

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/>



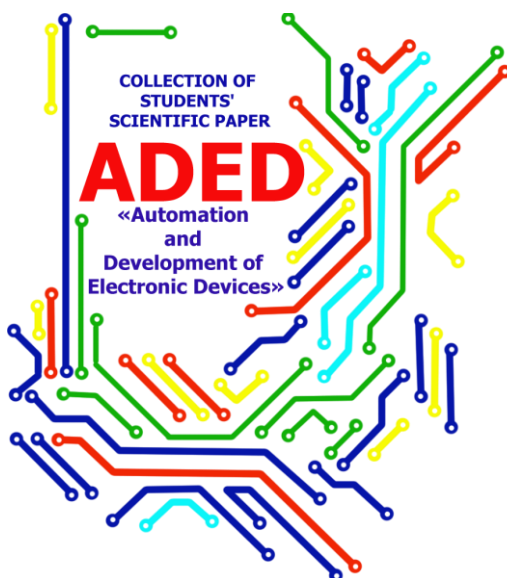
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<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 підприємство «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. Столяренко</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

## ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ REFLECTIVE DTF-ДРУКУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

**Н.В. Панченко**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [nataliia.panchenko@nure.ua](mailto:nataliia.panchenko@nure.ua)

**Анотація:** У статті розглянуто проблему підвищення безпеки пішоходів у темну пору доби, особливо в умовах енергетичного дефіциту та обмеженого вуличного освітлення. Проаналізовано технологію Reflective DTF-друку як сучасний метод створення світлоповертальних елементів для одягу. Описано принцип роботи ретрорефлективних скляних мікрокульок, фізичні основи явища зворотного відбиття, а також технологічний цикл нанесення світловідбивних принтів. Визначено переваги Reflective DTF-друку порівняно з традиційними методами (термоаплікацією, шовкографією), зокрема високу еластичність, деталізацію та можливість створення естетичних дизайнів. Обґрунтовано доцільність масового впровадження світлоповертальних DTF-елементів як стильного атрибута повсякденного гардероба для зниження ризику дорожньо-транспортних пригод.

**Ключові слова:** ретрорефлексія, DTF-друк, світловідбивачі, пасивна безпека пішоходів, скляні мікрокульки.

## OVERVIEW OF REFLECTIVE DTF PRINTING TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION

**N. V. Panchenko**

Kharkiv Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61000, Kharkiv, Nauky av, 14

E-mail: [nataliia.panchenko@nure.ua](mailto:nataliia.panchenko@nure.ua)

**Abstract:** Abstract. The article considers the problem of improving pedestrian safety during nighttime, especially under conditions of energy deficit and limited street lighting. The technology of Reflective DTF printing is analyzed as a modern method for creating retroreflective elements for clothing. The operating principle of retroreflective glass microbeads, the physical basis of the phenomenon of retroreflection, as well as the technological cycle of applying reflective prints, are described. The advantages of Reflective DTF printing compared to traditional methods (thermal appliqué, screen printing) are identified, in particular, high elasticity, detail, and the ability to create aesthetic designs. The feasibility of mass implementation of reflective DTF elements as a stylish attribute of everyday clothing to reduce the risk of road traffic accidents is substantiated.

**Key words:** retroreflection, DTF printing, reflective elements, pedestrian passive safety, glass microbeads.

Проблеми підвищення безпеки пішоходів в умовах обмеженої видимості тісно пов'язані із загальними тенденціями автоматизації виробничих процесів, зокрема у сфері нанесення пасивних засобів захисту [1-9]. Як зазначалося в [10-16], впровадження автоматизованих систем дозволяє значно знизити собівартість та підвищити доступність елементної бази. Темна пора доби та відсутність вуличного освітлення створюють умови, за яких реакція водія на пряму залежить від якості пасивного захисту пішохода. Особливо вразливою категорією є люди з нікталопією, для яких сприйняття малококонтрастних об'єктів у темряві є майже неможливим. Ситуація ускладнюється тенденцією зростання кількості осіб з порушеннями сутінкового зору. За даними ВООЗ дефіцит нічного бачення стає прихованим фактором підвищеного ризику дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Для водіїв із порушеннями

адаптації до темряви дистанція виявлення пішохода скорочується ще на 30 – 40 % порівняно зі стандартними показниками. Згідно з аналітичними звітами Національної поліції України, значна частка ДТП за участю пішоходів припадає на темну пору доби, причому летальність у таких випадках у 8–10 разів перевищує аналогічні показники вдень.

