; можливість побудови моделей динаміки нестационарних об'єктів; володіння прогностичними властивостями; здатність моделювати випадкові процеси, тому для виявлення мережевих класів атак категорії U2R обрано RBF, яка складається із вхідного, єдиного прихованого (радіально-базисного) і лінійного вихідного шарів. Нейрони прихованого шару діють за принципом центрування на елементах навчальної вибірки. Властивості такої нейронної мережі визначаються радіально-базисними функціями. Радіально-базисна функція - це багатовимірна функція, що залежить від відстані між вхідним вектором, власним центром та параметром ширини. Таким чином, кожен нейрон прихованого шару визначає відстань між вхідним вектором та своїм центром, і виконує над ним деяке нелінійне перетворення.

Створена в Python програма «RBF\_U2R» на основі реалізації мережі RBF, конфігурація якої N-M-K, де N – кількість вхідних нейронів (параметри мережевого трафіку із відкритої бази KDDCup); M – кількість прихованих нейронів (радіально-базисні функції, у якості функції активації взято функцію Гауса); K – кількість результуючих нейронів (наступні кластери: Buffer\_overflow; Loadmodule; Perl; Rootkit; Normal). Використаний багатокроковий алгоритм навчання нейронної мережі, на формування структури якої також впливає коефіцієнт згладжування, що вибирається експериментально. Для відображення інформації обрана бібліотека Matplotlib, до складу якої надходить модуль Matplotlib.pyplot, який містить в собі функції для графічного відображення інформації. У якості допоміжних бібліотек обрано Numpy (бібліотека з відкритим вихідним кодом), до складу якої надходять багатомірні масиви з високорівневими функціями для роботи над ними. Для аналізу даних використано Metrics від Sklearn. Модуль Sklearn.metrics включає функції оцінки та метрики продуктивності.

На створеній програмі «RBF\_U2R» проведено дослідження параметрів Accuracy і Loss. Для навчання нейронної мережі (протягом 5000 епох) використана вибірка із 83 прикладів: Buffer\_overflow – 10; Loadmodule – 5; Perl – 3; Rootkit – 9; Normal – 56. Середня точність нейронної мережі під час навчання та тестування складала 87,88 % та 76,47 % відповідно.

## **Використання механізмів штучного інтелекту для аутентифікації вантажних залізничних вагонів**

Пашук В.В., Дніпровський інститут інфраструктури та транспорту Українського державного університету науки і технологій, Україна

На даний момент в системах залізничного транспорту потребується ідентифікація номерів вантажних вагонів, що дозволяє оперативно отримувати інформацію про параметри (номер, тип та ін.) вагонів, локомотивів та іншого рухомого складу в реальному режимі часу. Завдяки цьому стає можливим впровадження нових концепцій системи технічного обслуговування та ремонту. При цьому існує ряд недоліків та проблем:

- 1) ненадійне зчитування на забрудненому номері вагону рухомого складу;
- 2) несприятливі погодні умови;
- 3) слабке або нечітке освітлення прожекторів у темну годину доби;
- 4) недостатньо потужна робота датчиків та відеоадаптерів під час

безпосереднього зчитування номера вагону.

Зупинимося на проблемах стеження за рухом вантажів: відстеження товарів передбачає в будь-який час в режимі “реального часу” можливість отримання інформації про стан транспортних засобів, що перевозять товари та/або про становище самих товарів або їх контейнерів, а також про умови перевезення. Моніторинг має логічний зв'язок з попередженням аварій.

Для задачі розпізнавання номерів вантажних вагонів найкраще підійде механізм використання згорткових нейронних мереж (CNN).

Згорткові нейронні мережі — це досить широкий клас архітектур, основна ідея яких полягає в тому, щоб перевикористати одні й ті ж частини нейронної мережі для роботи з різними маленькими, локальними ділянками входів.

Головна ідея, яка лежить в основі згорткових нейронних мереж, полягає в тому, що цілком достатньо локального осмислення зображення. Практична перевага згорткових нейронних мереж така, що, маючи декілька параметрів, можна значно скоротити час на навчання, а також об'єм даних, необхідних для навчання моделі.

Замість повнозв'язних мереж із вагами від кожного пікселя CNN має достатню кількість ваг, необхідних для перегляду невеликого фрагменту зображення номера вагону. Це все одно що наприклад читати книгу з лупи: в кінцевому рахунку ви прочитаете всю сторінку, але в будь-який момент дивитесь тільки на невеликий її фрагмент.

