



**ISSUE
№36**



**EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE**

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



**2nd INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
AND PRACTICAL
CONFERENCE**

**ACHIEVEMENTS OF
SCIENCE AND
APPLIED RESEARCH**

MAY 19-21, 2025. DUBLIN, IRELAND





**EUROPEAN OPEN
SCIENCE SPACE**

**Proceedings of the 2nd International Scientific
and Practical Conference**

**"Achievements of Science and Applied
Research"**

May 19-21, 2025

Dublin, Ireland

Collection of Scientific Papers

Ireland, 2025

UDC 01.1

Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Achievements of Science and Applied Research» (May 19-21, 2025. Dublin, Ireland). European Open Science Space, 2025. 288 p.

ISBN 979-8-89704-961-5 (series)
DOI 10.70286/EOSS-19.05.2025



The conference is included in the Academic Research Index ReserchBib International catalog of scientific conferences.



The conference is registered in the database of scientific and technical events of UkrISTEI to be held on the territory of Ukraine (Certificate №51 dated 6.01.2025).



The materials of the conference are publicly available under the terms of the CC BY-NC 4.0 International license.

The materials of the collection are presented in the author's edition and printed in the original language. The authors of the published materials bear full responsibility for the authenticity of the given facts, proper names, geographical names, quotations, economic and statistical data, industry terminology, and other information.

ISBN 979-8-89704-961-5 (series)

CONTENT

Section: Agricultural Sciences

<i>Бутенко Є.Ю., Червона В.О.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА У ПІДВИЩЕННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ГРЕЧКИ.....	12
---	----

<i>Писаренко П.В., Самойлік М.С., Шпирна В.Г., Жилін О.С.</i> КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА БІШОФІТУ В АГРОСИСТЕМАХ.....	14
--	----

Section: Architecture and Construction

<i>Галагура Є., Берестянська С.</i> РОЗРАХУНОК СТАЛЕБЕТОННИХ КОЛОН КВАДРАТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ З ФІБРОБЕТОННИМ ЯДРОМ НА ДІЮ ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ.....	18
---	----

Section: Art History and Literature

<i>Чернишова А.М., Заведія О.Б., Авраменко П.М.</i> ТЕАТР ХХІ СТОЛІТТЯ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ЧЕРЕЗ СИНТЕЗ МИСТЕЦТВ.....	21
---	----

<i>Агліуллін Р.М., Акініна Р.О.</i> ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ КАФЕ- КАВ'ЯРНІ.....	23
--	----

<i>Агліуллін Р.М., Свириденко Г.</i> ТЕНДЕНЦІЇ В ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРУ СУЧАСНИХ БУТИКІВ ОДЯГУ.....	26
---	----

<i>Vasyliiev O., Lazurchenko Iu.</i> THE EVOLUTION OF INDIY GAME DESIGN.....	29
--	----

Section: Automation and Robotics

<i>Левченко С., Горбань В.</i> BETAFLIGHT BLACKBOX EXPLORER ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ НАВЧАННЯ МОДЕЛЕЙ КЕРУВАННЯ ПОЛЬОТОМ КВАДРОКОПТЕРА.....	33
--	----

Section: Chemistry

<i>Гумен В., Козуб С.</i> ФІЗІОЛОГІЧНА РОЛЬ КАЛЬЦІЮ ТА ПОРУШЕННЯ ЙОГО ОБМІНУ В УМОВАХ ПАТОЛОГІЇ.....	37
--	----

Section: Economy

<i>Дергалюк М., Ковальчук К.</i> НАПРЯМИ ЗНИЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА.....	40
--	----

<i>Губін К.Г.</i> ПЛАТІЖНИЙ ДИСБАЛАНС ЯК СИСТЕМНЕ ЯВИЩЕ В УКРАЇНІ....	42
--	----

<i>Хлопак С., Схаб К.</i> БРЕНДИНГ УКРАЇНИ В УМОВАХ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ КУЛЬТУРИ	44
---	----

<i>Адамів М., Микитюк Р.</i> ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ЕКСПОРТУ УКРАЇНИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЇЇ ІНТЕГРАЦІЇ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ.....	48
---	----

Section: Finance and Banking

<i>Вербівський І.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ФІНАНСОВОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ.....	51
---	----

<i>Гаврилко Т.О., Бороzeneць К.Є.</i> ФУНКЦІОНУВАННЯ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	56
---	----

