

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 2)

[електронне видання]



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



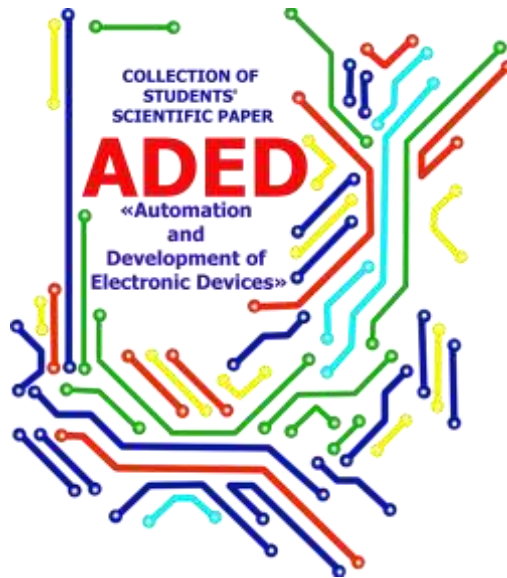
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<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 2)**

**[електронне видання]**

Харків 2025

## ЗМІСТ

<i>Карпович Б.О.</i> Імпульсно-доплерівська селекція в системах автоматичного керування та робототехніці .....	7
<i>Рожко А.Р., Бондаренко С.В.</i> Підвищення точності систем автоматичного регулювання шляхом корекції динаміки спостерігача стану .....	12
<i>Бондаренко С.В., Рожко А.Р.</i> Аналіз методів синтезу оптимальних регуляторів для систем із параметричними збуреннями .....	17
<i>Кобець Д.С., Кравченко С.О.</i> Синтез адаптивних систем із прогнозуючим законом керування .....	21
<i>Кравченко С.О., Кобець Д.С.</i> Застосування принципу інваріантності для компенсації зовнішніх збурень у системах автоматичного регулювання .....	25
<i>Коваленко О.А., Бондаренко С.В.</i> Вплив нелінійних характеристик виконавчих механізмів на динамічні властивості систем автоматичного регулювання та методи їх компенсації .....	29
<i>Lisovskyi A.</i> Comparative Analysis of the Vulnerability of Large Language Models to Prompt Injections	34
<i>Шевченко О.</i> Аналіз методів визначення положення безпілотного наземного мобільного робота на карті місцевості .....	41
<i>Андреев А. С.</i> Особливості використання LLM в аналізі даних .....	46
<i>Гайдук І.М.</i> Система управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки .....	53
<i>Єчевський А. Д.</i> Дослідження ефективності систем навігації SLAM, VSLAM та LDS для автономних мобільних роботів у складських приміщеннях .....	56
<i>Колбаса О. Р.</i> CRM-система як інструмент інтеграції відділу продажів та виробництва: від зменшення циклу замовлення до підвищення лояльності клієнтів .....	63
<i>Конєва А. І.</i> Особливості обробки зображень на виробництві .....	69
<i>Котенко В.А.</i> Аналіз технологій та перспектив розвитку гібридних мобільних роботів .....	76
<i>Кривчун Р.В.</i> Комп'ютерне моделювання та його роль у сучасному роботизованому виробництві ....	81
<i>Левченко К.О.</i> Методи кольорового сортування за допомогою контурного виділення звичайною оптичною камерою у видимому спектрі сировини на конвеєрних виробництвах .....	87
<i>Мамін В.А.</i> Інтелектуальні системи керування квадрокоптерами: аналіз функціональних аспектів та перспективи розвитку .....	92
<i>Маруніч Р.В.</i>	95