Особливої гостроти ця проблема набуває в умовах енергетичного дефіциту та обмеженого вуличного освітлення, що стало викликом в час воєнного стану нашої країни. Таким чином, виникає об’єктивна потреба у розробці засобів пасивної безпеки, що працюють за принципом ретрорефлексії (світлоповертання).

Стандартних методів безпеки недостатньо, потрібна масова популяризація світловідбивачів, які будуть стильними та ефективними. Рішенням цієї проблеми є популяризація світлоповертальних принтів, виконаних методом Reflective DTF (світловідбивний DTF). Ця технологія є відносно новою нішею в цифровому друці. Такі елементи дозволяють штучно підвищити оптичний контраст об’єкта, роблячи його помітним на відстані понад 150 метрів. На рисунку 1 представлена діаграма ефективності DTF-світловідбивачів та залежність дистанції видимості від гальмівного шляху.

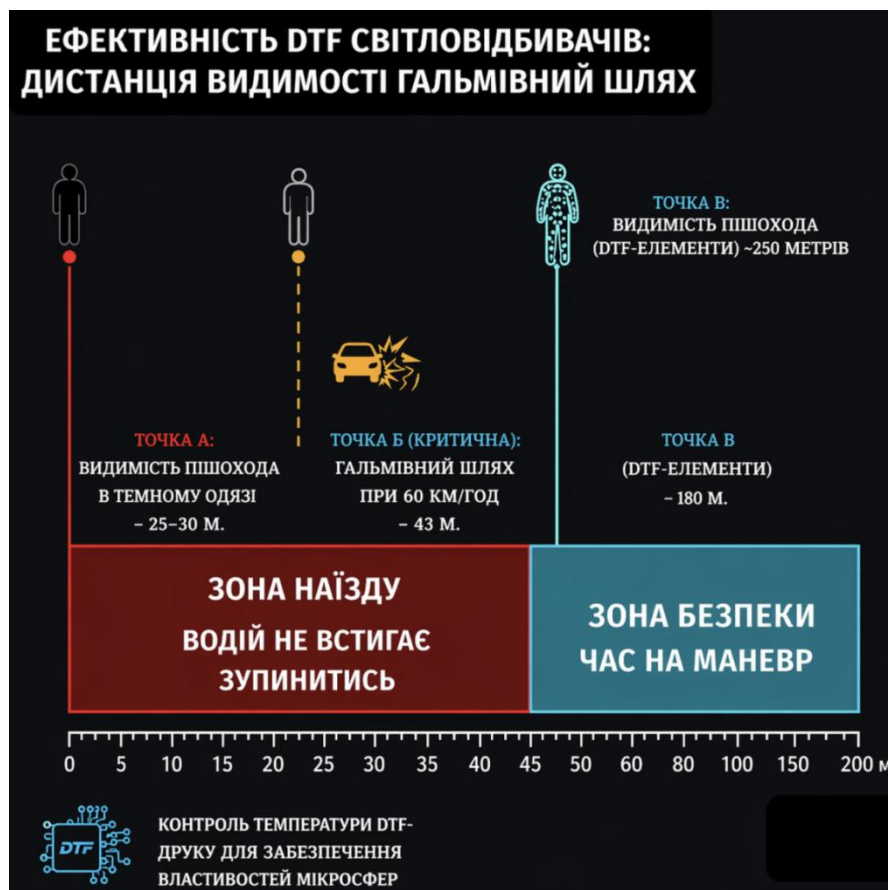


Рисунок 1 – Діаграма ефективності DTF-світловідбивачів, залежність дистанції видимості від гальмівного шляху

Проте існуючі рішення, такі як світловідбивальні жилети, часто ігноруються населенням через їх неестетичність та дискомфорт при повсякденному використанні. Reflective DTF дозволяє робити модні дизайни, які світяться вночі. Людина носить це, бо це красиво, а безпека йде «бонусом».

Reflective DTF-друк (Direct to Film) – це інноваційна технологія друку в сучасній текстильній промисловості. «Друк прямо на плівку» – так перекладається ця технологія, яка є відносно новим методом термотрансферного друку, що базується на створенні зображення на спеціальній ПЕТ-плівці. Reflective DTF-друк представляє собою гібридний метод цифрового друку, який поєднує переваги струменевого друку та традиційного термотрансферу.



Рисунок 2 – Сприйняття людського зору в сутінках

Повний цикл Reflective DTF-друку представлено на рис. 3.

