

Міністерство освіти і науки України
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті Алматы, Қазақстан
Національний авіаційний університет
Університет економіки та права «КРОК»
Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie Polska
Slovenská technická univerzita v Bratislave Slovensko

ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛЮЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ (ІМТСК-2024)

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

ЗБІРКА ТЕЗ



18-19 квітня 2024 року
Черкаси, Україна

Ministry of Education and Science of Ukraine
The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
International IT University Almaty, Kazakhstan
National Aviation University
“KROK” University
Jan Długosz University, Czestochowa, Poland
Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia

**INFORMATION MODELING
TECHNOLOGIES, SYSTEMS AND
APPLICATIONS
(IMTSA-2024)**

**V INTERNATIONAL
SCIENTIFICALLY-PRACTICAL CONFERENCE**

COLLECTED ARTICLES



**April 18-19, 2024
Cherkasy, Ukraine**

УДК 004

Інформаційні моделюючі технології, системи та комплекси (ІМТСК-2024) : V міжнародна науково-практична конференція. 18-19 квітня 2024 р., Черкаси, Україна. – Черкаси : Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, 2024. – 319 с.

В матеріалах конференції відображені результати теоретичних та експериментальних досліджень, які пов'язані з перспективними напрямками розвитку інформаційних технологій, технологій моделювання інформаційних та інтелектуальних систем і комплексів.

Матеріали конференції подаються в авторській редакції мовою оригіналу.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:

Осауленко І. А., д.т.н., доцент (Україна, Черкаси)

Данченко О. Б., д.т.н., професор (Україна, Черкаси)

Колеснікова К. В., д.т.н., професор, (Казахстан, Алмати)

Квасніков В. П., д.т.н., професор (Україна, Київ)

Алькама В. Г., д.е.н., професор (Україна, Київ)

Кулаковська А., д.т.н., доцент (Польща, Ченстохова)

Катаєва Є. Ю., д.т.н., доцент (Словаччина, Братислава)

Кирилюк Є. М., д.е.н., професор (Україна, Черкаси)

Гриценко В. Г., д.п.н., доцент, (Україна, Черкаси)

Цибровський С. В., віцепрезидент по технологіях eKreative (Україна, Черкаси)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Осауленко І. А.

Супруненко О. О.

Веретельник В. В.

Ярмілко А.В.

Любченко К. М.

Бушин І. М.

Адреса організаційного комітету:

18031, Україна, м. Черкаси, бульв. Шевченка 79

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
факультет обчислювальної техніки, інтелектуальних та управляючих систем

Тел. +38 (0472) 33-07-59

e-mail: imtsk.fotius.cdu@gmail.com

UDC 004

Information modeling technologies, systems and applications (IMTSA-2024). Third international scientifically-practical conference, April 18-19, 2024, Cherkasy, Ukraine. – Cherkasy: The Bohdan Khmelnytsky national university of Cherkasy, 2024. – 319 p. (collected articles)

The proceedings of the conference containing results of scientific and practical research in relation to promising directions of information technologies, modeling technologies and applications.

The articles are the original work of the author, and submitted by original author's language and editorial.

THE PROGRAMME COMMITTEE:

Igor Osaulenko	Dr. Tech. Sc., Assoc. Prof. (Ukraine, Cherkasy)
Elena Danchenko	Dr. Tech. Sc., Prof. (Ukraine, Cherkasy)
Kateryna Kolesnikova	Dr. Tech. Sc., Prof. (Kazakhstan, Almaty)
Volodymyr Kvasnikov	Dr. Tech. Sc., Prof. (Ukraine, Kyiv)
Viktor Alkema	Dr. Econ. Sc., Prof. (Ukraine, Kyiv)
Anna Kulakowska	Dr. Tech. Sc., Assoc. Prof. (Poland, Częstochowa)
Yevheniia Kataieva	Dr. Tech. Sc., Prof. (Slovakia, Bratislava)
Yevhen Kyrylyuk	Dr. Econ. Sc., Prof. (Ukraine, Cherkasy)
Valerii Hrytsenko	D. Ed. Sc., Assoc. Prof. (Ukraine, Cherkasy)
Serhii Tsybrovskyi	vice president eKreative (Ukraine, Cherkasy)

