

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2026

(Випуск 1)

[електронне видання]



<https://tapr.nure.ua/>



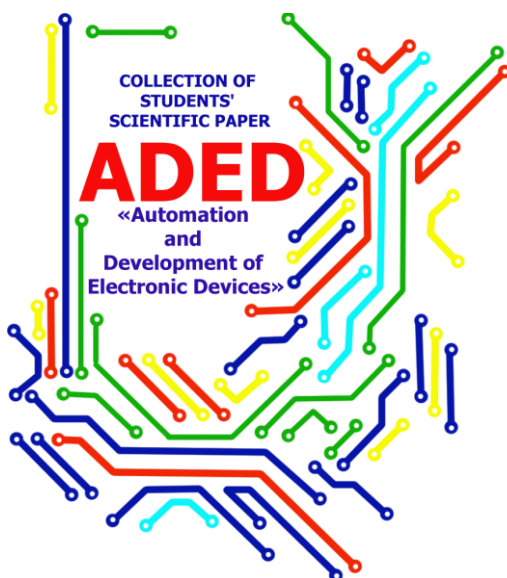
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2026

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та
безпекової інженерії (КІТАРБІ)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2026

(Випуск 1)

[електронне видання]

Харків 2026

Головий редактор **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Редакційна колегія: **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету

Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».

Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційної безпеки та електронних комунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2026) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2026. – Вип. 1. – 237с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2026 Part 1 (Key infrastructure 2026) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2026. – 237p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих
технологій та систем
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 3 від 20 травня 2026

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії (КІТАРБІ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: G7 (151, 174) Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2026 рік

ЗМІСТ

<i>В.О. Александров</i>	
Безпілотні морські апарати. Розрахунок та технічні особливості	8
<i>І.В. Ганькін</i>	
Адаптивне управління вентиляційною системою фарбувального цеху	14
<i>П.Д. Дон</i>	
Розробка модуля 5-ї осі для 3D-принтера	20
<i>С.В. Єрмоменко</i>	
Датчики для автоматизованого управління технологічними процесами в агресивних середовищах, шкідливих та небезпечних умовах праці	26
<i>С.О. Запорожченко</i>	
Підвищення ефективності системи автоматизованого обліку електроенергії за рахунок введення функції прогнозування	32
<i>О.В. Корнієнко</i>	
Аналіз сучасних моделей нейромережей для розпізнавання рукописного тексту	37
<i>О.В. Корнієнко</i>	
Аналіз сучасних систем контролю подачі електроенергії для підприємства	40
<i>Volodymyr Kotenko</i>	
Analysis of the Current State, Problems and Development Trends of Computer Vision in Unmanned Surface Vehicle Systems	43
<i>О.В. Кремзюков</i>	
Підвищення стійкості АСУТП до кіберзагроз засобами автоматизованого резервного копіювання	50
<i>С.В. Мельніков</i>	
Проблеми визначення відповідальності в системах автономної робототехніки	57
<i>С.В. Мельніков</i>	
Архітектура Веб-додатків: фронтенд та бекенд як складові інформаційної системи	63
<i>В.О. Ольховський</i>	
Хмарні технології як інструмент ресурсозбереження в автоматизованих системах	70
<i>Н.В. Панченко</i>	
Огляд технології reflective DTF-друку та її застосування	75
<i>С.С. Скриннік</i>	
Розроблення демонстраційного навчального стенду «Промисловий конвеєр»	81
<i>В.В. Столярченко</i>	
Програмний засіб для створення електропневматичних схем	87
<i>Д.С. Хабаров</i>	
Аналіз сучасних ШІ: ЧАТ GPT, DEEPSEEK, GEMINI	94
<i>М.С. Чмига</i>	
Роль штучного інтелекту в оптимізації інформаційно-пошукових систем	101
<i>О.В. Шевченко</i>	
Вентиляція захисних споруд цивільного захисту: Технологічні аспекти та вимоги безпеки	106
<i>О.В. Шевченко</i>	
Порівняльний аналіз типів вентиляційних систем: Від природної до інтелектуальної (DCV)	113

ВЕНТИЛЯЦІЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ: ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

О.В. Шевченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: olha.shevchenko1@nure.ua

Анотація: У статті розглянуто проблему забезпечення життєдіяльності населення в захисних спорудах цивільного захисту в умовах воєнного стану. Проаналізовано систему вентиляції як критичний елемент інфраструктури укриття. Описано основні режими роботи вентиляційних установок (чиста вентиляція, фільтровентиляція, регенерація), фізико-хімічні основи очищення повітря від радіаційних, біологічних та хімічних агентів. Визначено роль надлишкового тиску (підпору) у створенні безпечного середовища. Обґрунтовано необхідність впровадження нових будівельних норм, згідно з якими проектування укриттів стає обов'язковою умовою для нового будівництва в Україні.

Ключові слова: цивільний захист, захисна споруда, фільтровентиляція, підпір повітря, NBC-фільтри, життєзабезпечення.

VENTILATION OF CIVIL DEFENSE PROTECTIVE STRUCTURES: TECHNOLOGICAL ASPECTS AND SAFETY REQUIREMENTS

N. V. Shevchenko

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: olha.shevchenko1@nure.ua

Abstract: The article examines the issues of ensuring life support for the population in civil protection structures under martial law. The ventilation system is analyzed as a critical element of shelter infrastructure. The main operating modes of ventilation units (fresh air ventilation, filter-ventilation, and regeneration) are described, along with the physicochemical principles of air purification from radiological, biological, and chemical agents. The role of positive pressure (overpressure) in creating a safe environment is determined. The study substantiates the necessity of implementing new building codes, according to which shelter design becomes a mandatory requirement for new construction projects in Ukraine.

Keywords: civil protection, protective structure, filter-ventilation, positive air pressure, NBC filters, life support.

В умовах повномасштабної збройної агресії питання пасивного захисту населення набуло стратегічного значення.

У сучасному світі автоматизація та роботизація технологічних процесів набувають дедалі більшого значення в усіх сферах діяльності людини [1-10]. Вони дають змогу підвищити продуктивність праці, зменшити вплив людського фактора, забезпечити безперервність виробничих процесів та скоротити час реакції на зміну зовнішніх умов. У промисловості, логістиці, енергетиці та на транспорті впровадження автоматизованих систем і роботизованих комплексів є визнаним світовим трендом. Питання автоматизації та роботизації детальніше розглянуто в роботах [11-16].

Як зазначалося у сучасних дослідженнях [17, 18], ефективність захисної споруди визначається не лише міцністю її огорожувальних конструкцій, а й надійністю систем життєзабезпечення.

Особливої актуальності проблема набуває через законодавчі зміни в Україні (зокрема законопроект №7398), які встановлюють обов'язкову наявність захисних споруд у всіх об'єктах нового будівництва.

Проте аналіз стану наявних укриттів свідчить про значний технічний знос вентиляційного обладнання. Недостатня якість повітря та накопичення вуглекислого газу (CO_2) у замкнутому просторі стають критичними факторами, що обмежують час перебування людей в укритті до кількох годин, замість нормативних діб.

У системі життєзабезпечення повітря є найбільш пріоритетним ресурсом. Якщо без їжі людина може перебувати тижнями, то в умовах герметичного укриття при скупченні людей критична концентрація CO_2 (понад 3-5 %) може настати вже через 30-60 хвилин за відсутності повітрообміну.

На рисунку 1, відображено залежність самопочуття людини від рівня вуглекислого газу. Вентиляційна система має не лише подавати кисень, а й видаляти теплонадлишки та вологу, що виділяються людьми, для запобігання тепловому удару.

Графік демонструє, як швидко зростає концентрація CO_2 з часом, та виділяє кольоровими зонами (зелена, жовта, червона) рівні безпеки для здоров'я людини.