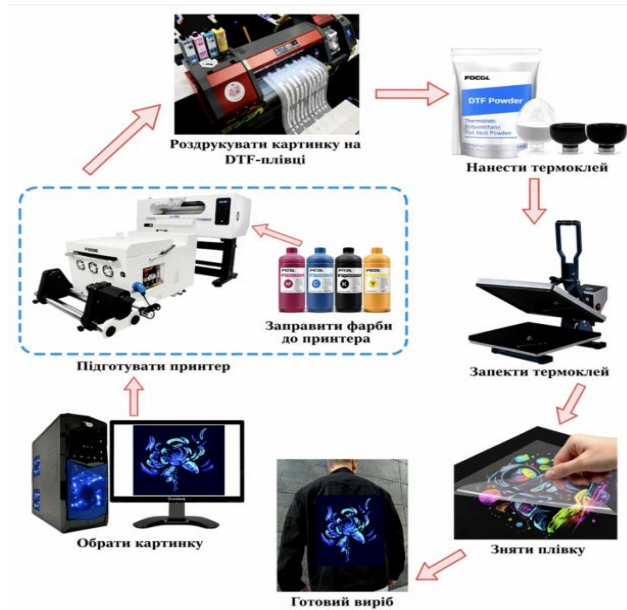


Рисунок 3 – Діаграма повного технологічного процесу DTF – друку

Основним елементом методу є використання спеціальної ПЕТ-плівки як тимчасового носія, на яку наносяться пігментні чорнила, що згодом покриваються порошковим термоклеєм (адгезивом). У контексті виготовлення світлоповертальних елементів, ця технологія відкриває нові можливості для створення елементів безпеки з високим ступенем деталізації.

Технологія Reflective DTF-друку визначена як найбільш перспективна завдяки високій еластичності відбитків, якості а також можливості створення складних світлоповертальних

геометричних форм на відміну від технології термоаплікації чи шовкографії. Ця технологія базується на використанні ретрорефлективних скляних мікрокульок (micro glass beads), які працюють за принципом котячого ока: повертають промінь світла точно до джерела.

Принцип роботи Reflective DTF-друку: на ПЕТ-плівку з вже нанесеним шаром ретрорефлективних скляних мікрокульок DTF-принтер наносить рисунок різнокольоровими чорнилами. Після цього на вологі чорнила наноситься білий порошковий клей у вигляді пудри. В подальшому, коли надрукований малюнок з ПЕТ-плівкою накладен на текстиль або матеріал виробу, термопрес притискає плівку до тканини та прогріває її 10-15 секунд при середньому притисканні (Mid-pressure).

В процесі прогрівання і притискання плівки до тканини шар термоклею розплавлюється і проникає у волокна тканини, що дає гарну зцепку рисунка, мікрокульок та тканини. На цьому етапі дуже важливо зберігати правильний температурний режим, який не повинен перевищувати 150°C - 160°C (300°F - 320°F). Це обумовлено особливостями структури самих ретрорефлективних скляних мікрокульок (micro glass beads) інакше вони гублять свої світловідвертальні властивості.

Останнім етапом в технології Reflective DTF-друку є зняття плівки з готового виробу після повного охолодження, інакше мікрокульки можуть відірватися від клейового шару.

Принцип роботи світлоповертальних мікрокульок ґрунтується на явищі ретрорефлексії (зворотного відбиття) та представлено на рис. 4.

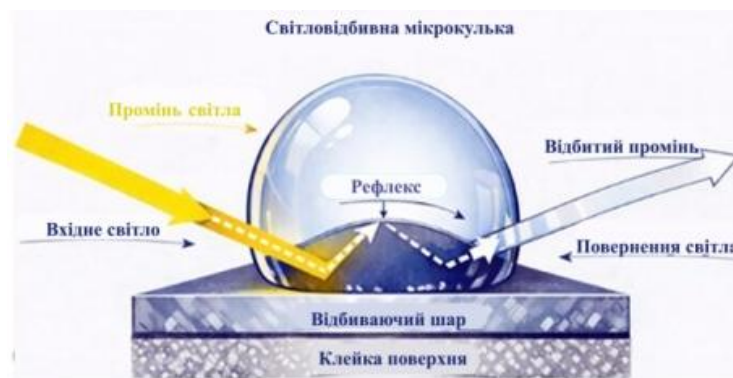


Рисунок 4 – Принцип роботи світловідбиваючих мікрокульок

Фізичним механізмом є оптична система «котяче око». Світлоповертальна мікрокулька діє як мініатюрна лінза і процес відбиття відбувається за наступним чином: промінь світла від фар автомобіля падає на поверхню скляної мікрокульки, промінь світла заломлюється при вході всередину, це явище називається рефракцією. Куляста форма лінзи фокусує промінь точно на задній внутрішній поверхні кульки. На задню частину кульки нанесено спеціальний дзеркальний шар (алюмінієве або срібне напilenня). Світло відбивається від цього шару.