THE ORGANISING COMMITTEE:

Igor Osaulenko
Oksana Suprunenko
Vitalii Veretelyk
Andrii Yarmilko
Kostiantyn Liubchenko
Igor Bushyn

ЗМІСТ

Секція 1. Моделювання та інформаційні технології 14

Dyadun S. V. ON THE QUESTION OF ADEQUACY OF MODELS OF COMPLEX PROCESSES IN THE CONTROL OF LARGE SYSTEMS	15
Dyadun S. V. SIMULATION MODELING AT MAKING DECISIONS ON THE CONTROL OF COMPLEX SYSTEMS	18
Kozina Y., Yukhymenko B., Ishchenko A. CLASSIFICATION ALGORITHM FOR DETERMINING THE BUGS SEVERITY IN SOFTWARE	20
Kumargazy B., Alpysbay N., Kolesnikova K. ANALYSIS OF TOOLS FOR MODELING THE CONDITIONS OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS	23
Веретельник В. В., Лось В. Ю. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОБУДОВИ DIGITAL-TWIN (ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА) В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	26
Волков О. Ю., Войналович Н. М. ОПТИМІЗАЦІЯ КРЕДИТНОГО СКОРИНГУ ДЛЯ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ МАШИННОГО НАВЧАННЯ XGBOOST	29
Голуб Д. А., Мисник Б. В., Супруненко О. О. БІБЛІОТЕКА ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ В ІНФОРМАТИЦІ	32
Грубнік О. С., Бушин І. М. ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ SUPER- RESOLUTION	34
Дяченко П. В., Климчук В. А. РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРИ ВЕБФОРУМУ	37
Дяченко П. В., Утенков В. А. ВЕБ-СЕРВІС ЦИФРОВОЇ ДИСТРИБУЦІЇ ТОВАРІВ	40
Дяченко П. В., Харитонов Н. Ф. РОЗРОБКА ВІДЕОГРИ У ЖАНРІ «ROGUELIKE».....	43
Крячок О. С., Макаренко Н. В. ДО ПИТАННЯ ПРО МЕТОДИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ДЖЕРЕЛ МАГНІТНИХ АНОМАЛІЙ	46
Кухоль Є. В., Веретельник В. В. ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ	49

Макарчук А. В., Барабаш О. В., Саланда І. П. ВДОСКОНАЛЕННЯ ЙМОВІРНІСНОГО КРИТЕРІЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ БАГАТОМАШИНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	51
Нечипоренко О. В., Семененко Д. А., Нетяхата Ю. В. РОЗРОБКА БЛОКУ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ВЕРСТАТА DESKEL МАНО DC 50 V	54
Панов А. О., Гладуш В. Г. МОДЕЛЬ СИСТЕМИ НЕЧІТКОГО КЕРУВАННЯ ВОДОНАСОСНОЮ УСТАНОВКОЮ	56
Панов А. О., Мухін Б. Д. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ	59
Панов А. О., Столяров О. В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПНЕВМАТИЧНОЇ КОНВЕЄРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА	62
Порубльов І. М. ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБУ ДОЇЗДУ НА ТАКСІ ГРУПИ КЛІЄНТІВ ЗІ СПІЛЬНИМ СТАРТОМ І РІЗНИМИ ФІНІШАМИ	65
Селезнєва Д. О., Майстер А. В. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗУ ФІНАНСОВОГО РИНКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	68
Тичков В. В., Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Тичкова Н. Б. ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ СУРОГАТНИХ МОДЕЛЕЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОЄКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ	71
Тичкова Н. Б., Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Тичков В. В. ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУРОГАТНИХ МОДЕЛЕЙ ЗМЕНШЕНОЇ РОЗМІРНОСТІ В ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧАХ	74
Секція 2. Програмне та апаратне забезпечення інформаційних систем	77
Бармутов Р. М., Онищенко Б. О. ЗАСОБИ ГЕНЕРАЦІЇ ПРОГРАМНОГО КОДУ ДЛЯ РОБОТИ З БАЗАМИ ДАНИХ У МОБІЛЬНИХ АНДРОЇД-ЗАСТОСУНКАХ	78
Безрідний В. І., Бушин І. М. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ “ЖИВИХ” КАРТИН	80

