

ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова
установа

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(ідентифікаційний код 02071240)

1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня доктора філософії	Косович Ігор Тарасович
1.2. Стать здобувача	Чоловіча
1.3. Освітньо-наукова програма, яку завершує здобувач	38612 Прикладна математика (113 Прикладна математика)
1.4. Дата початку підготовки за ОНП	01.03.2021
1.5. Дата завершення підготовки за ОНП	12.03.2025
1.6. Дата завершення навчання на попередньому освітньому рівні	31.12.2020
1.7. Окремі елементи освітньо-наукової програми забезпечуються іншим закладом вищої освіти/ науковою установою (у тому числі іноземним)	ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації	Моделювання прогнозування поширення епідемій методами рухомих клітинних автоматів та навчанням з підкріпленням
2.2. Анотація дисертації	Косович І.Т. Моделювання прогнозування поширення епідемій методами рухомих клітинних автоматів та навчанням з підкріпленням. -- Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика -- Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2025. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та двох додатків. У вступі обґрунтовано актуальність тематики дисертаційної роботи, проаналізовано сучасний стан досліджень динамічних моделей, що описують прикладні процеси для моделювання епідемій та основних застосувань математичного моделювання в біології, екології, імунології. Інший підхід для моделювання процесів в епідеміології – це імітаційне моделювання з використанням мультиагентного методу. Перевагою цього підходу є те, що враховуються індивідуальні властивості кожного об'єкту складної системи, що дозволяє експериментувати з параметрами моделі та отримати різні сценарії розвитку подій, розширюючи наші уявлення про те, що може відбутися в майбутньому. На основі цього аналізу обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету,

завдання, предмет, об'єкт та методи дослідження, вказано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, зв'язок роботи з науковими темами. Зазначено особистий внесок здобувача, а також наведено дані про те, де доповідались, обговорювались та опубліковано основні результати дисертації. Перший розділ присвячений аналізу основних наукових праць за тематикою дисертаційної роботи. Насамперед наведено основи математичних моделей епідеміологічних процесів оскільки математичне моделювання є потужним інструментом дослідження процесу поширення інфекційних захворювань. Проведено історичну ієрархію математичних SIR моделей, вказано їх переваги та недоліки.

Наведена класифікація та основні напрямки сучасного розвитку клітинних автоматів. Розглянуто роботи по застосуванню методу клітинних автоматів до різноманітних просторово розподілених динамічних процесів та систем, що підтверджує його гнучкість та зручність використання.

Розглянуто популярні програмні засоби, що використовуються для імітаційного моделювання складних систем. Здійснено аналіз найбільш поширеного програмного забезпечення для моделювання епідеміологічних процесів, наведено приклади його використання.

Проаналізовано основні типи машинного навчання та алгоритми, що застосовуються для їх реалізації. Наведено огляд наукових праць в яких методи машинного навчання застосовуються до діагностики і прогнозування захворювання COVID-19 та знаходження ефективних стратегій мінімізації впливу пандемії на суспільство та економіку.

У другому розділі роботи здійснено дослідження поширення епідеміологічних процесів з використанням математичного моделювання та імітаційного моделювання методом клітинних автоматів.

Створення математичних моделей поширення інфекцій є важливим елементом для дослідження складної динаміки поширення захворювання. У підрозділі 2.1 досліджено математичну SIR модель (Susceptible–Infected–Recovered) Кермака–Маккендріка в якій популяцію ділять на три різні групи: здорові особини, що можуть підхопити інфекцію (S); заражені особини, що переносять хворобу (I), і ті, хто одужав і перестав розповсюджувати хворобу (R). У найпростіших SIR моделях здійснюються базові припущення, наприклад, що кожен має однакові шанси підхопити вірус від інфікованої людини, оскільки популяція ідеально і рівномірно змішана, і що всі люди з хворобою однаково заразні, поки не помруть або не одужають.

Досліджено умови локальної ліпшицевості правих частин розглядуваної математичної моделі (Лема 2.1) на підставі чого встановлено, що класична SIR модель Кермака–Маккендріка, яка описує динаміку захворювання на макрорівні, має єдиний розв'язок (Теорема 2.1). Досліджено також граничні властивості розв'язків SIR моделі, одержано співвідношення яке дозволяє оцінити максимальне число можливих інфікованих осіб.

