

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2025

(Випуск 1)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



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



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

Харків 2025

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2025

(Випуск 1)

[електронне видання]

Харків 2025

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, 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 та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, декан факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2025) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2025. – Вип. 1. – 262с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2025 Part 1 (Key infrastructure 2025) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2025. – 262p with.

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

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 5 від 22 травня 2025

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) 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: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2025 рік

ЗМІСТ

<i>Андреев А.С.</i> Розроблення програмного забезпечення для аналізу вхідної інформації робітника приладобудівного виробництва для видачі завдань на виконання	8
<i>Тарасов А.А.</i> Розроблення 3D моделі пневматичного регулятора тиску	13
<i>Обривко Є.В.</i> Аналіз методів оптимізації роботи системи дистанційного навчання при навантаженні	17
<i>Кузьменко О.С.</i> Аналіз методів і технологій захвату рухів	23
<i>Ачкан М.С.</i> Роль Big Data у розумних містах: автоматизовані рішення	28
<i>Ачкан М.С.</i> Інтеграція хмарних технологій в сучасні SCADA системи: перспективи та виклики	34
<i>Борисов А.М.</i> Функціонування автоматизованої системи пожежної сигналізації спостереження	40
<i>Дараган В.В.</i> Веб-інтерфейси для моніторингу та управління роботизованими системами в реальному часі	44
<i>Sofia Driha</i> Automated Waste Classification for Efficient Recycling Using Machine Learning	51
<i>Іванов М.О.</i> Актуальність віртуалізації та контейнеризації в сучасному ІТ	56
<i>А.Карпенко</i> Design of Mine-Detecting Robot Using Yolov8 Object Detection Model	62
<i>Корнієнко О.В.</i> Analysis of Computer Vision Systems for Object Recognition	69
<i>Іванов М.О.</i> Розроблення автоматичної системи розумного будинку на Node-Red	72
<i>Литочкін Н.О.</i> Хмарні середовища для колаборативного проектування в роботехніці: можливості та обмеження	77
<i>Ільєнков Г.О.</i> Аналіз алгоритмів планування шляху мобільного робота	83
<i>Заяць Д.Є.</i> Штучний інтелект та інтелектуальні помічники	88
<i>Kotenko V.A.</i> Advantages and Disadvantages of Surface Robots in Various Fields of Application	93
<i>Маслов А.Д.</i> Інтелектуальна система керування вуличним освітленням з використанням IoT-технологій та алгоритмів машинного навчання	97
<i>Надьожкіна І.М.</i> Дослідження систем автоматизації аналізу ґрунту на базі технології інтернету речей ...	104
<i>D. Nienova</i> Inverse Kinematics In Robotics: Case Of Pick-And-Place Manipulators	111

<i>Хикмет Саркар Огли Садуллаєв</i>	
Інноваційне оснащення складських приміщень	116
<i>Горбачов К.Ю.</i>	
Інтеграція штучного інтелекту в медіаіндустрію	121
<i>Драннік А.С.</i>	
Застосування генеративних моделей аі для обробки медіа в реальному часі	127
<i>Ткаченко І.А.</i>	
Автоматизації логістичних процесів виробничого підприємства	132
<i>Фесенко А.О.</i>	
GoIang як сучасна мова програмування для Backend частини сайтів	137
<i>Ханілін І.О.</i>	
Розвиток безпілотних технологій через симуляційне навчання: тенденції та перспективи	144
<i>Ханілін І.О.</i>	
Інтеграція віртуальної та доповненої у навчальні симуляції для операторів дронів	149
<i>Б.О. Цапля</i>	
Дослідження методів автоматичної екстракції виробів 3D-принтерів	155
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Системи прогнозування відмов обладнання на основі аналізу експлуатаційних даних ..	162
<i>Nagovitsyn К.О.</i>	
Modern Vehicle Access Control Technologies at Industrial Facilities	167
<i>Межанов А.А.</i>	
Шляхи досягнення цілей сталого розвитку у сфері гуманітарного розмінування із застосуванням робототехнічних комплексів	171
<i>Дерев'янка Д.І.</i>	
Розроблення інтелектуальної системи автоматизації дозування хлорагенту для підготовки питної води	178
<i>Єрофєєв С.О.</i>	
Автоматизовані диспенсери ліків: сучасний стан та напрямки розвитку	184
<i>Редькін К.С.</i>	
Розроблення методу оцінки якості тепlopостачання в центральному тепловому пункті	189
<i>Берест Б.Р.</i>	
Дослідження використання гнучких виробничих систем та їх класифікація	194
<i>Дихтенко А.І.</i>	
Аналіз сучасних систем моніторингу та аналізу даних на виробництві	200
<i>Демченко А.В.</i>	
Аналіз систем керування мобільних роботів класу Mini Sumo для Battle of Robots	205
<i>Раєнко Т.В.</i>	
Аналіз методів підключення пультів керування FPV-дронами до ПК для симуляції польоту	211
<i>Шахов П.В.</i>	
Методи децентралізованого керування групою колаборативних роботів-маніпуляторів у єдиній робочій зоні з людиною	217

ІНТЕГРАЦІЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ У НАВЧАЛЬНІ СИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ ДРОНІВ

Хапін І.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: illia.khapilin@nure.ua

Анотація. Робота присвячена аналізу інтеграції віртуальної реальності та доповненої реальності у навчальні симуляції для підготовки операторів дронів. Розглянуто основні переваги цих технологій, такі як безпека, економічність та високий рівень реалізму, а також виклики, пов'язані з їх впровадженням, зокрема висока вартість обладнання та технічні обмеження. Проаналізовано сучасні тенденції та перспективи розвитку, включаючи використання штучного інтелекту та мультисенсорних систем.

Ключові слова: віртуальна реальність, доповнена реальність, навчальні симуляції, оператори дронів.

INTEGRATION OF VIRTUAL AND AUGMENTED LEARNING SIMULATIONS FOR DRONE OPERATORS

Khapilin I.O.

Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky Ave. 14
E-mail: illia.khapilin@nure.ua

Abstract. The paper is dedicated to the analysis of the integration of virtual reality and augmented reality into training simulations for preparing drone operators. It examines the main advantages of these technologies, such as safety, cost-effectiveness, and a high level of realism, as well as the challenges associated with their implementation, including the high cost of equipment and technical limitations. Current trends and development prospects are analyzed, including the use of artificial intelligence and multisensory systems.

Key words: virtual reality, augmented reality, training simulations, drone operators.

Актуальність інтеграції віртуальної та доповненої реальності у навчальні симуляції для операторів дронів зумовлена стрімким розвитком безпілотних технологій та необхідністю підвищення ефективності підготовки фахівців шляхом створення реалістичних, безпечних і економічно вигідних умов для відпрацювання навичок управління дронами в різноманітних ситуаціях.

Розвиток безпілотних технологій стрімко змінює сучасний світ, зокрема в таких сферах, як логістика, сільське господарство, військова справа та рятувальні операції [1-9]. Оператори дронів відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності та безпеки цих систем. Однак підготовка кваліфікованих спеціалістів вимагає інноваційних підходів до навчання. Одним із таких підходів є інтеграція віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR) у навчальні симуляції. Цей реферат аналізує сучасні тенденції використання VR та AR у підготовці операторів дронів, їх переваги, виклики та перспективи розвитку.

Розглянемо VR та AR у навчанні (рис. 1). Віртуальна реальність (VR) створює повністю імерсивне середовище, де оператор може відпрацьовувати навички управління дроном у симульованих умовах. Доповнена реальність (AR) накладає цифрові елементи на реальний світ, дозволяючи поєднувати фізичне обладнання з віртуальними сценаріями. Обидві

технології активно застосовуються для створення реалістичних симуляцій, що імітують різні погодні умови, аварійні ситуації та складні маршрути.



Рисунок 1 – Симуляція польоту дронів у віртуальній реальності

З огляду на стрімкий розвиток технологій та зростання потреби у висококваліфікованих операторах дронів, варто розглянути основні переваги інтеграції віртуальної та доповненої реальності в процес їх підготовки.

Використання VR та AR у навчанні операторів дронів має низку переваг:

- симуляції дозволяють відпрацьовувати небезпечні сценарії без ризику для обладнання чи людей (рис. 2);
- зменшується потреба у фізичних польотах, що знижує витрати на паливо, обслуговування та ремонт дронів;
- навчальні програми можна адаптувати до рівня підготовки оператора;
- високоякісна графіка та сенсорні системи забезпечують ефект присутності, покращуючи засвоєння знань.