Аналіз сучасних систем контролю доступу та перспективи їх розвитку .....	
<i>Маслов І.В.</i>	
Вплив структури заповнення на термостійкість виробів FFF/FDM-друку .....	101
<i>Мироненко Н.М.</i>	
Аналіз систем автоматизації виявлення дефектів литих пластикових виробів з використанням технології комп'ютерного зору .....	109
<i>Проценко Д.Є.</i>	
Аналіз роботи з штучними інтелектами .....	106
<i>Рябовол Д.А.</i>	
Мінімізація людського фактору в промисловій автоматизації засобами інтелектуальних систем підтримки рішень .....	120
<i>Пара І.І.</i>	
Аналіз систем керування FPV дронів з використанням нейронних мереж .....	126
<i>Гайдук І.М.</i>	
Аналіз особливостей розробки системи управління роботизованим маніпулятором на основі розпізнавання жестів руки .....	130
<i>Коваленко І.С.</i>	
Вдосконалення системи керування безпілотним мобільним роботом з використанням резервування та дублювання основних функцій .....	135
<i>Мороз М.В.</i>	
Аналіз сучасних систем моніторингу виробничих параметрів .....	142
<i>Головчанський М.О.</i>	
Роль штучного інтелекту у віртуальних симуляціях для автономного управління дронами .....	147
<i>Сухомлінова Д. А.</i>	
Дрони та метавесвіт: віртуальні середовища як полігон для безпілотних технологій ...	155
<i>Фесенко А. О.</i>	
Аналіз характеристик параметрів навколишнього середовища у виробничих приміщеннях .....	164
<i>Чередніченко Т.О.</i>	
Захист даних у системах автоматичного відстеження робочого часу .....	171
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Використання інтелектуальної аналітики даних у системах моніторингу вентиляційних процесів литейних установок .....	177
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Застосування візуальних середовищ Node-Red та Grafana для побудови панелей моніторингу технологічних процесів .....	182
<i>Шевченко А. Д.</i>	
Штучний інтелект та машинне навчання в робототехніці .....	188
<i>Воловік А.В.</i>	
Калібрування камери модуля визначення положення виконавчого елемента робота ....	194
<i>Ярош-Іванов М.В.</i>	
Пошук об'єкта за кольором в системі технічного зору .....	201

## ДРОНИ ТА МЕТАВСЕСВІТ: ВІРТУАЛЬНІ СЕРЕДОВИЩА ЯК ПОЛІГОН ДЛЯ БЕЗПЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Сухомлінова Д. А.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [diana.sukhomlinova@nure.ua](mailto:diana.sukhomlinova@nure.ua)

**Анотація.** Робота присвячена дослідженню ролі віртуальних симуляцій та метавсесвіту у навчанні, тестуванні та розробці технологій для безпілотних літальних апаратів. Розглядаються основні переваги використання симуляційних середовищ: безпека, економічність, різноманітність сценаріїв та масштабованість. Проаналізовано практичні застосування метавсесвіту в різних галузях та перспективи розвитку технології. Віртуальні симуляції представлені як незамінний інструмент для підвищення ефективності безпілотних технологій, що дозволяє скоротити час розробки на 70 % та зменшити витрати на 60-80 %.

**Ключові слова:** віртуальні симуляції, дрони, метавсесвіт, фізичне моделювання, цифрові двійники, безпілотні апарати.

## DRONES AND THE METAVERSE: VIRTUAL ENVIRONMENTS AS A TESTING GROUND FOR UNMANNED TECHNOLOGIES

**Sukhomlinova D. A.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: [diana.sukhomlinova@nure.ua](mailto:diana.sukhomlinova@nure.ua)

**Abstract.** The paper is devoted to the study of the role of virtual simulations and the metaverse in training, testing, and developing technologies for unmanned aerial vehicles. The main advantages of using simulation environments are considered: safety, cost-efficiency, scenario diversity, and scalability. The practical applications of the metaverse in various fields and the prospects for technology development are analyzed. Virtual simulations are presented as an indispensable tool for improving the efficiency of unmanned technologies, allowing for a 70 % reduction in development time and a 60-80 % decrease in costs.