Привабливість цих мереж полягає в тому, що число використаних моделлю параметрів не залежить від розміру початкового зображення. Наприклад, можна виконати одну й ту саму згорткову нейронну мережу на зображення розміром 300\*300, і число параметрів у згортковому шарі не зміниться.

Для роботи із зображеннями номерів вагонів будемо використовувати формат файлів bmp. Конвертувати в формат BMP можна файли наприклад таких форматів як JPG, PNG, GIF. Оскільки будь-яке зображення (в нашому випадку це зображення номера вагону), яке завантажується з графічного файлу, є набором кольорових точок (пікселів), то інформацію про кожну таку точку доцільно зберігати в бітах.

BMP – це формат файлу зображення, який не має нічого спільного з апаратними пристроями та широко використовується. Він використовує формат зберігання растрових зображень, за виключенням необов'язкової глибини зображення, не використовує ніякого другого стиснення, а тому BMP файл займає багато місця. Файлова структура BMP складається з чотирьох частин: структура даних заголовка растрового файлу; структура растрових інформаційних даних; палітра та растрові дані.

## Можливості використання експертних систем при створенні елементів систем захисту інформації

Сухомлин О. О., Остапець Д. О.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Експертні системи - це системи, на основі засобів штучного інтелекту, які допомагають приймати рішення при розв'язанні задач у вузькій професійній області. Робота системи заснована на моделюванні систем мислення людини, що оперує деякими методиками розв'язання проблем, якими користуються експерти у своїй роботі. Система формує висновки на основі тих знань, якими володіє. Зазвичай ці знання та правила заносяться до так званої бази знань експертами у відповідній галузі. Експертна система працює на евристичних і наближених методах, тому не завжди гарантують правильність сформованого рішення.

Система прийняття рішень повинна задовольняти наступні вимоги:

Система повинна бути у змозі пояснити, чому запропоноване нею рішення є найкращим та надати всю інформацію користувачеві, аби переконати його у правильності цього рішення.

Основною характеристикою системи повинна бути її швидкодія та достовірність отриманих результатів. Система повинна за прийнятний час надати розв'язок не гірший, ніж може запропонувати експерт у цій предметній галузі.

Експертна система повинна мати вузьку область застосування.

Існують такі інструменти для створення експертних систем:

- Процедурні, орієнтовані на обробку символічної інформації (наприклад, ЛІСП);
- Програмні мови високого рівня, які орієнтовані на розробку експертних систем (наприклад, PROLOG, CLIPS);
- Засоби автоматизації процесів конструювання, використання та модифікації експертних систем (наприклад, RLL, HEARSAY-4 і т.п.);
- Пусті експертні системи, які не мають бази знань ні про яку прикладну область (наприклад, CODEX, EMYCIN, DECTOOLS і т.п.).

В роботі розглянуті відомі приклади використання експертних систем:

- CSAAES - експертна система для розпізнавання атак інформаційної безпеки;
- ODYSSEUS - система для створення бази знань;
- Mycin - діагностика інфекційних хвороб крові та рекомендація антибіотиків;
- R1 / XCON - обробка замовлень;
- SHINE Real-time Expert System - рушій для отримання даних про стан і безпеку космічного корабля;
- STD Wizard - експертна система для рекомендації та вибору медичних аналізів (діагностики).

Експертну систему необхідно сприймати як помічника у прийнятті рішення, а не як систему, яка приймає рішення замість користувача, вона лише надає обґрунтовані рекомендації по вирішенню задач.

Для вирішення багатьох задач в сфері проектування компонентів систем захисту інформації важлива саме думка експерта, оскільки немає чітких алгоритмів розв'язання таких задач на для всіх випадків (наприклад, розробка моделі загроз, моделі порушника або політики безпеки). Впровадження експертної системи має знизити трудомісткість роботи експертів, що призведе до заощадження коштів підприємствами.

## Дослідження та розробка засобів вивчення решіткового кодування

Устенко А.Б., Нікітін В.М.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

“Решіткове кодування” або “решітково-кодована модуляція” (Trellis Coded Modulation — TCM) є важливим компонентом технологій передачі повідомлень каналами із шумом. Зокрема аналіз його сучасних застосувань свідчить, що найбільш поширеним тут є стандарт SHDSL, який орієнтується на передачу даних кабелями із вузькою частотною смугою. Рішення на базі SHDSL нині використовуються зокрема в промисловості. Вони мають певні переваги щодо захищеності (порівняно з передачею в ефірі) та економічності (порівняно із використанням оптичних кабелів). Таким чином, ця технологія, хоч і не належить до найбільш поширених, має певні сфери сучасного використання.