Section: Geography, Geology and Geodesy

<i>Нагорна С.В., Дусик М.С.</i> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ.....	60
---	----

<i>Пісковець О., Кононенко С., Литвин К.</i> ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА СВІТУ ЯК ЛАНКА ПРОЦЕСУ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ.....	64
--	----

Section: History and Cultural Studies

Кузьмінець Н. ПРОПАГАНДИСТСЬКО-АГІТАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ РАДЯНСЬКОЇ ВЛАДИ В УКРАЇНІ У 1920-Х РОКАХ: МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ	69
--	----

Копанєва В., Святненко Д. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГРАНТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ІНФОРМАЦІЙНИХ УСТАНОВАХ УКРАЇНИ.....	73
---	----

Section: Information Technology, Cyber Security and Computer Engineering

Ксенченко Я.В., Мельник О.В. РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕМОЦІЙНИМ СТАНОМ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	77
---	----

Окунькова О. ЗАСОБИ МОВИ PYTHON ДЛЯ РОЗРОБКИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ.....	80
--	----

Пурський В. КРИПТОГРАФІЯ ЯК ОСНОВА СУЧАСНОЇ КІБЕРБЕЗПЕКИ.....	84
---	----

Федотова О., Савік К. ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ У РОБОТІ НАУКОВИХ БІБЛІОТЕК УКРАЇНИ: СКЛАДНОЩІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ.....	87
--	----

Ласкавчук М. СПЕЦИФІКА АТАК ТИПУ «MAN IN THE MIDDLE».....	91
---	----

Hladun O., Molchanova M., Zalutska O., Mazurets O. EFFECTIVENESS RESEARCH OF USING VIT NEURAL NETWORK ARCHITECTURE FOR CLASSIFYING THE DESTROYED BUILDINGS REMAINS.....	96
---	----

Мельник О.В., Сливка Р.М. ІНТЕГРАЦІЯ JETPACK COMPOSE, ROOM ТА KOTLIN COROUTINES У СТВОРЕННІ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ	101
--	-----

Тимчук В.

ПЕРЕВАГИ КРОСПЛАТФОРМНОЇ РОЗРОБКИ ПЕРЕД
НАТИВНОЮ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ГРУПОЮ БУДИНКІВ 103

Kotykhova L.

USE OF WEB PLATFORMS IN ORGANIZATION OF THE
EDUCATIONAL PROCESS IN UKRAINE..... 106

Igovsky D., Bazyl O.

COMPARATIVE ANALYSIS OF VECTOR EDITORS FOR
VISUALIZING SOCIAL INFORMATION..... 109

Кропивницький Д., Коваль О.

РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО
ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ З ІНТЕГРОВАНОЮ РОЛЛЮ
ВИКЛАДАЧА..... 112

Oliinyk V., Oliinyk E.

ENSURING CYBERSECURITY OF ATM SYSTEMS IN CIVIL
AVIATION..... 114

Лещотний Є., Кобзев І.

РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОЇ ВЕБСИСТЕМИ
ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ..... 117

Заяц Р., Стринадко М.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ОБРОБКИ ДАНИХ В
ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ
СТРУКТУРОВАНОГО СВІТЛА..... 119

Section: International Relations

Даник І.А.

МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ СТАТУС МІЖНАРОДНОГО РУХУ
ЧЕРВОНОГО ХРЕСТА І ЧЕРВОНОГО ПІВМІСЯЦЯ..... 129

Section: Jurisprudence

Попенко О., Омелько І.І.

МОНАРХІЯ ПІД КОНСТИТУЦІЙНИМ КОНТРОЛЕМ: РОЛЬ
КОРОЛЯ В СУЧАСНОМУ ПАРЛАМЕНТАРИЗМІ ВЕЛИКОЇ
БРИТАНІЇ ТА ІСПАНІЇ..... 133

Артемчук Б.В., Василенко Л.П.

НІКЧЕМНІСТЬ ПРАВОЧИНІВ ВЧИНЕНИХ ПРЕДСТАВНИКОМ З
ПЕРЕВИЩЕННЯМ ПОВНОВАЖЕНЬ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ
ЮРИДИЧНОЇ ВИЗНАЧЕНОСТІ..... 135

Котелевець С., Омелько І.І.

КОНСТИТУЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ У ФРАНЦІЇ ТА НІМЕЧЧИНІ:
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЛІ КОНСТИТУЦІЙНОЇ РАДИ ТА
ФЕДЕРАЛЬНОГО КОНСТИТУЦІЙНОГО СУДУ..... 138

Афтанасів В., Ільків Н., Вергун В.

СМАРТ-КОНТРАКТИ: ПОНЯТТЯ ТА ПРАВОВА ПРИРОДА..... 140

Чорногуз Я.О., Краковська А.Є.

АДМІНІСТРАТИВНЕ СУДОЧИНСТВО В УМОВАХ ВОЄННОГО
СТАНУ..... 143

Section: Management, Public Administration and Administration

Литвишко Л., Сухенко А.

АНТИКРИЗОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ
ТРАНСФОРМАЦІЙ: СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПОДОЛАННЯ
СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ..... 148

Лелик Л., Мартюк Г.

РОЛЬ ПРОЦЕСІВ ЦІНОУТВОРЕННЯ В УПРАВЛІННІ СТРАТЕГІЇ
РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА..... 150

Кандагура К., Єнішина А.

ЛІДЕРСТВО В ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ: ТРАНСФОРМАЦІЯ
УПРАВЛІНСЬКИХ РОЛЕЙ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ 153

Section: Medicine

Sukhonosov R., Skrypnyk V., Halycha M.

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL DIFFERENCES OF
MUSCLE FIBERS IN ATHLETES..... 156

Абдуллаєва Айгюн Сахіб кизи, Писаренко К.С., Рибка О.С.

СИНДРОМ РАПТОВОЇ ДИТЯЧОЇ СМЕРТІ: СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ
ПРО ПАТОГЕНЕЗ І ПРОФІЛАКТИКУ..... 157

Lapta S., Kovaleva N., Kozub S.

THE BIOCHEMISTRY OF PAIN: HOW IBUPROFEN AND ASPIRIN
 WORK..... 160

Ariichuk D.I., Tsysar Y.V.

PREECLAMPSIA AND ECLAMPSIA: CURRENT APPROACHES TO
 DIAGNOSIS AND MANAGEMENT (A Literature review)..... 163

Бухмін О.О., Щербина Є.О., Завгородня Л.В.

СУЧАСНІ ПРОТИПРОЛЕЖНЕВІ ЗАСОБИ У ДОГЛЯДІ ЗА
 ТЯЖКОХВОРИМИ ПАЦІЄНТАМИ..... 166

Герасимчук Н., Загвоздіна А.

ДОНОРСТВО КРОВІ: ПЕРЕВАГИ ТА РОЗВІНЧАННЯ МІФІВ..... 172

Шейніна Д.М., Юсіфов М.Р., Поліщук В.Т.

ПОРІВНЯННЯ ПІДХОДІВ ДО НАВЧАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ
 ДОПОМОГИ В УМОВАХ МИРНОГО ТА ВОЄННОГО ЧАСУ..... 176

Сергієнко О., Чернобай А., Романченко К.

ЛІКУВАННЯ ДИВЕРТИКУЛЯРНОЇ ХВОРОБИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
 ПРОБІОТИКУ З МАСЛЯНОЮ КИСЛОТОЮ ТА ІНУЛІНОМ..... 179

Chub S., Abramova V., Shevchuk R.

ANALYSIS OF MAXILLOFACIAL INJURIES AMONG MILITARY
 AND CIVILIANS IN CONDITIONS OF FULL-SCALE HOSTILITIES
 ON THE TERRITORY OF UKRAINE..... 181

Section: Oil and Gas Technologies, Engineering and Thermal Power Engineering

Artym I., Novoselskyi B.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE
 MYKULYCHYNSKE GAS CONDENSATE OIL FIELD..... 184

Section: Pedagogy, Philology and Linguistics

Сова А.О.

ПЕРЕВАГИ І ВИКЛИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТНОЇ
 ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ КОМПЕТЕНТНОСТІ В
 МОНОЛОГІЧНОМУ МОВЛЕННІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ
 ІСПАНСЬКОЇ МОВИ..... 187

Кухарєва-Рожко В.І.

КОМУНІКАТИВНА РОЛЬ ВІДОКРЕМЛЕНИХ ОБСТАВИН У
НАУКОВОМУ ТЕКСТІ..... 191

Bliashevska A., Kravchuk D., Havryliuk Yu.

INCLUSIVE EDUCATION: KEY PRINCIPLES, CHALLENGES, AND
DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE MODERN WORLD..... 194

Bliashevska A., Kulikova Yu., Bornos V.