У підпунктах 2.2.2 та 2.2.3 наведено класифікацію клітинних автоматів, їх базові властивості та основні напрямки застосування до моделювання динамічних систем. На відміну від класичних математичних моделей, які розглядають популяцію як однорідне

середовище, підхід на основі клітинних автоматів дозволяє моделювати індивідуальні взаємодії між агентами, що наближує модель до реальних умов. Це особливо важливо для аналізу сценаріїв, де велике значення має географічне поширення інфекції, міграційні процеси та локальні осередки спалахів.

Модифікації SIR моделі на основі клітинних автоматів, що базуються на запропонованих в роботі правилах взаємодії агентів, які враховують вплив різних факторів зовнішнього середовища розглянуто в п.2.3. Важливими для практичних застосувань є запропоновані сценарії моделювання: ізоляція, карантин, вакцинація, носіння масок та їх комбінації. У підпункті 2.3.4 запропонована функціональна схема моделювання цих сценаріїв. У цьому ж розділі проведено аналіз результатів моделювання згідно запропонованих сценаріїв поширення пандемії COVID-19. Сценарії, у яких було враховано лише масковий режим або тільки вакцинацію, продемонстрували високий пік захворюваності та значне перевантаження медичної системи. Натомість поєднання вакцинації, маскового режиму та самоізоляції дозволяє суттєво зменшити пікове навантаження на систему охорони здоров'я та розтягнути епідемічний процес у часі, що є критично важливим для зменшення негативних наслідків пандемії.

Результати моделювання епідемій в цьому розділі підтвердило, що клітинні автомати дозволяють більш гнучкіше налаштовувати параметри моделювання, враховувати просторові обмеження та соціальні взаємодії. Крім того, такий підхід дає можливість досліджувати не лише середні характеристики епідемії, а й окремі випадки її розвитку за різних початкових умов. Завдяки цьому можна аналізувати, як певні заходи можуть впливати на конкретні групи населення або регіони з різною щільністю проживання. Стійкість запропонованих в роботі сценаріїв моделювання епідеміологічного процесу була підтверджена шляхом багаторазового запуску симуляцій із різними початковими параметрами. Було показано, що результати залишаються стабільними, а отримані криві захворюваності демонструють подібні тенденції при повторних експериментах. Це свідчить про надійність моделі та можливість її застосування для прогнозування динаміки епідемій у реальних умовах.

У третьому розділі дисертації наведено дослідження моделювання COVID-19 за допомогою методів машинного навчання, а саме навчання з підкріпленням для оптимізації заходів боротьби з пандемією. На даний час машинне навчання є одним із найпотужніших інструментів аналізу та обробки даних, що застосовується для побудови моделей прогнозування й автоматизованого виявлення закономірностей.

У п. 3.1 роботи наведено основні поняття марковського процесу прийняття рішень, який є математичною моделлю для застосування машинного навчання з підкріпленням. Детально описано структуру компонент MDP та їх математичних характеристик, що дозволяють описати процес прийняття рішень і розробити ефективні алгоритми навчання.

У роботі запропоновано SIHRD-модель в якості середовища моделювання для розширення класичної SIR-моделі за допомогою алгоритму Advantage Actor-Critic (A2C) для оптимізації прийняття рішень у задачах моделювання поширення COVID-19.

У п. 3.3 запропоновано і реалізовано схему процесу навчання

агента, яка починається з ініціалізації моделювання (Start), де створюється середовище навчання з підкріпленням у поєднанні з агент-орієнтованим підходом (Create RL and Agent-Based Environment). На цьому етапі визначаються параметри моделі: простір станів, набір можливих дій агента, функція винагороди та правила динаміки середовища.

Під час кожної ітерації агент спочатку обирає дію (Action Selection) згідно зі своєю політикою, яка може базуватися як на випадковому виборі (на ранніх етапах навчання), так і на накопиченому досвіді. Після вибору дії вона виконується в моделі (Simulation Execution). Оновлений стан аналізується в наступному блоці (State Evaluation), де оцінюється новий стан системи після впливу агента. Далі здійснюємо обчислення винагороди (Reward Calculation) на основі ефективності обраної дії. Ця ітераційна схема дозволяє агенту поступово вдосконалювати свою політику, адаптуючи стратегію прийняття рішень на основі отриманих винагород і зворотного зв'язку від середовища.