**Keywords:** virtual simulations, drones, metaverse, physical modeling, digital twins, unmanned aerial vehicles.

Сучасна робототехніка – це не лише про промисловість, а й про медицину, космос та повсякденне життя [1-10]. Метавсесвіт перетворюється з платформи для розваг на потужний інструмент для промислового застосування. Одним із найперспективніших напрямків стає використання віртуальних середовищ для розробки, тестування та навчання безпілотних систем. Дрони стали невід'ємною частиною сучасної індустрії, проте традиційна розробка стикається з численними викликами: високою вартістю, часовими обмеженнями та значними ризиками. Метавсесвіт пропонує революційне рішення – створення безмежного цифрового полігону [11-16].

Однак, щоб розвивати ці безпілотні системи, необхідно подолати ключову перешкоду: неефективність та ризики традиційного тестування.

Реальне тестування дронів пов'язане з суттєвими обмеженнями. Фінансові бар'єри включають вартість розробки від десятків до сотень тисяч доларів, витрати на персонал,

обладнання, страхування та оренду полігонів. Кожна аварія множить витрати, що робить інновації недоступними для малих компаній.

Поряд з прямими витратами, неефективне використання часу формує ще один «вузьке місце» розробки. Часові обмеження суттєво уповільнюють процес. Один тестовий день включає лише кілька годин фактичних польотів, решта часу йде на підготовку. Сезонність скорочує період тестування до 6-8 місяців на рік, розтягуючи повний цикл розробки на 3-5 років.

До економічних і часових витрат додаються ще й бюрократичні перешкоди. Регуляторні виклики ускладнюють ситуацію. Отримання дозволів займає від тижнів до місяців, а різні юрисдикції мають різні стандарти, що створює бар'єри для міжнародного масштабування.

Проте найсуттєвішим наслідком цих обмежень є те, що вони буквально блокують технологічний прогрес через страх перед невдачею. Питання безпеки та ризику обмежують можливості експериментів. Технічні несправності можуть призвести до серйозних наслідків, а страхові премії є високими. Найбільш інноваційні рішення часто залишаються непротестованими через неприйнятний ризик.

Узагальнюючи вищезазначені проблеми – фінансові, часові, регуляторні та безпекові – стає очевидним, що традиційне тестування є вузьким місцем розробки. Його неефективність стає особливо виразною у порівнянні з віртуальними полігонами, як демонструє Таблиця 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз тестування

Критерій	Реальне тестування	Віртуальне тестування
Вартість одного тесту	\$500-5000	\$5-50
Час підготовки	2-8 годин	5-15 хвилин
Залежність від погоди	Критична	Відсутня
Ризик пошкодження	Високий	Нульовий
Кількість тестів на день	3-10	Необмежена
Можливість екстремальних сценаріїв	Обмежена	Повна
Паралельне тестування	Неможливе	Тисячі екземплярів

Як видно з представленого порівняння, віртуальне тестування пропонує радикальні переваги у всіх ключових параметрах. Проте виникає закономірне запитання: «Наскільки віртуальна симуляція відповідає реальності?» Відповідь криється у концепції цифрового двійника. Цифровий двійник – це високоточна віртуальна копія фізичного об'єкта, яка враховує всі характеристики: аеродинаміку, масу, потужність, характеристики сенсорів та програмне забезпечення. Сучасні платформи (NVIDIA Omniverse, Microsoft AirSim, Unity Simulation) досягають точності симуляції понад 95 % порівняно з реальними польотами. Завдяки цій технології віртуальне середовище перетворюється з простого симулятора на повноцінний полігон для інновацій, що забезпечує низку критичних переваг. Переваги віртуального тестування.

На протипагу обмеженням фізичних полігонів, віртуальні середовища метавсесвіту пропонують низку ключових переваг, що радикально підвищують ефективність циклу розробки безпілотних систем.

1. Масштабованість та безмежність експериментів бо однією з фундаментальних переваг є здатність до масового паралельного тестування. Віртуальна інфраструктура дозволяє проводити тисячі симуляцій одночасно, усуваючи традиційні обмеження часу та простору. Це

відкриває шлях до застосування генеративного тестування, коли штучний інтелект автоматично створює та прогоняє через симуляційні середовища безліч різноманітних та граничних сценаріїв (edge cases), що стає новим стандартом для всебічної валідації алгоритмів.