Бердник О. В., Горбатенко М. Ю. ОНЛАЙН РОЗКЛАД ЯК СКЛАДОВА ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЯ УНІВЕРСИТЕТУ	83
Гнатюк Д. А. ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ І ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В СЕРВЕРНИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМАХ.....	85
Донченко В. О. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «МІГРАЦІЙНА КАРТА»	89
Єгоян В. Б., Любченко К. М. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОСНОВНОГО ТУРУ ГРИ «БРЕЙН-РИНГ».....	92
Касьяненко М. М. ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ АВТЕНТИФІКАЦІЇ SESSIONS ТА JWT.....	94
Каштан В. Ю., Іванов Д. В. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБОРУ АНАЛІТИЧНИХ ДАНИХ ІЗ ВЕБ-РЕСУРСІВ	97
Ковтун Є. Р., Онищенко П. Б., Онищенко Б. О. ПРОГРАМНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ КОРПУСНОЇ РОЗМІТКИ ТЕКСТУ УСНОГО МОВЛЕННЯ	100
Льовкін В. М., Аубакірова М. Б. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРІОДУ ПЕРЕБУВАННЯ ТВАРИН У ПРИТУЛКУ	102
Льовкін В. М., Терлецький С. В. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ АБОНЕМЕНТІВ У КЛУБІ ДЛЯ ЗАНЯТЬ СПОРТОМ	104
Любченко К. М. ПРО ПРОБЛЕМУ МІНІМІЗАЦІЇ БУЛЕВИХ ФУНКЦІЙ.....	106
Люта М. В., Супруненко О. О. ВИБІР МЕТРИК ДЛЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	108
Марченко С. В., Ярмілко А. В. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПОСТАЧАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЧИХ ІОТ-СИСТЕМ	111
Мисник Б. В., Вакуленко Н. П. ПРІОРИТЕТИ ВИВЧЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ШАБЛОНІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	114
Мисюра Ю. О., Ярмілко А. В. ВИСОКОЧУТЛИВИЙ АЛГОРИТМ МОНІТОРИНГУ ЗМІН ФАКТУРИ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	116

Поліханенко І. А., Гребенович Ю. Є. АНАЛІЗ КОМПОНЕНТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ МАСШТАБОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ НА UNITY	119
Радоуцький К. Є., Гордієнко М. А. РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ PYTHON-ФРЕЙМВОРКУ	124
Слинько В. А. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	127
Секція 3. Захист інформації та телекомунікаційні системи..... 129	
Гузь Г. М., Гузь Д. В. ОГЛЯД ОСНОВНИХ XSS-АТАК НА ВЕБ-САЙТИ	130
Дяченко П. В., Гончар П. О. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ WEB-ЗАСТОСУНКІВ	133
Дяченко П. В., Олексієнко А. А. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ ЗАГРОЗ ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ	135
Мелентьев О. Б. ВИКОРИСТАННЯ ПАТЕНТНИХ БАЗ ДАНИХ ІНТЕРНЕТУ В ПРОЦЕСІ СТВОРЕННЯ ВІНАХОДІВ	137
Назаренко Д. М. ЕТИЧНИЙ ХАКІНГ ТА ВИЯВЛЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ УКРАЇНИ: ПОТЕНЦІАЛ ТА ЕТИЧНІ РОЗМЕЖУВАННЯ	140
Назаренко Д. М. НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОЇ КРИМІНАЛІСТИКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	143
Огребчук П. М., Сулім В. О. ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ВЕБТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ПЛАТФОРМ ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЙ	146
Секція 4. Інтелектуальні системи та робототехнічні комплекси 149	
Kovalenko A. E. SYSTEM DIAGNOSIS PROCESS MODELS FOR DISTRIBUTED AI INFORMATION SYSTEMS	150
Kulakowska A. FINITE ELEMENT METHOD AS A SOURCE OF INFORMATION	152