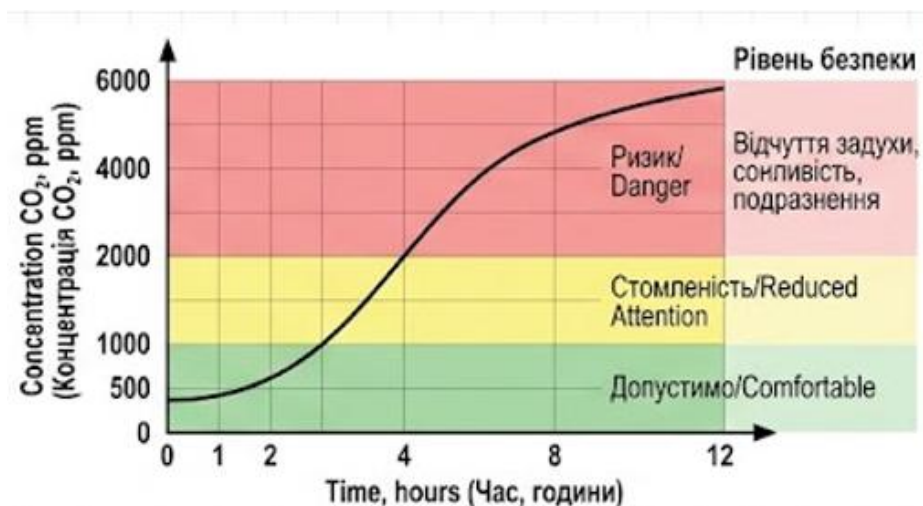


Рисунок 1 – Графік залежності самопочуття людини від CO_2

Згідно з ДБН В.2.2-5:2023, проектування вентиляції залежить від типу захисної споруди. Ключовим фактором є здатність системи працювати у різних режимах залежно від характеру зовнішньої загрози.

Режим чистої вентиляції розрахований на безперервну роботу тривалістю не менше 48 годин. У цьому режимі очищення зовнішнього повітря лише від пилу (за допомогою протипилових фільтрів) зовнішнього повітря для підтримання необхідного газового складу, видалення теплонадлишків та вологи. Забезпечує подачу повітря в обсязі 10–13 $\text{м}^3/\text{год}$ на людину.

Режим фільтровентиляції тривалістю не менше 12 годин активується при загрозі хімічного, біологічного чи радіаційного зараження.

Повітря проходить через фільтри-поглиначі (ФП), які адсорбують отруйні речовини, де очищується від газоподібних отруйних речовин, аерозолів, бактеріальних засобів та радіоактивного пилу.

Режим повної ізоляції з регенерацією передбачається для укриттів, розташованих у зонах можливих масових пожеж або сильної загазованості території. Тривалість цього режиму обмежена 6 годинами.

Режим повної ізоляції з регенерацією передбачається для укриттів, розташованих у зонах можливих масових пожеж або сильної загазованості території.

Тривалість цього режиму обмежена 6 годинами.

Норми подачі повітря в залежності від режиму та призначення приміщень в таблиці 1.

Таблиця 1 – Норми подачі повітря в залежності від режиму та призначення приміщень

Режим роботи	Об'єкт подачі повітря	Норма подачі (м ³ /год на 1 особу)	Примітка
I (Чиста вентиляція)	Основні приміщення для людей	від 10 м ³ /год до 13 м ³ /год	Залежить від кліматичної зони
	Приміщення для поранених (медпункт)	20 м ³ /год	Підвищена норма для санітарних потреб
II (Фільтровентиляція)	Всі зони перебування людей	від 2 м ³ /год до 5 м ³ /год	Мінімум для підтримки життєдіяльності
III (Регенерація)	Внутрішній обіг повітря	2 м ³ /год	Подача ззовні 0%, працює регенератор
Вентиляція ДЕС	Дизель-генераторна установка	Розрахунково	Залежить від потужності двигуна

Повну схему архітектури: від зовнішнього забору повітря через противибуховий пристрій, фільтр та вентилятор до розподілу по кімнатах та витяжних каналів, показано на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схема архітектури вентиляції

Система вентиляції укриття – це багатоступенева лінія оборони, де кожен механізм відповідає за певний аспект безпеки. Першим рубежем є повітрязабірний пристрій, що відсікає грубе сміття, та противибуховий клапан (ПВК). Останній діє як «інстинкт» споруди: він миттєво блокує ударну хвилю, захищаючи людей від баротравм, а розширювальна камера остаточно гасить залишкову енергію вибуху.