Нині студенти кафедри ЕОМ знайомляться із технологією TCM в межах навчального курсу “Теорія інформації та кодування”. Цінність її вивчення обумовлена синтетичним характером TCM: ця технологія поєднує елементи збиткового (зокрема “згорткового”) кодування і сучасних видів модуляції (зокрема PSK та QAM). Тож її вивчення дає розуміння, як саме можна конвертувати збитковість кодування в завадостійкість сигналів. До того ж TCM використовує алгоритм декодування Вітербі, який є найбільш поширеним в царині згорткових кодів, і його детальний розгляд на цьому прикладі є досить доречним.

Аналіз підходів до викладання засад TCM в сучасній версії курсу “Теорія інформації та кодування” свідчить, що воно є досить узагальненим і не завжди забезпечує повне розуміння принципів технології, зокрема складної взаємодії схеми кодера та модулятора. Це зокрема пов'язано із обмеженням часу на вивчення широкого класу кодів із захистом від помилок. Такий недолік можна компенсувати поглибленим вивченням в лабораторній роботі із використанням відповідної демо-програми.

Пошук в Інтернет засобів, що наочно ілюструють дію технології TCM, виявив значну кількість якісного графічного матеріала, а також демонстрації, які відображають певні етапи технології в динаміці. Однак завданням лабораторної роботи повинно бути самостійне дослідження, що виконується студентом згідно індивідуальному варіанту. Отже створення оригінальної демо-програми, яка б відповідала цим вимогам, є актуальним.

За результатами аналізу запропоновані вимоги до програми демонстрації засад TCM:

- відобразити динаміку роботи регістра-кодера, що перетворює вхідний потік інформаційних бітів в подвоєний потік “дібітів”, які надалі візьмуть участь в формуванні завадостійких сигналів;

- відобразити динаміку змін стану схеми в наочній формі решіткової діаграми. Показати на прикладах етапи кодування та декодування із виявленням помилок за алгоритмом Вітербі;

- відобразити конверсію одержаних кодових послідовностей в сигнали PSK/QAM, наочно показавши переваги способу щодо завадостійкості сигналів, в тому числі із відповідною оцінкою в децибелах.

Розроблена програма повністю відповідає всім вимогам. Наступний крок – апробація програми в навчальному процесі. Для цього додатково розроблено низку тестових питань щодо вивчення технології TCM, а також методику застосування програми в навчальному процесі.

## **Біометрична ідентифікація та аутентифікація за клавіатурним почерком**

Ярьоменко Д. О., Остапець Д. О.,

Український державний університет науки і технологій, Україна

Проблеми безпечного зберігання інформації та санкціонованого доступу до систем різного роду завжди були актуальними. Вирішення цих проблем загалом вирішується впровадженням систем контролю та управління доступом. Система проводить ідентифікацію та аутентифікацію користувачів. При цьому виникає необхідність вибору методу аутентифікації. У роботі розглядається клавіатурний почерк, як спосіб аутентифікації користувачів у системі.

Для алгоритмів цього типу характерно наявність режиму навчання. Користувач може пройти аутентифікацію за допомогою логіна і пароля, після чого набрати який-небудь текст. Програма зчитує динамічні характеристики користувача і зберігає їх. Отже, після навчання в системі накопичуються дані, які характеризують певного користувача. Існують три великі групи варіантів застосування алгоритмів розпізнавання клавіатурного почерку: аналіз почерку під час введення паролю, аналіз почерку після введення додаткового текстового фрагмента або фрази, постійний прихований моніторинг клавіатурного почерку користувача.

Після етапу навчання системи слідує другий етап: аутентифікація або ідентифікація. На цьому етапі в системі накопичено достатньо даних, які характеризують користувачів і тепер можливо використовувати ці відомості для підвищення надійності аутентифікації.

Порівняння характеристик клавіатурного почерку може відбуватися з використанням імовірно-статистичних методів і за допомогою нейронних мереж. Вважається, що методи, засновані на застосуванні нейронних мереж, можуть забезпечити більш високу точність. При цьому вони вимагають великої обчислювальної потужності. Одним із способів підвищення точності роботи алгоритму є постійне оновлення еталона для користувача, який був успішно авторизований. Це дозволить даним не застаріти і завжди відповідати поточному рівню швидкості та характеру друку користувача.