THE USAGE OF SCRIBING TECHNOLOGIES IN TEACHING
ENGLISH AT PRIMARY SCHOOL..... 197

Степанова Н., Сидорець А.

ВПЛИВ ІГРОВИХ МЕТОДИК НА ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНО-
ПОЗИТИВНОГО СТАВЛЕННЯ В УЧНІВ 1 КЛАСУ ДО НАВЧАННЯ. 200

Ягодін С.А.

ВПЛИВ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА СПОРТИВНИХ ІГОР НА
РОЗВИТОК РІШУЧОСТІ У ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО
ВІКУ..... 202

Bliashevska A., Dmytruk S.

THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL CULTURE IN PRESCHOOL
CHILDREN..... 205

Щербак І.

ЦІНІСНО-МОТИВАЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ЧИННИК
ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МУЗИЧНОГО
МИСТЕЦТВА..... 207

Турик М.І., Семенів Н.М.

РОЛЬ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ І ДОДАТКОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ (АДК) У
ПІДТРИМЦІ СПІЛКУВАННЯ ОСІБ З ПОРУШЕННЯМИ
МОВЛЕННЯ..... 210

Section: Pharmaceuticals

Соболь А.О., Чаленко Н.М.

СИНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН: ЗНАЧЕННЯ ТА
НАСЛІДКИ..... 213

Section: Philosophy

Шевельова-Гаркуша Н.

РУЙНІВНІ РЕАКЦІЇ ВТЕЧІ КОНФЛІКТУЮЧИХ СТОРІН ЗА
 КЛАСИФІКАЦІЄЮ К. СЕНДІ..... 217

Section: Physical and mathematical sciences

Зюзін Р., Терменжи Д.

ВИКОРИСТАННЯ МАТРИЦЬ У БАЛАНСІ МІЖГАЛУЗЕВОГО
 ВИРОБНИЦТВА (МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЄВА)..... 223

Yermolenko S., Roslyakov O., Peresunko O.

FLUORESCENCE-BASED DIAGNOSTICS OF BIOLOGICAL
 TISSUES: A QUANTITATIVE SPECTROSCOPIC APPROACH FOR
 TUMOR DETECTION..... 228

Huang Zhihao

ELECTRON DYNAMICS IN THE LANGMUR LAYER IN
 M-UNLIMITED ANGULAR MODEL IN ELECTRIC PROPULSION..... 231

Nesterenko S.

IONIZATION ANGULAR INTEGRALS IN M-UNLIMITED MODEL
 IN ELECTRIC PROPULSION..... 239

Section: Politics and Sociology

Maistrenko K.

PUBLIC GOVERNANCE IN THE FIELD OF SOCIAL POLICY FOR
 SUPPORTING WAR VETERANS: A MULTIDISCIPLINARY MODEL
 OF POSTWAR REINTEGRATION..... 246

Section: Psychology

Стахова О.О., Никитчук О.В.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ МИСЛЕННЯ У ДІТЕЙ
 ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ З ПОРУШЕННЯМИ МОВЛЕННЯ..... 249

Мальцева О., Дунець Є.

ІННОВАЦІЙНІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ РІШЕННЯ ДЛЯ
 ПІДТРИМКИ УЧНІВ З ЕМОЦІЙНИМИ ТА ПОВЕДІНКОВИМИ
 РОЗЛАДАМИ..... 252

Соболта Ю.О.

ФУНДАМЕНТАЛЬНА РОЛЬ ПРАКТИК САМОДОПОМОГИ У
НАДАННІ ТРАВМО-ІНФОРМОВАНОЇ ДОПОМОГИ В ЗАКЛАДАХ
ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я..... 260

Чайка І.В., Волосенко С.В.

ЧИННИКИ ЗАДОВОЛЕНOSTІ ШЛЮБОМ..... 264

Хуторна Н., Гаврилькевич В.

ВІКОВІ ТА ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ СПІВЗАЛЕЖНОЇ
ПОВЕДІНКИ У ЧЛЕНІВ СІМЕЙ..... 266

Section: Technical Sciences

Сергієнко О., Сергієнко Л.

ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ТЕКТОНІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ НАВКОЛО
ГЕОЛОГІЧНИХ ПОРУШЕНЬ..... 271

Maliovaniy A., Ivanov Yu., Maloshtan T., Bodnarenko B.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR RESEARCHING
ALGORITHMS FOR SOLVING COMBINATORIAL PROBLEMS
USING THE EXAMPLE OF THE N-QUEENS PROBLEM..... 274

Босий М.В., Ботнарєнко В.О., Шуть А.О., Хомяк Н.І.,

Скрипниченко Д.О., Ломанов М.М.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СІРОГО
ЧАВУНУ СТАТИСТИЧНИМИ МЕТОДАМИ..... 277

Дорож О., Скалозубов В., Сухомлінов О., Алексєєнко Є.

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ НАДІЙНОСТІ
СИСТЕМ І ОБЛАДНАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
АЕС..... 280

Section: Tourism and Hotel and Restaurant Business

Куценко В.А., Беркова О.П.

ЛІНГВІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО
НЕЙМІНГУ В ТУРИСТИЧНІЙ СФЕРІ..... 284

3. Zoback M. D., Townend J. Tectonic stress orientations and magnitudes, and friction of faults // *Geophysical Journal International*. – 2018. – Vol. 213(2). – P. 1360–1381. – DOI: <https://doi.org/10.1093/gji/ggy046>
4. Oda H., Hoshino K., Shimamoto T. Analysis of the stress field around concealed active fault from geological survey data // *Earth and Space Science*. – 2024. – Vol. 11(3). – Article e2023EA003360. – DOI: <https://doi.org/10.1029/2023EA003360>
5. Ilhan A., et al. Tectonic stress regime and faulting style analysis due to sequence of moderate-sized earthquakes // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 9, No. 11. – Article e20155. – DOI: [10.1016/j.heliyon.2023.e20155](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20155)

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE PACKAGE FOR RESEARCHING ALGORITHMS FOR SOLVING COMBINATORIAL PROBLEMS USING THE EXAMPLE OF THE N -QUEENS PROBLEM

Maliovaniy Anatoliy

Bachelor student

Ivanov Yurii

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor

Maloshtan Tymofii

postgraduate student

Bodnarenko Bogdan

postgraduate student

Vinnytsia National Technical University, Ukraine

The problem of creating methodological and software support for solving problems of mathematical modelling and combinatorial optimization is relevant, since it is caused by the growth of the amount of data and the creation of algorithms for working with artificial intelligence. Mathematical modelling and optimization cover a wide range of problems [1, 2]. A large range of diverse problems that make it up does not allow us to fully formalize the computational process and requires a flexible combination of mathematical methods for calculating and optimizing systems with the engineering experience and knowledge of the researcher. In this regard, the only possible and important thing here is the development of a scientific and methodological base and a workable computing tool, using which it is possible to obtain specific proposals for technical solutions, taking into account the individual characteristics of each of the systems under consideration [3].

Within the framework of this study, a specialized software Java [4] based package was developed for studying algorithms that solve combinatorial problems. As an example, the classical N -queens problem was used, which is an optimization problem

that requires finding such configurations on a chessboard where the queens do not threaten each other (meaning no two queens are in the same row, column, or diagonal) [5]. The **aim** of the development is to create a tool that will allow us to study the efficiency of various algorithms, including enumeration methods, dynamic programming and heuristic approaches, with the ability to analyze and visualize the results for an in-depth understanding of solutions to combinatorial problems.

For example, the implemented solution allows users to explore the behaviour and performance of a backtracking algorithm through an interactive graphical interface. Experimental data show how computation time grows with increasing board size, providing insights into algorithm efficiency.

The graphical user interface (GUI) was implemented with the Swing library to visualize the results of the N -queens problem solution. The application displays the first valid solution as a "Q" symbol on a $N \times N$ chessboard. To optimize the solution search and avoid counting symmetrical solutions multiple times, a transformation module was implemented. The program searches for all unique solutions from all possible configurations $C_{N^2}^N$. The development module generates all seven transformations (rotations and reflections) of a given board configuration and selects the lexicographically smallest version to uniqueness [6, 7]. It automatically scales the cell size based on the board dimensions and displays each queen centered in its cell. Figure 1 shows the GUI output for an example solution with $N = 8$ (a) and $N = 16$ (b). This visual feedback helps verify the correctness of the algorithm.