Для аналізу і пошуку найкращих параметрів соціального дистанціювання під час динаміки поширення COVID-19 і для детального вивчення ряду можливих сценаріїв було проведено моделювання за допомогою навчання з підкріпленням. На основі проведених симуляцій зроблено висновки щодо ефективності різних рівнів соціального дистанціювання для стримування поширення інфекції.

У четвертому розділі роботи представлено опис розробленого прикладного веб-додатку для моделювання поширення інфекцій, який є зручним інструментом, що дозволяє користувачам в інтерактивному режимі обирати модель для моделювання, налаштовувати її параметри, задавати початкові умови та аналізувати результати отримуючи миттєві візуалізації прогнозів. У п. 4.2-4.3 описано архітектурні рішення, щодо розробки фронтенд частини на основі React + TypeScript з використанням React Router для маршрутизації та бекенд частини, яка реалізована за допомогою FastAPI. Наведено основні вимоги до функціональності додатку, зокрема можливість вибору моделі, передачі параметрів користувачем та відображення результатів у вигляді графіків. Окремо розглянуто особливості інтеграції між фронтенд та бекенд частинами, методи ефективного обміну даними через REST API, а також підходи до контейнеризації для розгортання додатку. Здійснено оцінку продуктивності реалізованого додатку, а також перспективи його розширення для підтримки нових моделей та сценаріїв моделювання.

2.3. Ключові слова дисертації	математичні моделі, динамічні системи, інфекційні захворювання, мультиагентні моделі, SIR модель, клітинні автомати, функціональна схема моделювання, імітаційне моделювання, сценарії моделювання епідемій, алгоритми, комп'ютерне моделювання, навчання з підкріпленням, інтелектуальні системи, інформаційні технології, числові експерименти
-------------------------------	--

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації на сайті ЗВО	https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/12117
---	---

2.7. Публікації здобувача, зараховані за темою дисертації

Kosovych I., Cherevko I., Vyklyuk Y., Nevinskyi D. Simulation of Various Distribution Restrictions of COVID-19 using Cellular Automata. Proceedings – International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT (26-28 September 2022, Spišská Kapitula, Slovakia). P. 58-61. (Scopus).

Рік	2022
Ключові слова	cellular automata, computational model, COVID 19, simulation, social isolation
DOI	10.1109/ACIT54803.2022.9913172
ISSN	2770-5218
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85141163878&origin=recordpage

Kosovych I., Cherevko I., Shchur T., Shkilniuk D. Computer Modeling of the Dynamics of Epidemiological Processes. Proceedings – International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT (19-21 September 2024, Ceske Budejovice, Czech Republic). P. 32-35. (Scopus).

Рік	2024
Ключові слова	COVID-19, difference scheme, numerical simulation, reinforcement learning, SIR model with delay, SIRD
DOI	10.1109/ACIT62333.2024.10712524
ISSN	2770-5218
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85207838684&origin=recordpage

Косович І. Т., Щур Т. В., Черевко І. М. Математичне та імітаційне моделювання епідеміологічних процесів. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. 2022. Вип. 23. С. 49-57.

Рік	2022
Ключові слова	диференціальні рівняння із запізненням, SIR модель, різницева схема, числове моделювання, клітинні автомати, імітаційне моделювання
DOI	10.32626/2308-5878.2022-23.49-57
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://mcm-math.kpnu.edu.ua/article/view/274038

Черевко І. М., Косович І. Т. Імітаційне моделювання SIR моделей методом клітинних автоматів. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Математика і інформатика». 2024. Т. 45, № 2. С.

276-285.

Рік	2024
Ключові слова	SIR, клітинні автомати, імітаційне моделювання, навчання з підкріпленням, соціальне дистанціювання, COVID-19
DOI	10.24144/2616-7700.2024.45(2).276-285
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://visnyk-math.uzhnu.edu.ua/article/view/314512/307149

3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту	https://www.youtube.com/channel/UC7PNEvK5g8CET3dTxA-x0yQ
---	---

4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої ради про утворення разової ради	28.03.2025
--	------------

4.2. Дата наказу про введення у дію рішення Вченої ради про утворення разової ради	28.03.2025
--	------------

Голова разової ради

ПІБ	Малик Ігор Володимирович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	Завідувач кафедри, професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.05.01 Теоретичні основи інформатики та кібернетики
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0002-1291-9167