Lazarieva N. M. HIERARCHICAL ADAPTIVE FUZZY NEURAL NETWORK FOR CONTROLLING THE SPEED OF GOODS WAGONS	154
Senko K. V. INNOVATIVE APPROACHES IN DEVELOPING INTELLIGENT SYSTEMS AND ROBOTIC COMPLEXES: LEVERAGING AI, MACHINE LEARNING, AND SMART ALGORITHMS	157
Блінцов В. С., Надточий А. В., Сабуцький І. П. ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ МІЛКОВОДНИХ АКВАТОРІЙ УКРАЇНИ: РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ	159
Волощук А. С., Веретельник В. В. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ВОРОЖИХ НАРАТИВІВ В ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛАХ З ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	161
Калиненко Д. О., Молодожон Ю. М., Молочков В. М. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ШЛЯХІВ ДРОНАМИ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ.....	166
Камінський Д. О., Льовкін В. М. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ПУХЛИНИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ЗНІМКОМ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ	168
Корінецька Х. М., Сулім В. О. РОЗРОБКА ЧАТ-БОТА ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ОБРОБКИ PDF-ФАЙЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	170
Коцюбайло М. Р., Кузьмінська Н. Л. ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ КОМПАНІЇ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	173
Орлов М. Г., Веретельник В. В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ЛІТАЮЧИХ ЗАСОБІВ ЗА ВІДЕОПОТОКОМ	176
Савицький В. О. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОБРОБКИ ДАНИХ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ НА ОСНОВІ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	181
Скіцько О. І. ВИКОРИСТАННЯ ШІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	186
Столярчук Є. О., Кухарев С. О. СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В БАГАЖІ ПАСАЖИРІВ ЛІТАКА	188

Харченко Д. О. СЕМАНТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗОБРАЖЕНЬ ТА ВІДЕОПОТОКУ	191
Царук О. В. ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ	193
Чалий О. В. МЕТОДИ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КООРДИНАТНО- ВИМІРЮВАЛЬНОЇ МАШИН	195
Чемерис М. М., Риба Б. О. АНАЛІЗ СПОЖИВЧОГО РИНКУ ТА ІНСТРУМЕНТІВ ЙОГО МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ	198
Чемерис М. М., Смаглий К. О. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ МЕТОДУ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ	202
Швець Я. С. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ СТАНУ ВОДІЯ ЗА КЕРМОМ: ШЛЯХ ДО БЕЗПЕКИ НА ДОРОЗІ.....	205
Ширшов Р. А. ПРОТИДІЯ ЗЛОВМИСНОМУ ШІ.....	207
Шпак П. В., Жирякова І. А. ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ХЕЛЩЕРОПОДІБНИМ РОБОТОМ	209
Секція 5. Моніторингові технології, системи та комплекси в сучасному інформаційному суспільстві 212	
Senyk Andrii, Pyrih Yuliia, Pelekh Petro FEATURES OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS MONITORING EFFECTIVENESS BASED ON REGRESSION ALGORITHMS.....	213
Tarnavski Yu., Chuiko D. S. PERSONAL INFORMANT OF THE PATIENT ABOUT THE CRITICALITY OF AIR POLLUTION.....	217
Бережний А. О., Безверхий С. А., Борцова М. В. ОБРОБКА ПОЛЯРИМЕТРИЧНИХ ДАНИХ З СУПУТНИКА ALOS- 2/PALSAR-2 НА ГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ CUDA.....	219
Грошев Д. В., Царик Т. Ю. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КЕРУВАННЯ РЯТУВАЛЬНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ ПІД ЧАС РОБОТИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	221