Внутрішній захист забезпечує фільтр-поглинач – технологічне ядро системи, що нейтралізує радіоактивний пил та отруйні гази (зарин, зоман). Для сценаріїв повної зовнішньої

небезпеки передбачено герметичний клапан, який наглухо ізолює приміщення. Рушійною силою системи є електроручний вентилятор (ЕРВ). Наявність ручного приводу (корби) робить його символом автономності: навіть в умовах повного блекауту можливість механічного нагнітання повітря залишає укриття життєздатним. Кожен із цих вузлів перетворює технічну конструкцію на надійний простір для порятунку.

Технічна схема вентиляційної системи демонструє послідовність проходження повітря через вузли захисту, представлений на рисунку 3.

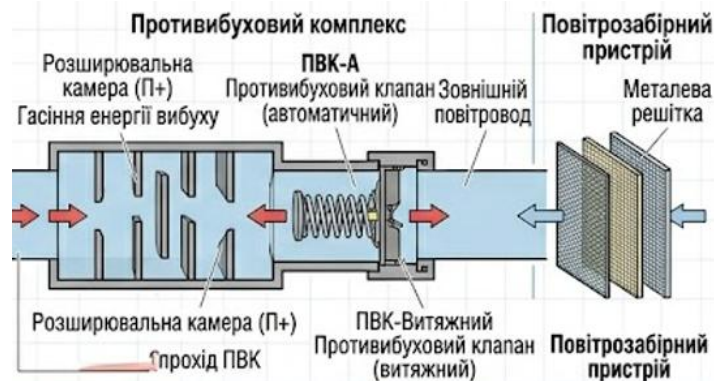


Рисунок 3 – Схема демонстрації послідовності проходження повітря через вузли захисту

Ключовим принципом роботи сучасного укриття є створення надлишкового тиску (підпору) всередині споруди відносно вулиці (зазвичай від 50 до 250 Па). Вентилятор нагнітає повітря всередину швидше, ніж воно виходить через нещільності. Завдяки різниці тисків повітря завжди витікає з укриття назовні. Це гарантує, що навіть при наявності мікротріщин у стінах або дверях, заражене зовнішнє повітря не потрапить всередину в обхід фільтрів. Діаграма (рис. 4) наочно пояснює принцип підпору, де надлишковий тиск ($P+$) всередині укриття витісняє повітря через щілини, запобігаючи проникненню забруднення зовні.

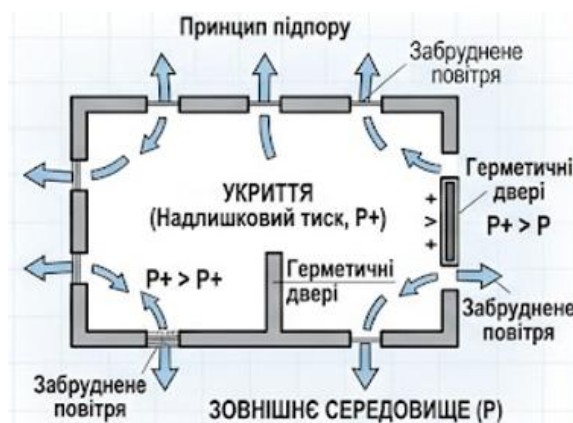


Рисунок 4 – Принципова діаграма надлишкового тиску

Сучасні системи фільтрації базуються на стандарті NBC (Nuclear, Biological, Chemical). Складні мікро волокна (HEPA) затримують радіоактивний пил та бактеріальні аерозолі. Активоване вугілля (каталізатори) сорбують молекули газів отруйних речовин. На рисунок 5 у розрізі показано "бутерброд" внутрішньої структури NBC-фільтра: префільтр, HEPA-фільтр та активоване вугілля.