2. Економічна ефективність, тому що, перехід на віртуальні методики тестування забезпечує значне зниження операційних витрат. За оцінками, таке зниження може становити від 60 % до 80 % порівняно з традиційними методами, що пов'язано з усуненням витрат на обладнання, полігони, страхування та відновлення пошкоджених прототипів. Ця демократизація доступу до інструментів розробки робить передові технології безпілотних апаратів доступними для стартапів та малих інноваційних команд, стимулюючи конкуренцію та прискорюючи темп інновацій в галузі.

3. Абсолютна безпека тестування, оскільки, віртуальне середовище забезпечує безпрецедентний рівень безпеки при валідації складних систем. Дослідники отримують можливість моделювати та відпрацьовувати найкритичніші та найнебезпечніші сценарії експлуатації – такі як раптова втрата зв'язку GPS, послідовність відмов ключових підсистем, чи екстремальні метеоумови – без жодних матеріальних чи фізичних ризиків. Це дозволяє виявляти та усувати крихіткі місця системи на ранніх етапах проектування, що принципово підвищує її надійність та стійкість перед тим, як прототип буде випущений у реальний світ.

Для реалізації зазначених переваг необхідна спеціально розроблена архітектура, що інтегрує фізичні моделі, симуляційне середовище та системи зв'язку. Ця архітектура візуалізована на рисунку 1.