Безумовно, необхідно враховувати те, що метод аутентифікації за клавіатурним почерком має сенс впроваджуватися тільки, якщо системою користуються люди з сформованим клавіатурним почерком, тобто мають деякий досвід користування комп'ютером.

Розроблений комплекс базується на алгоритмі розпізнавання клавіатурного почерку після введення додаткового текстового фрагмента або фрази з подальшим аналізом з використанням імовірно-статистичних методів.

Комплекс складається з програмних засобів демонстрації навчання та перевірки коректності клавіатурного почерку з можливістю створення бази даних (директорії) т.зв. «часових зарубок» для користувача за заявленим логіком з обранням режиму роботи: створення еталону, аутентифікація, ідентифікація. На кожному етапі є можливість перевірити отримані результати як в активному робочому вікні програмного засобу, так і в директорії заявленого користувача. Користувач може вводити маленькі літери кирилиці «а...я», цифри «0...1» та знак пробілу. Програмний засіб аналізує час утримання певної клавіші при натисканні користувача клавіші, та час між натисканням клавіш, коли користувач перестає утримувати клавішу та натискає наступну клавішу.

Розроблені засоби можуть використовуватися для демонстрації процесу ідентифікації та аутентифікації за клавіатурним почерком в навчальному процесі.

## **Creation of neurofuzzy network for detection of Probe category attacks**

Pakhomova V. M., Maslak A. V., Ukrainian State University of Science and Technology, Ukraine

The modern world cannot be imagined without computer networks: both local and global; therefore, the issue of network security is becoming more and more urgent, which confirms the relevance of the topic.

The review and analysis of scientific sources showed that at the current stage, the most often proposed systems for detecting network attacks are built on the basis of the following neural networks: Multi Layer Perceptron (MLP); Self Organizing Maps (SOM); Radial Basis Function Network (RBF). Existing methods of detecting network attacks can be strengthened by using neurofuzzy technology (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS). Network traffic parameters from the KDDCup99 database with TCP connection parameters were used as input data. The database presents known categories of attacks: DoS; U2R; R2L; Probe. Probe attacks consist in scanning network ports in order to obtain confidential information. The following classes of network attacks are known according to the Probe category: Portsweep, Ipsweep, Satan, Nmap.

As a research method, ANFIS configuration 4-5-8-16-1 was used, where 4 is the number of input neurons (sum of connections to the destination port `dst_host_srv_count`; percentage of connections to different destination machines among connections aggregated in `dst_host_srv_count`; percentage of connections to different destination machines among connections aggregated in `srv_count`; percentage of connections to different services); 5 – total number of layers (input, inputmf, rule, inputmf, output); 8 – the number of neurons of the first hidden layer; 16 – the number of neurons of the second hidden layer; 1 – the number of resulting neurons created using the Fuzzy Logic Toolbox package of the MatLAB system; the Gaussian function is taken as the neuron membership function; the resulting characteristic is the degree of confidence that the attack took place with the following terms: low; average; high.

The input layer contains neurons that represent the membership functions of the input fuzzy variables and perform the fuzzification operation of the input data. The inputmf layer contains neurons that store the correct values for the rules that make up the knowledge base created as a result of neural fuzzy network training; these neurons can contain any variants of the implementation of the t-norm operation, which is a vague analog of the "AND" logical operation. Neurons of the rule layer contain the results of rule calculations taking into account the weight of each rule. The output layer contains only one neuron, which calculates the final output of the neuron-fuzzy network, performing the defuzzification (sharpening) operation by determining the centers of fuzzy classes.

At the preparatory stage, samples were prepared using the Microsoft Excel package. The training sample consisted of 100 examples, the test sample consisted of 70 examples. On the created ANFIS, an error study was carried out on samples of different lengths (60, 80, 100 examples) using different optimization methods: Backpropa (error backpropagation method based on the ideas of the steepest descent method) and Hybrid (hybrid method that combines the method of backpropagation of the error with the method of least squares). It was determined that the smallest ANFIS error value was obtained by the Hybrid method (40 epochs), while it is enough to have a sample of 60 examples.

During the research, the following results were obtained on ANFIS: TP (True Positive); FP (False Positive); FN (False Negative); TN (True Negative), on the basis of which at the final stage it remains to evaluate the quality of solutions. The error of the first kind is the number of falsely detected attacks (FP, False Positive), and the error of the second kind is the number of missed attacks (FN, False Negative). It was found that the value of the error of the second kind on the ANFIS of the optimal structure was 0.5 %; 1.5 %; 3 %; 4 % for Ipsweep; Satan; Portsweep and Nmap classes respectively.