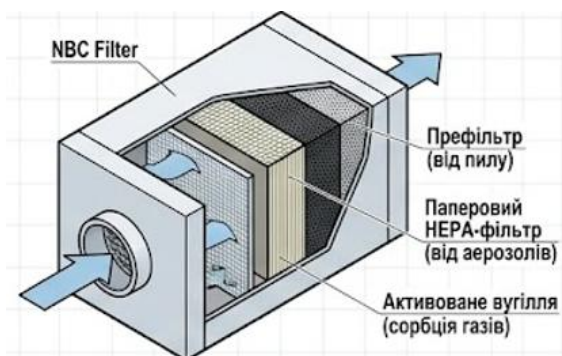


Рисунок 5 – Функціональна схема фільтра NBC

Важливим аспектом є автоматизація: сучасні установки комплектуються датчиками CO₂ та автоматичними клапанами. Однак, за зразком кращих світових практик (FEMA, Ізраїль), кожна система обов'язково повинна мати ручний привід (ручну корбу) на випадок знеструмлення. На рисунку 6 представлена сучасна модульна установка (типу ARC 180) у 3D-моделі, з окремим акцентом на ручний привід (корбу) для автономної роботи.

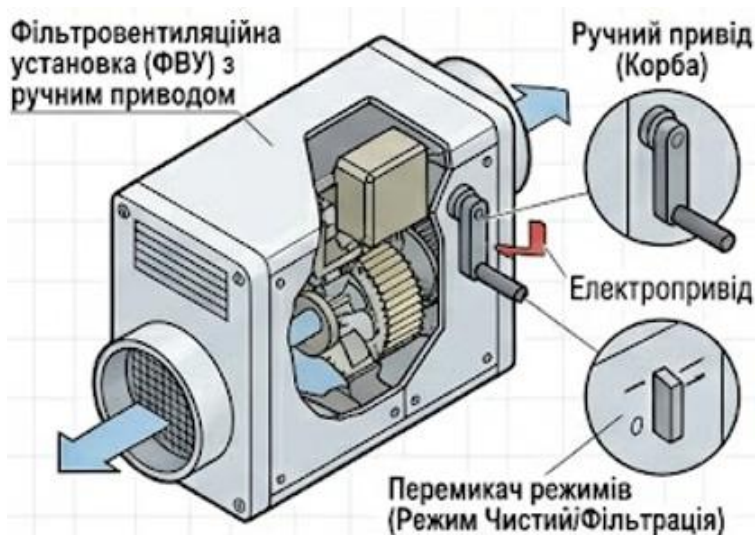


Рисунок 6 – Сучасна модульна фільтраційна установка

Впровадження обов'язкових норм проектування укриттів у новобудовах України є цивілізаційним кроком до створення безпечного середовища. Автоматизована вентиляція з можливістю регенерації повітря перетворює звичайний підвал на повноцінний об'єкт цивільного захисту. Інвестиції в якісну вентиляцію сьогодні – це гарантія збереження тисяч життів у майбутньому.

У статті розглянуто проблему забезпечення життєдіяльності населення в захисних спорудах цивільного захисту в умовах воєнного стану, при цьому систему вентиляції проаналізовано як критичний елемент інфраструктури укриття. Зроблено опис основних режимів роботи вентиляційних установок, а саме чистої вентиляції, фільтровентиляції та регенерації, а також фізико-хімічних основ очищення повітря від радіаційних, біологічних та хімічних агентів. Визначено роль надлишкового тиску (підпору) у створенні безпечного середовища. Обґрунтовано необхідність впровадження нових будівельних норм, згідно з якими проектування укриттів стає обов'язковою умовою для нового будівництва в Україні. Це