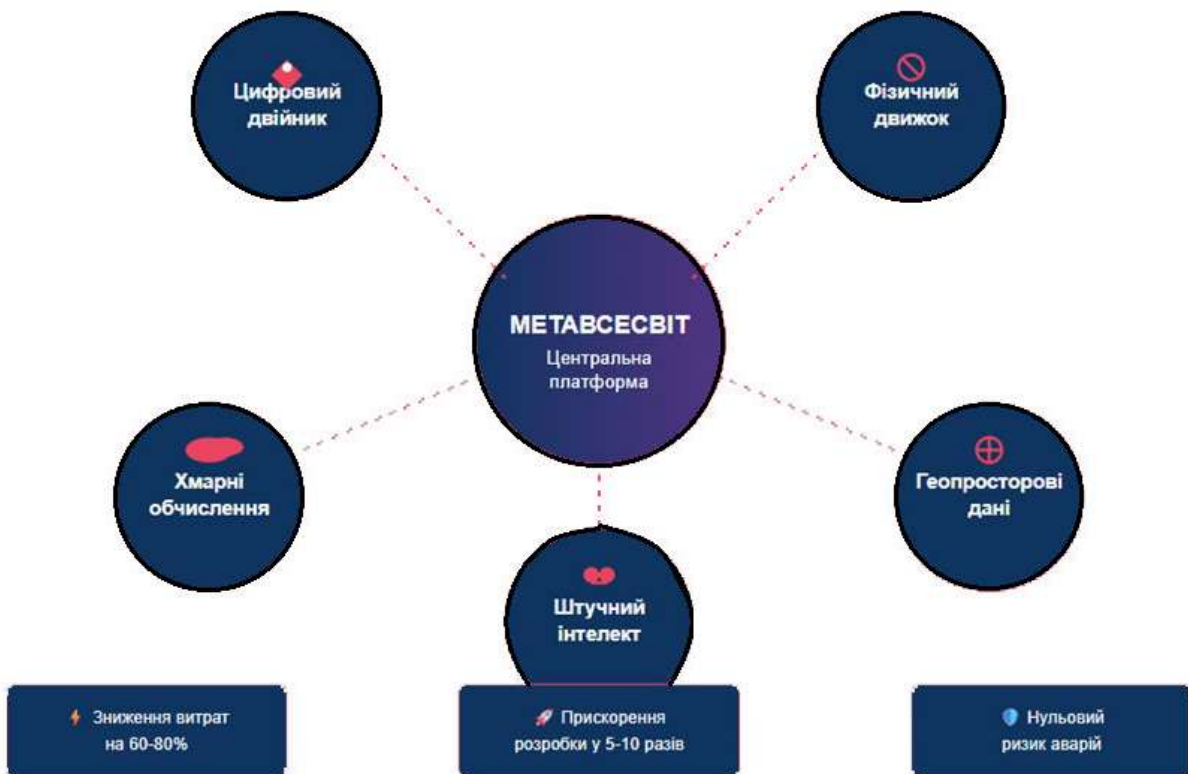


Рисунок 1 – Архітектура віртуального полігону для дронів

На рисунку 1 представлено структуру віртуального полігону, у центрі якої знаходиться метавсесвіт як центральна платформа. Архітектура побудована за принципом зіркової топології, де метавсесвіт виступає інтеграційним ядром, що об'єднує п'ять ключових компонентів.

Перший компонент – цифровий двійник, який забезпечує точне відтворення характеристик реального дрона у віртуальному середовищі. Другий елемент – фізичний двійник, що представляє реальний апарат для верифікації результатів симуляції. Третій компонент – хмарні обчислення, які забезпечують необхідну обчислювальну потужність для проведення масштабних симуляцій. Четвертий елемент – геопросторові дані, що дозволяють моделювати реальні географічні умови та місцевість. П'ятий компонент – штучний інтелект, який відповідає за автоматизацію тестування та аналіз результатів.

У нижній частині рисунка виділено три критичні переваги системи: зниження витрат на 60-80 %, прискорення розробки у 5-10 разів та нульовий ризик аварій. Ці показники демонструють практичну ефективність запропонованої архітектури та обґрунтовують доцільність використання віртуальних полігонів для розробки безпілотних технологій.

Реалізація цієї архітектури здійснюється через спеціалізовані симуляційні середовища, кожне з яких має власні технічні особливості.

Розглянемо особливості симуляційних середовищ:

- фізичне моделювання включає точну симуляцію аеродинаміки, інерційних характеристик, систем управління з точністю до мілісекунд. Моделюються всі фактори: гравітація, опір повітря, турбулентність, вплив вітру;

- візуальне відтворення використовує game-engine технології для фотореалістичних середовищ [17-18]. Геопросторові дані дозволяють відтворити будь-яку точку планети з точністю до сантиметра;

- імітація сенсорів включає GPS з урахуванням похибок, системи технічного зору (лідари, камери), інерційні вимірювальні блоки та телеметрію [19];

- погодні умови моделюються повністю: вітер (напрямок, швидкість, пориви), опади, видимість, температура та атмосферний тиск.

Однак сфера застосування цих складних симуляційних систем не обмежується лише технічною розробкою. Наступним ключовим напрямком є їх використання для масштабованого та безпечного навчання операторів.

Симуляційні системи дозволяють масштабувати навчання. Один комп'ютерний клас може одночасно готувати десятки операторів. Хмарні платформи піднімають масштабованість на новий рівень – тисячі операторів по всьому світу можуть навчатися одночасно.

Прогресивна система підготовки включає етапи від базових навичок до експертного рівня. Автоматичне оцінювання виключає суб'єктивність. Оператори, які пройшли інтенсивне навчання в симуляторах, демонструють на 45 % нижчий рівень помилок під час реальних польотів.

Окрім підготовки операторів, розглянуті технології знаходять безпосереднє практичне застосування у вирішенні реальних промислових завдань. Практичні застосування:

- автономна доставка. Amazon Prime Air скоротила час розробки маршрутів на 70 %, кількість інцидентів зменшилася на 85 %;

- агропромисловий комплекс. Віртуальні тести дозволили оптимізувати траєкторії так, що витрати пестицидів зменшилися на 35 %, покриття поля покращилося на 40 %;

- пошуково-рятувальні операції. Ефективність реальних операцій зросла на 60 % серед команд з віртуальною підготовкою;

- військове застосування. Українські розробники скоротили час від виявлення проблеми до впровадження рішення з тижнів до днів;

- інспекція інфраструктури. Точність виявлення дефектів зросла з 75 % до 95 %.