Жирякова І. А. ХМАРНИЙ СЕРВІС ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ УШКОДЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ	223
Засядько А. А., Литовченко В. В., Рижков О. В. ОСОБЛИВОСТІ КОМПЕНСАЦІЇ ТА ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ВИМІРЮВАНИХ ДАНИХ ДОПЛЕРІВСЬКОЇ РАДАРНОЇ СИСТЕМИ MFTR-2100/40.....	226
Осауленко І. А. МОНІТОРИНГОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОДОЛАННЯ ВИКЛИКІВ ВОЄННОГО ЧАСУ	228
Сахно Є. Ю. ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГООЩАДНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	230
Тарнавський Ю. А., Савко В. Я. КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ПОВІТРЯ	233
Черноусов Д. І., Бандурка О. І. ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗАСТОСУНКІВ.....	236
Секція 6. Інформаційні технології управління проєктами та електронне урядування.....	239
Zhalgasova M., Kolesnikova K. DEVELOPMENT OF A PROJECT MANAGER COMPETENCE MODEL	240
Беспала О. М., Федорченко І. Д. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ІТ ПРОЄКТАМИ	243
Боровик П. М., Шемякін М. В., Олійник С. В. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА ЕЛЕКТРОННОГО ВРЯДУВАННЯ У СФЕРІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ	246
Гевкач Д. Б., Вовк Р. Б. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	248
Дяченко П. В., Задорожній В. М. ПРОЄКТ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОБЛІКОМ ТОВАРІВ	252
Дяченко П. В., Котляренко В. П. ПРОЄКТ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА	255
Дяченко П. В., Лесков Є. П. ПРОЄКТ WEB-СЕРВІСУ АУТСОРСИНГОВОГО ТЕСТУВАННЯ.....	259
Засядько А. А., Литовченко В. В., Кузнецов В. О. КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВІДМОВ МЕХАНІЗОВАНИХ ЗАСОБІВ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ.....	263

Заюков І. В. ВИКОРИСТАННЯ EXCEL ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ БІЗНЕС-ПЛАНУВАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ В ЗВО	265
Червяков К. В., Супруненко О. О. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМНИМИ ПРОЄКТАМИ В УМОВАХ БЕЗПЕРЕРВНОГО ПОСТАЧАННЯ.....	268
Секція 7. Інформаційні технології в освіті.....	271
Dyadun S. V., Timofeeva A. V. ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND WAYS TO SOLVE THE PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF EDUCATION.....	272
Pavlenko M. P., Pavlenko L. V., Pavlenko Y. M. PROJECT-BASED LEARNING: AN ACTIVE PEDAGOGICAL APPROACH TO BUILD SOFT SKILLS IN COMPUTER SCIENCE GRADUATES.....	275
Shevchenko Lyudmila, Umanets Volodymyr, Rozputnia Bohdan INTEGRATING DALL-E ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS FOR DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMPETENCIES OF DESIGNERS.....	278
Андрусяк В. М., Вовк Р. Б. ВИКОРИСТАННЯ ЧАТ-БОТІВ, ЯК СУЧАСНОГО ІНСТРУМЕНТУ КОМУНІКАЦІЇ ТА ПІДТРИМКИ В УНІВЕРСИТЕТСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	281
Бондаренко В. В. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ БАТЬКІВСЬКОГО КОМІТЕТУ	284
Голуб Д. А., Любченко К. М. ІНСТРУМЕНТАЛЬНО-КОНТРОЛЮЮЧА ПРОГРАМА З ГРАФІВ.....	287
Гук В. І., Голуб Д. А. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ MAPLE ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗВИЧАЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ.....	289
Лісецька І. С. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ НА КАФЕДРІ ДИТЯЧОЇ СТОМАТОЛОГІЇ ІФНМУ ..	294
Огребчук П. М., Кабак В. В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ІГРОВОГО ЗАСТОСУНКУ RUTHONIA QUEST ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МОВИ RUTHON	297
Ройко Л. Л. РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «МАТЕМАТИКА ТА СТАТИСТИКА ДЛЯ ЕКОНОМІСТІВ»	300

Ройко О. О. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У КУРСІ «МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»	303
Тараненко І. Ю., Любченко К. М. ПРОГРАМА ПІДБОРУ ПАРОЛІВ ДЛЯ АРХІВІВ	306
Фальченко Н. Г., Бушин І. М. ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ІНТЕГРАЦІЇ ВІЗУАЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ З РЕЛЯЦІЙНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	308
Секція 8. Сімдесятирічна історія розвитку інформаційних технологій на Черкащині.....	312
Бабенко С. В. КАТЕРИНА ЛОГВИНІВНА ЮЩЕНКО – ВИНАХІДНИЦЯ АДРЕСНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ	313
Супруненко О. О. РОЗВИТОК НЕФОРМАЛЬНОЇ ІТ-ОСВІТИ НА ЧЕРКАЩИНІ	316

УДК 51-74

**ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ СУРОГАТНИХ
МОДЕЛЕЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ
В ЗАДАЧАХ ПРОЄКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ**

Тичков В. В., Гальченко В. Я., Трембовецька Р. В., Тичкова Н. Б.