зроблено для того, щоб перетворити звичайний підвал на повноцінний об'єкт цивільного захисту шляхом автоматизованої вентиляції з можливістю регенерації повітря, оскільки інвестиції в якісну вентиляцію є гарантією збереження тисяч життів у майбутньому. Також у подальших дослідженнях планується розроблення системи автоматизації припливно-витяжної вентиляції для побутових та виробничих приміщень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nevliudov, I. S., et al. Design of the structure and motion control system of a stationary robot manipulator for construction work // Нові технології в будівництві, 2025. – №47. – pp. 37-45. DOI:10.32782/2664-0406.2025.47.2025.5
2. Sotnik, S. V. Support systems for robotics: principles, algorithms and development prospects / S. V. Sotnik // Journal of natural sciences and technologies. – 2025. – 4(2). – pp. 419-430. DOI: 10.5281/zenodo.18088674
3. Nevliudov, I. Sh., et al. Application of artificial intelligence in additive manufacturing (3D printing) // Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025. – pp. 1006-1009
4. Yechevskiy, A. D., et al. Research of orientation methods of autonomous mobile robots in industrial conditions // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 115-119
5. Bielik, M. S., et al. Analysis of the structures of mobile platforms for promoter robots // The 5th International scientific and practical conference “Global trends in science and education” (June 2-4, 2025) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kyiv, Ukraine, 2025. – pp. 319-325
6. Yakimenko, A., et al. Robotics in Logistics – From Autonomous Trucks to Amazon's Picking Robots // All-Ukrainian Conference “Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for Emergency and Rescue Operations” (ICSTRO-2026) February 12-13, 2026. – pp. 86-90
7. Andreiev, A. S., et al. Methods for improving the energy efficiency of small language models for autonomous robotics // Computer-integrated technologies, automation and robotics 2026: Proceedings of III st All-Ukrainian Conference, Kharkiv, May 14-15, 2026: Theses of Reports. – 2026. – pp. 6-10
8. Mandrykov, K., et al. Comparative Analysis of Industrial Data Transmission Protocols (IIOT) in Automation Systems // All-Ukrainian Conference “Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for Emergency and Rescue Operations” (ICSTRO-2026) February 12-13, 2026. – pp. 49-53
9. Sotnik, S. A Modular System for Gear Calculations: A Comprehensive Computational Approach // DESIGN, CONSTRUCTION, MAINTENANCE, 2025. – vol. 5. – pp. 273-289
10. Ievtushenko, V. I., et al. Evolution of SCADA architecture: from centralized models to cloud-based solutions // Computer-integrated technologies, automation and robotics 2026: Proceedings of III st All-Ukrainian Conference, Kharkiv, May 14-15, 2026: Theses of Reports. – 2026. – pp. 49-53
11. Сотник, С. Розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора промислових роботів // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2025. – № 1 (68). – С. 52-58
12. Sukhomlinova, D., et al. Optimization of drone trajectory algorithms // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 46-49
13. Fesenko, A. O., et al. Basic provisions for developing an automated system for monitoring microclimate parameters in industrial premises // Information Technologies and Automation – 2025 /

Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025. – pp. 194-197

14. Sukhomlinova, D. A., et al. Analysis of main tasks and challenges in drone remote control // Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025. – pp. 1059-1061

15. Sotnik, S. V. Study of Shrinkage of Thermoplastics in Injection Molding // Scientific Bulletin of Valahia University - Materials and Mechanics. – 2025. – Vol. 21. – Iss. 24. – pp. 13-17

16. Rudenko, M. O., et al. Identifying non-functional requirements for a CRM system // Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025. – pp. 798-801

17. Юрченко, В. О. Перспективи проєктування укриттів для захисту населення в умовах воєнного стану // Державне управління: удосконалення та розвиток, 2023. – № 10. – pp. 1-25

18. Тимошенко М. Захиститися від війни: як вдосконалити фонд укриттів в Україні [Електронний ресурс]. – Економічна правда, 2022. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/06/15/688187/>