Для реалізації розглянутих практичних застосувань необхідна потужна та гнучка технологічна інфраструктура, що забезпечує безперебійну роботу всіх компонентів системи.

Движки моделювання (Unreal Engine, Unity, Gazebo) симулюють складну фізику з похибкою не більше 2-3 %.

Хмарні обчислення (AWS RoboMaker, Azure IoT, Google Cloud) надають потужність для паралельного тестування сотень сценаріїв [20, 21].

Штучний інтелект використовується для навчання автономних систем та автоматичної генерації тестових сценаріїв.

Геопросторові дані інтегруються для створення реалістичних віртуальних локацій.

Таким чином, розгортання та ефективне функціонування цієї складної інфраструктури супроводжується певними труднощами.

Жодна віртуальна модель не є абсолютно ідентичною реальності [22]. Критично важливо регулярно валідувати моделі через порівняння з реальними тестами. Найкраща практика – гібридний підхід, де основна маса тестування проводиться віртуально, але ключові етапи перевіряються в реальних умовах.

Створення якісного полігону вимагає початкових інвестицій та міждисциплінарної експертизи. Проте готові платформи та хмарні рішення знижують поріг входу.

Для подолання описаних обмежень необхідно дотримуватися системного підходу до розробки. Узагальнена схема такого процесу, що поєднує віртуальне та фізичне тестування, подана на рисунку 2.



Рисунок 2 – Процес розробки дрона з використанням метавсесвіту

Поточні досягнення є лише передвісником радикальних змін, які принесуть нові технологічні прориви. Цифрові двійники в реальному часі синхронізуються з реальними дронами, порівнюючи очікувану та фактичну поведінку. Це дозволить прогнозувати технічне обслуговування та виявляти проблеми до їх виникнення.

Колективне тестування створює можливості для глобальної співпраці. Відкриті бібліотеки моделей та середовищ прискорюють розробку для всієї індустрії.

Інтеграція з розумними містами дозволить тестувати дрони в контексті реальної міської інфраструктури з урахуванням трафіку та динаміки руху.

Автономізація розробки через ШІ дозволить системам самостійно створювати оптимальні конструкції, тестувати їх мільйонами варіацій та впроваджувати покращення.

Стандартизація та регуляція. Європейське агентство з авіаційної безпеки European Union Aviation Safety Agency (EASA) та федеральне управління цивільної авіації США Federal Aviation Administration (FAA) вже проводять пілотні програми з визнання результатів симуляційного тестування для сертифікації.

Синергетичний ефект від поєднання всіх описаних технологічних можливостей проявляється у шести ключових метриках (рисунок 3).

Цей рисунок демонструє переваги автоматизованого тестування програмного забезпечення порівняно з традиційними методами. Зображення розділене на шість карток, кожна з яких висвітлює ключову перевагу.

Перша метрика акцентує на економічному аспекті – зниження витрат на 60-80 % завдяки економії на тестуванні та розробці. Це досягається через автоматизацію рутинних процесів, що раніше вимагали значних людських ресурсів.

Друга метрика підкреслює драматичне прискорення процесу розробки у 5-10 разів порівняно з традиційними підходами. Швидкість стає критичним фактором у сучасній конкурентній IT-індустрії, де час виходу продукту на ринок визначає успіх.

Третя метрика гарантує нульовий ризик аварій під час тестування. Це особливо важливо для критичних систем, де будь-який збій може призвести до серйозних наслідків або фінансових втрат.