Публікації за тематикою дисертації

Alotaibi N., Malyk I.V. A Generalization of Binomial Exponential-2 Distribution: Copula, Properties and Applications. Symmetry. 2020. Vol. 12, No.8. P. 1-18. (Scopus, Q1 <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100201542&tip=sid&clean=0>)

Рік	2020
-----	------

Ключові слова	Binomial exponential-2 distribution, Clayton Copula, Maximum likelihood estimation, Moments, Morgenstern family, Symmetry, Type-II half-logistic
DOI	10.3390/sym12081338
ISSN	2073-8994
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85095821099&origin=recordpage

Літвінчук Ю. Малик І.В. Про один підхід побудови само адаптивних алгоритмів на основі суміші розподілів. Буковинський математичний журнал. 2023. Т. 11, № 2. С. 183–189.

Рік	2023
Ключові слова	суміш розподілів, нормальний розподіл, алгоритми кластеризації, оптимізаційна задача, генетичний алгоритм, CMA-ES алгоритм
DOI	10.31861/bmj2023.02.18
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://bmj.fmi.org.ua/index.php/adm/article/view/1159/1002

Рецензент

ПІБ	Угрин Дмитро Ілліч
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 05.13.06 Інформаційні технології
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-4858-4511

Публікації за тематикою дисертації

Basyuk T., Vasyliuk A., Ushenko Y., Uhryn D., Hu Z., Talakh M. Modeling and Development of a Computer Simulator with the Formation of Working Scenarios for Training Operator Personnel in the Search for Objects. International Journal of Modern Education and Computer Science. 2024. Vol. 16, No.4. P. 87-112. (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100992407&tip=sid&clean=0>)

Рік	2024
Ключові слова	computer simulator, data recognition and visualization, operator activity model, working scenarios

DOI	10.5815/ijmecs.2024.04.07
ISSN	2075-0161
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201952831&origin=recordpage

Vysotska V., Shavaiev D., Greguš M., Ushenko Y., Hu Z., Uhryn D. Information Technology for Gender Voice Recognition Based on Machine Learning Methods. International Journal of Modern Education and Computer Science. 2024. Vol. 16, No. 5. P. 65–87. (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100992407&tip=sid&clean=0>)

Рік	2024
Ключові слова	Authentication, Cybersecurity, Gender classification models, Gender recognition, Information technology, Machine learning, Natural language processing, neural networks, Voice recognition, Voice-by-sound recognition
DOI	10.5815/ijmecs.2024.05.05
ISSN	2075-0161
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85206244482&origin=recordpage

Lytvyn, V., Lozynska, O., Uhryn, D., Vovk, M., Ushenko, Y., Hu, Z. Information Technologies for Decision Support in Industry-Specific Geographic Information Systems based on Swarm Intelligence. International Journal of Modern Education and Computer Science. 2023. Vol. 15, No. 2. P. 62-72. Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100992407&tip=sid&clean=0>

Рік	2023
Ключові слова	Decision Support System, Industry Geographic Information System, Objective Function, Optimization Methods, Swarm Algorithm
DOI	10.5815/ijmecs.2023.02.06
ISSN	2075-0161
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85153493276&origin=recordpage

Рецензент

ПІБ	Газдюк Катерина Петрівна
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	Завідувач кафедри (Основне місце роботи)

Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор філософії, 121 Інженерія програмного забезпечення
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	26.04.2021
ORCID	0000-0002-7568-4422

Публікації за тематикою дисертації

Vyklyuk Y., Nevinskyi D., Chopyak V., Golubovska O., Škoda M., Hazdiuk K. A Managerial Approach towards Modeling the Different Strains of the COVID-19 Virus Based on the Spatial GeoCity Model. Viruses. 2023. Vol. 15, No. 12, 2299. (Scopus)

Рік	2023
Ключові слова	COVID-19, geo-object, GEO-spatial simulation model, modelling, multi-agent system, real-time simulation
DOI	10.3390/v15122299
ISSN	1999-4915
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85180643676&origin=recordpage

Vyklyuk Y., Nevinskyi D., Hazdiuk K. Continuous-discrete GeoSEIR(D)model for modelling and analysis of geo spread COVID-19. Intelligence-Based Medicine. 2024. Vol. 10. 100155. (Scopus, Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21101076317&tip=sid&clean=0>)