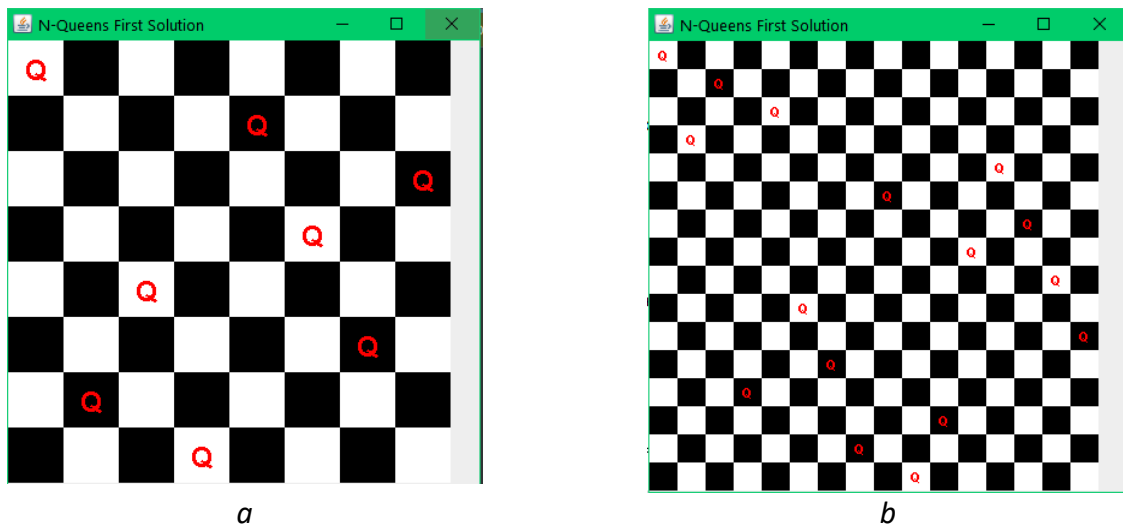


Figure 1. Main interface of the N -queens programming module

To evaluate the algorithm's performance, the execution time required to find all unique solutions for different board sizes N was measured. The system used for testing was a desktop PC with no parallel computing enhancements. As seen in Table 1, the number of unique solutions increases rapidly with each step of N , while the execution time grows even more sharply, especially beyond $N = 14$.

Table 1. Execution time and number of unique solutions for different board sizes

N	Time (s)	Unique solutions	N	Time (s)	Unique solutions
2	0,039058	0	10	0,019960	92
3	0,019584	0	11	0,032261	341
4	0,019070	1	12	0,094358	1787
5	0,017963	2	13	0,470425	9233
6	0,019970	1	14	2,591423	45752
7	0,016857	6	15	18,992309	285053
8	0,022337	12	16	121,849577	1846955
9	0,020604	46	17	999,739255	11977939

This is consistent with the combinatorial nature of the problem and confirms the algorithm's exponential time complexity. Although the implemented backtracking algorithm includes symmetry reduction (through board normalization and hash-based filtering), in worst-case complexity remains factorial $O(N!)$. For large values of N , even minor improvements such as avoiding mirror solutions make a significant difference in execution time.

So, the program is useful both for analyzing algorithm behaviour and for educational purposes due to its visual appearance. Future improvements could include integrating many alternative algorithms and visualizing the solving process step-by-step for different combinatorial tasks, such as the travelling salesman problem, the knapsack problem, the subset sum problem, the sudoku solver, the graph coloring, etc.

References

1. Levitin, A. (2011). Introduction to the Design and Analysis of Algorithms (3rd ed.) Pearson Education.
2. Kendall, G. & Parkes, A. & Spoerer, K. (2008). A Survey of NP-Complete puzzles. ICGA Journal, 31. 13–34. <https://doi.org/10.3233/ICG-2008-31103>.
3. Knuth, D. E. (2011). The Art of Computer Programming, Volume 4A. Combinatorial Algorithms Addison-Wesley.
4. Eckel, B. (2006). Thinking in Java (4-th ed). Prentice Hall.
5. Gent, I. P., & Walsh, T. (1992). The N-queens Problem, JAIR. <https://doi.org/10.1613/jair.5512>.
6. Gent, I. P. & Jefferson, C. A. & Nightingale, P. W. (2017). Complexity of N-queens Completion. Journal of Artificial Intelligence Research, 59, 815–848. <https://doi.org/10.1613/jair.5512>.
7. Glock, S. & Munhá, C. D. & Sudakov B. (2022). The N-queens Completion Problem. Research in the Mathematical Sciences. 3. 1–20. <https://doi.org/10.1007/s40687-022-00335-1>.