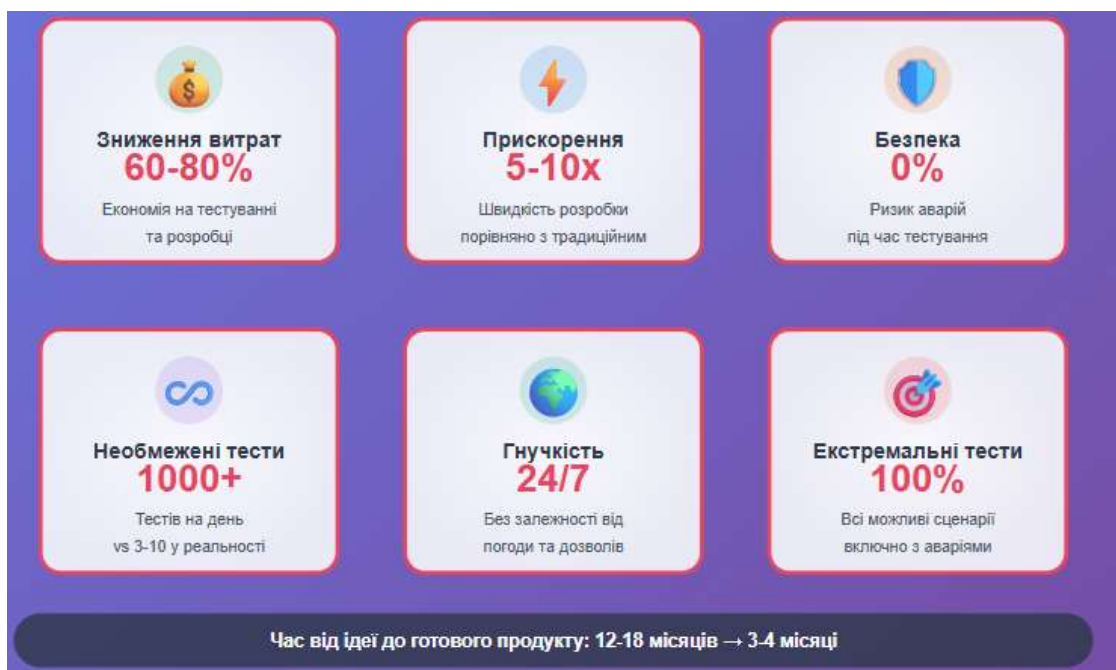


Рисунок 3 – Ключові переваги метавсесвіту для розробки дронів

Четверта метрика обіцяє необмежену кількість тестів – понад 1000 на день проти 3-10 у реальності при ручному тестуванні. Така масштабованість неможлива при традиційному підході через фізичні обмеження людських можливостей.

П'ята метрика наголошує на цілодобовій доступності системи без залежності від графіків та дозволів тестувальників. Автоматизація працює безперервно, що прискорює цикл розробки.

Шоста метрика обіцяє стовідсоткове покриття всіх можливих сценаріїв, включаючи аварійні ситуації. Людина фізично не здатна передбачити та перевірити всі варіанти, тоді як автоматизована система може точно протестувати кожну комбінацію.

Внизу зазначено критичну інформацію про терміни – час від ідеї до готового продукту скорочується з 12-18 місяців до 3-4 місяців. Це чотирьохкратне прискорення процесу розробки, що дає компаніям величезну конкурентну перевагу на ринку.

Метавесвіт трансформує індустрію безпілотних технологій, знімаючи традиційні обмеження. Економічні переваги очевидні, зниження витрат на 60-80%, прискорення розробки в 5-10 разів, можливість необмежених тестів без ризику. Технологія демократизує доступ – стартапи отримують інструменти, які раніше були доступні лише корпораціям.

Україна має унікальну можливість стати лідером цього напрямку завдяки потужній інженерній школі та активному розвитку індустрії дронів. Інвестиції в віртуальні полігони можуть стати стратегічною перевагою української tech-індустрії.

Віртуальне тестування має доповнювати реальні випробування – гібридний підхід залишається оптимальною стратегією. Компанії, які не адаптуються до нових методів, ризикують відстати від конкурентів. Майбутнє безпілотних технологій неможливе без метавесвіту.