Черкаський державний технологічний університет

Abstract. This article proposes a method for creating a combined surrogate model with reduced dimensionality for solving multi-parameter inverse problems by optimization methods, which demonstrates its effectiveness and applicability in practice.

При комп'ютерному проектуванні нових пристроїв виникає необхідність розв'язку обернених задач із застосування оптимізаційних методів. При цьому розповсюдженими типами задач проектування є, як структурний, так параметричний синтез конструкції із наперед заданими його властивостями [1, 2] або ж, менш застосовний вид задач, наприклад, щодо реконструкції матеріальних властивостей об'єкта за результатами вимірів амплітуди та фази сигналів вихрострумівими перетворювачами [3-5]. В обох випадках, основою для розв'язку обернених задач є застосування високозатратних математичних моделей. Особливо це відчутно у випадку застосування аналітичних математичних моделей, що описуються складними рівняннями у частинних похідних [6, 7] та наявності великої кількості шуканих змінних, що може сягати сотні. Тобто така задача є складною внаслідок її високої розмірності та ресурсозатратною, оскільки оптимізаційний алгоритм застосовується неодноразово. Комбінація складних обчислень та величезного простору пошуку створює суттєві перешкоди для ефективного розв'язку обернених задач за допомогою оптимізаційних методів.

Отже, виникає необхідність вирішення вказаних проблем. Зазвичай дослідниками для подолання зазначених перешкод використовуються в комбінації сурогатна оптимізація [8] та методи скорочення розмірності простору пошуку розв'язків [9, 10], що водночас дозволяє вельми спростити сурогатні моделі без суттєвої втрати їх точності.

Метою дослідження є створення методу, котрий призначений для реалізації комбінованих нейромережових сурогатних моделей скороченої розмірності (СМСР), що інтегрують їх відомі обчислювальні переваги з функцією носія додаткової апріорної інформації щодо об'єктів, яку накопичено попереднім моделюванням відповідно до спеціалізованого плану експерименту та наявність котрої забезпечує підвищення точності розв'язку обернених задач оптимізаційним методом.

Наведемо основні етапи запропонованого методу. Початковий етап передбачає генерування однорідного комп'ютерного плану експерименту на

основі модифікованих ЛП_τ-квазі-послідовностях Соболя, переваги та особливості створення якого детально описано в публікації [11] та який забезпечує високу гомогенність у всіх двовимірних проєкціях плану. На наступному виконується перехід з оригінального первинного простору ознак у допоміжний проміжковий високорозмірний шляхом проєцювання даних із використанням ядерної функції Гауса (ЯФГ) з отриманням ядерної Kernel матриці (ЯКМ) – матриці схожості. Після центрування ЯКМ отримуємо симетричну матрицю Грама. Надалі застосовується стандартний лінійний PCA, який передбачає сингулярний розклад SVD [11] та відбір власних векторів. Тобто дані матриці Грама проєцюються на обрані головні компоненти, призводячи до скорочення розмірності.

Побудова СМСП у скороченому факторному просторі в загальному випадку здійснюється на основі глибоких повнозв'язних нейронних мереж як універсальних апроксиматорів. Наступний етап – розв'язання оптимізаційної задачі, результат якої відшукування екстремуму цільової функції у скороченому просторі. Пошук екстремумів функції виконується за допомогою одного з еволюційних евристичних алгоритмів, який визначає глобальний оптимум навіть у багатовимірних екстремумах, включаючи ярові поверхні відгуку [5]. Завершальний етап передбачає проєцювання у первинний простір. Для обраної в цьому дослідженні ЯФГ зворотне перетворення виконується шляхом реалізації ітераційного процесу, який здійснює відповідне відтворення розв'язку Kernel PCA [12].

Верифікацію та практичне дослідження ефективності запропонованого методу створення СМСП перевірено на тестових числових експериментах, імітуючи завдання цільової функції стандартними оптимізаційними бенчмарками. Для тестування використовувалася унімодальна та сепарабельна сферична функція, розмірність якої становить 51, для якої заздалегідь відомий вектор оптимального розв'язку.