Відбитий промінь знову заломлюється при виході з кульки та повертається паралельно вхідному променю, тобто точно в бік джерела світла (до очей водія). Типи мікрокульок у технології DTF бувають двох типів: відкриті мікрокульки – вони частково виступають над поверхнею плівки, тому вони дають найяскравіше відбиття, але більш вразливі до механічних пошкоджень.

Другим типом є закриті (капсульовані) кульки, які знаходяться всередині захисного шару полімеру. Вони краще працюють під час дощу, але вимагають дуже точного температурного контролю при перенесенні. Впровадження доступної технології DTF-маркування дозволяє перетворити світловідбивачі з елемента спецодягу на стильний атрибут повсякденного гардероба. Це сприяє масовому охопленню населення засобами пасивної безпеки, що є

критично важливим для попередження ДТП та полегшення роботи водіїв в умовах обмеженої видимості.

Використання DTF-світловідбивачів серед широких мас населення дозволяє створити безпечне міське середовище, де пішохід стає активним учасником системи запобігання аварійності, а не пасивною жертвою обставин.

Важливо підкреслити, що пішохід зі світловідбивачем це прояв поваги до водія. Це знімає колосальне психологічне навантаження з водія, особливо в умовах блекаутів чи нікталопії. Автоматизація Reflective DTF-друку знижує собівартість. Коли зробити світловідбивний принт коштує як чашка кави, то рівень охоплення населення зростає геометрично.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Nevludov, 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
2. Fesenko, A. Review and selection of optimal sensors for building a production facility microclimate monitoring system // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 50-53
3. Vasylychenko, Y., et al. Development of Security and Fire Alarm Integrated Automation System at Enterprise // WSEAS Transactions on Systems. – 2025. – № 24. – pp. 642-664
4. Сотник, С. Розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора промислових роботів // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2025. – № 1 (68). – С. 52-58
5. Yechevskiy, A., et al. Analysis of the data collection process about products at different stages of production // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 38-41
6. Cherednichenko, T., et al. Features of automatic working time control systems // Manufacturing & Mechatronic Systems 2025: Proceedings of IX st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 54-57
7. 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
8. Levenets, I. O., et al. The role of artificial intelligence in optimizing information retrieval systems // 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. 975-977
9. Sotnik, S. V. Support systems for robotics: principles, algorithms and development prospects // Journal of natural sciences and technologies. – 2025. – 4(2). – pp. 419-430
10. Sotnik, S. Development of a Web-Based Expert System for the Diagnosis of Depressive Disorders // WSEAS Transactions on Computers. – 2026. – 4(2). – pp. 419-430
11. Fesenko, A., et al. Comparative Analysis of Programming Languages for Developing System User Interfaces // All-Ukrainian Conference “Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for Emergency and Rescue Operations” (ICSTRO-2026) February 12-13, 2026. – pp. 119-123
12. Sotnik, S. A Modular System for Gear Calculations: A Comprehensive Computational Approach / S. Sotnik // DESIGN, CONSTRUCTION, MAINTENANCE, 2025. – vol. 5. – pp. 273-289

13. Hubar, A.Y., et al. Impact of automation and CALS technologies on human factor in production // The 5th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary science: theory and practice” (June 24-26, 2024) SPC “Sci?conf.com.ua”, Lviv, Ukraine, 2024. – pp. 243-249
14. Polikanov, K. A., et al. Overview of modern technologies for residential // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 85-89
15. Shrubkovskiy, Y. V., et al. Development of a structural scheme for automatic dosing of liquid components // Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики: збірник наукових праць з матеріалами V Міжнародної наукової конференції, м. Кропивницький, 6 червня, 2025 р. / Міжнародний центр наукових досліджень. – Вінниця: ТОВ «УКРЛОГОС Груп, 2025. – pp. 242-246
16. Konieva, A., et al. Main trends in the development of automated image processing systems // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 68-72