У роботі досліджено використання віртуальних симуляцій та метавесвіту для розробки, тестування та навчання безпілотних літальних апаратів. Проаналізовано критичні проблеми традиційного підходу до тестування дронів, який характеризується високою вартістю від десятків до сотень тисяч доларів, значними часовими витратами через підготовку обладнання та сезонні обмеження, бюрократичними перешкодами при отриманні дозволів та високими ризиками пошкодження апаратів під час експериментів. Дослідження показало, що віртуальні полігони радикально змінюють ситуацію через можливість проведення необмеженої кількості тестів одночасно, зниження вартості одного тесту з декількох тисяч до десятків доларів та повну відсутність ризиків пошкодження обладнання. Робота представила архітектуру віртуального полігону, що інтегрує цифрові двійники дронів, хмарні обчислення, геопросторові дані та штучний інтелект через центральну платформу метавесвіту. Продемонстровано практичну ефективність технології через конкретні приклади застосування у доставці, сільському господарстві, пошуково-рятувальних операціях та військовій сфері. Результати показують скорочення часу розробки на сімдесят відсотків, зменшення витрат на шістдесят-вісімдесят відсотків та зниження рівня помилок операторів на сорок п'ять відсотків після навчання у симуляторах. Дослідження обґрунтовує необхідність гібридного підходу, де основна частина тестування проводиться віртуально, але ключові етапи верифікуються в реальних умовах. Це дозволяє компенсувати обмеження віртуальних моделей та забезпечити надійність кінцевого продукту. Робота має практичне значення для української індустрії дронів, пропонуючи технологічний шлях до конкурентних переваг через впровадження віртуальних полігонів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. 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

2. Sukhomlinova, D.A., et al. Aerial robot in urban environments // Sustainable smart cities and communities: business and innovation solutions 2025: Proceedings of I st I International Conference, Kharkiv, April 21, 2025: Theses of Reports. – 2025. – pp. 45-46

3. 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

4. Zarubin, I., et al. Basic principles of building aerial robots // Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference, Kharkiv, October 25-26, 2024, pp. 32-36

5. 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

6. Al-Sharo, Y. M., et al. Generalized procedure for determining the collision-free trajectory for a robotic arm // Tikrit Journal of Engineering Sciences. – 2023. – pp. 142-151

Зарубін, І. С. та інші. Ефективність використання роботизованих систем у виробництві // Computer-integrated technologies, automation and robotics CITAR-2024. – 2024. – pp. 150-153

7. 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

8. 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

9. 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

10. 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

11. Sotnik, S. V., et al. Agricultural robotic platforms // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), 2022. – Vol. 6. – Issue 4. – pp. 14-21

12. Lyashenko, V., et al. Analysis of Basic Principles for Sensor System Design Process Mobile Robots // Journal La Multiapp, 2020. – 1 (4). – pp. 1-6

13. Sotnik, S. V. Overview of innovative walking robots // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER), 2022. – Vol. 6. – Issue 4. – pp. 3-7

14. 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 & Systems, 2023. – pp. 313-328

15. Lyashenko, V., et al. Modern walking robots: a brief overview // International Journal of Recent Technology and Applied Science, 2021. – Vol. 3. – Issue 2. – pp. 32-39

16. Sotnik, S. V., et al. Gamification in science: game platforms for learning // Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації : матеріали III Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 2023. – pp. 87-89

17. Andreiev, A. S., et al. Computer games and Web design // Proceedings of the XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation– 2024», 2024. – pp. 712-714

18. Sotnik, S. V. Implementation of game-based learning method // 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. 19-22
19. Kolbasa, O. R., et al. The significance and necessity of automating the selection of sensors and actuators // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025, 2025. – pp. 63-67
20. Marunich, R. V., et al. Features of IoT application in the security sector // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 80-84
21. Nevludov, I. S. et al. Cloud giants: AWS, Azure and GCP // 2023 2nd International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering Ivano-Frankivsk, 2023. – pp. 18-24
22. Sotnik, S. V., et. al. Analysis of searching methods for explosive objects using information technology and computer modeling // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р., 2024. – pp. 20-22