Рік	2024
Ключові слова	COVID-19, Geospatial SEIR(D) model, Multiagent system, Simulation, Viruses spread
DOI	10.1016/j.ibmed.2024.100155
ISSN	2666-5212
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85197752316&origin=recordpage

Офіційний опонент

ПІБ	Бомба Андрій Ярославович
Місце роботи	Національний університет водного господарства та природокористування
Посада	Професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних технологій та інженерії

Науковий ступінь	Доктор наук, 01.05.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0001-5528-4192

Публікації за тематикою дисертації

Барановський С.В., Бомба А.Я., Ляшко С.І. Моделювання впливу дифузійних збурень на розвиток інфекційного захворювання з урахуванням конвекції та імунотерапії. Доповіді Національної академії наук України. 2021. №3. С. 17-25.

Рік	2021
Ключові слова	модель інфекційного захворювання, динамічні системи, асимптотичні методи, сингулярно збурені задачі
DOI	10.15407/dopovidi2021.03.017
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/dp/article/view/2021-3-3

Бомба А., Барановський С. Моделювання динаміки епідемій інфекційних захворювань в умовах дифузійних збурень. Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. 2021. Вип. 32. С. 58-63.

Рік	2021
Ключові слова	модель епідемії інфекційного захворювання, динамічні системи, асимптотичні методи, сингулярно збурені задачі
DOI	10.15407/fmmit2021.32.058
ISSN	–
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	http://www.fmmit.lviv.ua/index.php/fmmit/article/view/160

Baranovsky S. V., Bomba A. Ya., Lyashko S. I. Generalization of the Antiviral Immune Response Model for Complex Consideration of Diffusion Perturbations, Body Temperature Response, and Logistic Antigen Population Dynamics. Cybernetics and Systems Analysis. 2022. Vol. 58, No. 4. P. 576-592. (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12933&tip=sid&clean=0>)

Рік	2022
Ключові слова	asymptotic methods, concentrated influences, dynamic systems with delay, logistics dynamics, model of antiviral immune response, singularly perturbed problems
DOI	10.1007/s10559-022-00491-w
ISSN	1060-0396

Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85140101312&origin=recordpage

Офіційний опонент

ПІБ	Бармак Олександр Володимирович
Місце роботи	Хмельницький національний університет
Посада	Завідувач кафедри (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Науковий ступінь	Доктор наук, 05.13.06 Інформаційні технології
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0003-0739-9678

Публікації за тематикою дисертації

Krak, I., Barmak, O. The Technique of Inverse Multidimensional Scaling for the Synthesis of Machine Learning Models. Cybernetics and Systems Analysis. 2023. Vol.59, No. 5. P. 725–732. (Scopus, Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12933&tip=sid&clean=0>)

Рік	2023
Ключові слова	formal model, inverse multidimensional scaling, machine learning, mental model, model formation, visual analytics
DOI	10.1007/s10559-023-00608-9
ISSN	1060-0396
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85173237321&origin=recordpage

Krak I., Barmak O., Manziuk E. Using visual analytics to develop human and machine-centric models: A review of approaches and proposed information technology. Computational Intelligence. 2022. Vol. 38, No. 3. P. 921-946. (Scopus, Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23737&tip=sid>)

Рік	2022
Ключові слова	classification, dimensionality reduction, formal model, information visualization, mental model, visual analytics
DOI	10.1111/coin.12289
ISSN	0824-7935
Одноосібне авторство	ні
Містить державну	ні

таємницю / службову
інформацію

Посилання <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85079875951&origin=recordpage>

Krak I., Bahrii R., Barmak O. Information Technology Augmentative and Alternative Communication Using Smart Mobile Devices. Journal of Mobile Multimedia. 2021. Vol.17, No. 4. P. 527–554. (Scopus)

Рік 2021

Ключові слова Communication technology, Dynamic gestures, Hand model, Leap motion, Non-contact text entry, Sign language

DOI 10.13052/jmm1550-4646.1743

ISSN 1550-4646

Одноосібне авторство ні

Містить державну
таємницю / службову
інформацію ні

Посилання <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85114184841&origin=recordpage>

Підтвердження

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

Документ підписаний електронним підписом

ЯКУБОВСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА

31.03.2025