Аналізуючи результати чисельних експериментів, найцікавішими є результати, досягнуті з погляду скорочення простору. Варто зазначити, що простір пошуку було зменшено на 20% для тестової задачі, тобто від початкового 51-вимірного простору до простору, зменшеного до 40. Це відбулося завдяки нелінійному перетворенню з використанням ЯФГ та аналізу власних значень отриманої матриці ядра, тобто введено обмеження на кількість головних компонент при досягненні значення 19. Результати створеного методу оцінено середніми похибками апроксимації створеної метамоделі MAPE, % для вибірок: навчальної 0.285, крос-валідаційної 0.658, тестової 0.653, загальної 0.36. Слід зазначити, що при побудові нейромережових сурогатних моделей не вдалося досягти прийнятної точності однією мережею. Для отримання прийнятної точності апроксимації, довелося застосовувати ансамблі із трьох нейронних мереж з осередненням їх результатів. Точність розв'язку оцінено максимальним значенням абсолютної похибки визначення компонентів вектора екстремуму, що відповідно складає $\Delta_{\max} = 2.656 \cdot 10^{-5}$. Запропонований метод побудови СМЗР дозволяє досить точно розв'язувати обернені задачі високої

розмірності, що демонструє його ефективність та можливість застосування на практиці.

Література:

1. Трембовецька Р.В., Гальченко В.Я., Тичков В.В. Оптимальний сурогатний параметричний синтез накладних кругових неспіввісних вихрострумівих перетворювачів із рівномірною чутливістю в зоні контролю. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2019. Т. 69. № 2.2. с. 118-125.
2. Гальченко В.Я., Трембовецька Р.В., Тичков В.В. Оптимальне проектування вихрострумівих перетворювачів та аналіз методів розв'язку нелінійних обернених задач. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2020. Т. 3. № 2.2. с. 93-104.
3. Halchenko V.Ya., Tychkov V.V., Storchak A.V., Trembovetska R.V. Reconstruction of surface radial profiles of the electrophysical characteristics of cylindrical objects during eddy current measurements with a priori data. The selection formation for the surrogate model construction. *Ukrainian Metrological Journal*. 2020. № 1. pp. 35-50.
4. Halchenko V.Ya., Trembovetska R.V., Tychkov V.V., Tychkova N.B. Modeling of the measurement control process in eddy-current spectroscopy using apriori information about objects. In Proceedings ITTAP'2023: 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, November 22–24, 2023, Ternopil, Ukraine, Opole, Poland. *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3628. pp. 116-125. (Published on CEUR-WS: 27-Jan-2024).
5. Halchenko V.Ya., Trembovetska R.V., Tychkov V.V., Tychkova N.B. Surrogate methods for determining profiles of material properties of planar test objects with accumulation of apriori information about them. *Archives of electrical engineering*. 2024. Vol. 73. № 1. pp. 187–204.
6. Uzal E. *Theory of eddy current inspection of layered metals*. (1992).
7. Theodoulidis T.P., Kriezis E.E. *Eddy current canonical problems (with applications to nondestructive evaluation)*. 1st edn. Tech Science Press, (2006).
8. Гальченко В.Я., Трембовецька Р.В., Тичков В.В., Сторчак А.В. Методи створення метамоделей: стан питання. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2020. Т. 151. № 4. с. 74 – 88.
9. Cartis C., Otemissov A. A dimensionality reduction technique for unconstrained global optimization of functions with low effective dimensionality. *A Journal of the IMA*. 2022. Vol. 11. № 1. pp. 167–201.
10. Rehbach F., Gentile L., Bartz-Beielstein T. *Variable Reduction for Surrogate-Based Optimization*. Technology Arts Sciences, TH Köln, 2020.
11. Halchenko V., Trembovetska R., Tychkov V., Tychkova N. Construction of Quasi-DOE on Sobol's Sequences with Better Uniformity 2D Projections. *Applied Computer Systems*. 2023. Vol. 28. № 1. pp. 21-34.
12. Wang Q. *Kernel principal component analysis and its applications in face recognition and active shape models*. 2012.