Рисунок 2 – Симуляція польоту дрону для відпрацювання небезпечних сценаріїв без ризику для обладнання чи людей

Попри численні переваги, інтеграція VR та AR у навчання операторів дронів супроводжується низкою викликів та обмежень, які також варто враховувати.

Інтеграція VR та AR стикається з труднощами:

- висока вартість розробки та обладнання (VR-шоломи, AR-окуляри, програмне забезпечення) (рис. 3);

- технічні обмеження, такі як затримки в обробці даних чи недостатня точність симуляцій;
- потреба в адаптації операторів до віртуального середовища, що може викликати дискомфорт (наприклад, запаморочення).

Сучасні розробки в галузі VR та AR свідчать про їхнє зростання. Наприклад, компанії, такі як DJI та xAI, інвестують у створення симуляційних платформ для підготовки операторів. У майбутньому очікується:

- розвиток штучного інтелекту для створення динамічних сценаріїв у симуляціях;
- інтеграція мультисенсорних систем для підвищення реалізму; Зниження вартості обладнання завдяки масовому виробництву.



Рисунок 3 – Симулятор для підготовки операторів дронів з використанням віртуальної реальності

Наведено кілька реальних прикладів використання VR/AR у навчанні операторів дронів:

- DJI Flight Simulator – платформа для підготовки пілотів з високим рівнем реалізму;
- AR-платформи для технічного обслуговування дронів (наприклад, накладення інструкцій через AR-окуляри).

На практиці впровадження VR/AR-симуляторів вже демонструє високу ефективність. Так, DJI пропонує спеціалізовані симулятори, що дозволяють моделювати польоти в умовах різної складності. Інші компанії використовують AR для відображення інструкцій з технічного обслуговування дронів у реальному часі.

Результатом проведеного дослідження є порівняння традиційних методів навчання і VR/AR (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння традиційних методів навчання і VR/AR

Параметр	Традиційне навчання	Навчання з VR/AR
Вартість	Висока (паливо, ремонт)	Середня (початкова інвестиція)
Ризик пошкодження техніки	Високий	Відсутній
Можливість повторення	Обмежена	Необмежена
Рівень реалізму	Середній	Високий
Доступність	Залежить від умов	В будь-який час

У традиційного навчання рівень реалізму вважається «середнім», тому що:

1. Реальні польоти дійсно дають справжній досвід, але:

- не охоплюють весь спектр сценаріїв, зокрема екстремальні або небезпечні ситуації (наприклад, аварії, польоти в умовах бурі, атаки чи збої систем);
- навчання часто проводиться в контрольованих умовах (наприклад, на відкритих майданчиках з гарною видимістю), що обмежує реалістичність.

2. Обмежена змінність середовища бо неможливо швидко змінити умови (погоду, ландшафт, перешкоди тощо), щоб змодельовати різні ситуації.

3. Безпека має пріоритет, тому не всі сценарії відпрацьовуються у реальному житті – на відміну від VR, де можна «зламати» дрон і повторити ситуацію без наслідків.

У сучасних умовах важливою складовою ефективного навчання є автоматизація процесів та використання технологій Інтернету речей (IoT), що дозволяє оптимізувати використання ресурсів та зменшити людський фактор [10-21]. Завдяки автоматизації, використанню штучного інтелекту та технологій Інтернету речей VR/AR-системи здатні генерувати персоналізовані сценарії тренувань, аналізувати поведінку користувача в реальному часі та адаптувати навчальні матеріали відповідно до його прогресу. Це підвищує ефективність підготовки та зменшує потребу в постійному контролі з боку інструктора.

Інтеграція віртуальної та доповненої реальності у навчальні симуляції для операторів дронів дозволяє створювати реалістичні сценарії тренувань, що сприяє покращенню навичок керування безпілотниками. Використання елементів гейміфікації підвищує залученість користувачів і робить навчальний процес більш ефективним [22]. При цьому хмарні технології, такі як AWS, Azure і GCP, забезпечують необхідну обчислювальну потужність для обробки великих обсягів даних у режимі реального часу [23].