## Creation of RBF software model for detection of DoS attacks

Pakhomova V. M., Motylenko V. A.,

Ukrainian State University of Science and Technology, Ukraine

Intrusion detection systems are used to detect network attacks in real time. One of the most effective approaches in classifying a large volume of data is the use of neural network technology, which allows detecting not only known network attacks, but also detecting new ones, which confirms the relevance of the topic.

In general, the following neural networks can be used to detect attacks on a computer network: Multi Layer Perceptron (MLP); Kohonen networks or Self Organizing Maps (SOM); Radial Basis Function Network (RBF); Neurofuzzy Network (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS), as well as their combinations. A review of scientific sources showed that a significant number of scientific publications are devoted to the study of DoS attacks based on the use of MLP. But today it is also known that false positives do not always occur on the same network packets when analyzed using different types of neural networks. However, the problem with RBF is choosing the number of radial basis functions, in particular, Bajer D. states that the number of necessary radial-basis functions grows exponentially with the increase in the number of input variables.

The DoS category is characterized by the generation of a large volume of traffic, which leads to server overload and blocking. The following classes of network attacks are known according to the DoS category: Back, Land, Neptune, Pod, Smurf, Teardrop. The open database KDDCup, which contains 4898431 records (23 types in total), was used as initial data. The analysis of the KDDCup database showed that it includes: 2,203 entries for the Back network class; 21 entries for the Land network class; 1,072,017 entries for the Neptune network class; 264 entries for the Pod network class; 2,807,886 entries for the Smurf network class; 979 entries for the Teardrop network class; 972,781 entries for the Normal (has no attack), so the following clusters are selected for further research: Neptune; Smurfs; Normal.

Neptune affects operating systems that implement the TCP protocol. To attack a target machine, connection requests with false sender IP addresses are sent in a short period of time, which exhausts the resources of the target host and prevents legitimate connection requests from being processed.

Smurf is a distributed denial-of-service attack in which a large number of Internet Control Message Protocol (ICMP) packets with a spoofed source IP address of the intended victim are broadcast to a computer network using a broadcast IP address. Most devices on the network will respond to the source IP address by default. If the number of machines on the network receiving and responding to these packets is very large, the victim's computer will be overwhelmed with traffic. This can slow down the victim's computer to the point where it becomes unusable.

The Rust language was chosen as a software tool, which is focused on security and ensures high parallelism of tasks. One of the features of Rust is the use of traits, which support object-oriented programming and denote the common behavior of different types.

A software model was created, which is based on the RBF of the N-M-K configuration, where N is the number of input neurons (network traffic parameters); M is the number of neurons of the hidden layer (the number of radial basis functions); K is the number of resulting neurons (network classes of attacks for research and Normal) by the method of stochastic gradient descent, as the membership function of hidden neurons, a Gaussian function was taken using the following samples: training, which consisted of 200,000 examples for each cluster; test, consisting of 10,000 examples for each cluster; control, consisting of 100 examples for each cluster.

The accuracy and root mean square error of RBF were studied on the created software model according to the following parameters: training epochs; the length of the training sample; the number of hidden neurons (radial basis functions).

# TEMPUS: CITISET & SEREIN & CRENG

ФАКУЛЬТЕТ «Комп'ютерні технології і системи» ГОТУЄ ФАХІВЦІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНОСТЯМИ: «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ», «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ», «КІБЕРБЕЗПЕКА», «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ», ТА НАВЧАЛЬНОЮ ПРОГРАМОЮ «СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ» СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ». В УНІВЕРСИТЕТІ ТА НА ФАКУЛЬТЕТІ ДІЮТЬ МІЖНАРОДНІ МАГІСТЕРСЬКІ ПРОГРАМИ В ГАЛУЗЯХ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ», «ВИСОКОШВИДКІСНИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ», «КРИЗА ТА РИЗИК ІНЖЕНІРІНГ В СФЕРІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ». ВЕДЕТЬСЯ ПІДГОТОВКА ДОКТОРІВ РnD ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ».

вул. Лазаряна, 2,  
м. Дніпро,  
Україна,  
49010,  
тел. +38(056)373-15-52  
ust.edu.ua

 **kts.diit**

 **kts.diit**