Таким чином, інтеграція VR та AR у навчальні симуляції для операторів дронів є перспективним напрямом, що поєднує інноваційні технології з практичними потребами. Ці інструменти дозволяють підвищити якість підготовки, знизити витрати та забезпечити безпеку. Проте для повноцінного впровадження необхідно подолати технічні та фінансові бар'єри. У довгостроковій перспективі VR та AR можуть стати стандартом у навчанні операторів безпілотних систем, сприяючи подальшому розвитку цієї галузі.

Також, використання VR та AR технологій дозволяє забезпечити міждисциплінарний підхід до підготовки операторів дронів, поєднуючи знання з аеродинаміки, електроніки, програмування та практичних навичок пілотування в єдиному навчальному просторі.

Віртуальні тренажери забезпечують гнучкість у оновленні навчальних програм відповідно до швидкого розвитку самих безпілотних технологій, дозволяючи оперативнo інтегрувати нові моделі дронів та їх функціональні можливості в симуляційне середовище.

ЛІТЕРАТУРА

- 1) Al-Sharo, Y.M., et al. Generalized procedure for determining the collision-free trajectory for a robotic arm // Tikrit Journal of Engineering Sciences. – 2023. – 30 (2). – pp. 142-151
- 2) Lashyn, Z. V., et al. Automation capabilities of equipment with built-in robot for manufacture of microelectronics products // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 283-286
- 3) Sotnik, S. V., et al. Safe cobots in development of industrial robotics // European scientific congress. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing, 2023. – pp. 80-84
- 4) Зарубін, І. С. та інші. Ефективність використання роботизованих систем у виробництві // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2024. 2024. – pp. 150-153
- 5) Andreiev, A. S., et al. Analysis of robotics platforms for educational and research purposes. Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024 // Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 26-27 вересня 2024 р., 2024. – pp. 25-27
- 6) Sotnik, S. V., et al. Modeling design of mobile robotic platform // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів, 2024. – pp. 481-482
- 7) Zarubin, I., et al. Basic principle of building aerial robots // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024, pp. 32-36
- 8) Lykho, T.A., et al. Pattern recognition and computer vision technologies in decision support systems of robotic systems // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation – 2024», 2024. – pp. 645-648
- 9) Tahseen, A.J.A., et al. Access control to robotic systems based on biometric: the generalized model and its practical implementation // International Journal of Intelligent Engineering and Systems. – 2023. – Vol.16. – No.5. – pp. 313-328
- 10) Sotnik, S., et al. Optimization of work: in-depth look at Kanban, Scrum and Lean // Journal of natural sciences and technologies, 2024. – 3(1). – pp. 290-301
- 11) 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. – с. 243-249
- 12) Tverdokhlib, A., et al. Intelligent tools for optimizing information and search engines // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024. – pp. 28-31
- 13) Sotnik, S. Integration of IoT into security systems: opportunities and risks // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024. – Vol. 8, Issue 11. – pp. 56-61
- 14) Polikanov, K., et al. Smart home with house module: overview of automation technologies // International Conference «DIGITAL INNOVATION & SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2024», 2024 – pp. 20-21
- 15) Халімонов Я. І., та інші. Створення інтелектуального модулю для автоматизованого моніторингу середовища у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій. International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications dedicated to the 85th anniversary of the Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements, 2024. – pp. 176-181

16) Сотник, С. В., та інші. Аналіз систем автоматизації визначення умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень. Автоматизація, електроніка та робототехніка (AERT-2023), 2023. – pp. 32-35

17) Yechevskiy A., et al. Methods Of Identification Of Objects On Industrial Lines // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2024. – Vol. 8, Issue 11. – pp. 48-55

18) Khalimonov, Y. I. et al. Overview of computer vision areas application for inspection and quality control // Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищ. освіти і молодих учених, 20 листоп. 2024 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2024. – С. 117–121

19) Lvov, A. A. et al. Overview of digital locks with artificial intelligence // Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищ. освіти і молодих учених, 20 листоп. 2024 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 2024. – С. 112–116

20) Sotnik, S. Development of automated control system for continuous casting // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2. – 2024. – pp. 181-189

21) Sotnik, S. V. Development of automated control system and registration of metal in continuous casting // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 3. – 2024. – pp. 197-211

22) Sotnik, S., et al. Gamification in science: game platforms for learning // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р., 2023. – pp. 87-89

23) Nevludov, I. S., et al. Cloud giants: AWS, Azure and GCP: дис. // 2023 2nd International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering Ivano-Frankivsk, 2023. – pp. 18-24.