

ДОДАТОК А

Код програми

```
#define PPM_PIN 2 // Визначаємо вхідний пін Arduino для отримання
PPM-сигналу
#include <Joystick.h>
Joystick_ Joystick; // Створюємо об'єкт класу Joystick для передачі
сигналів у ПК

unsigned long curTime = 0;
unsigned long oldTime = 1;
volatile int pulseLength = 0;
volatile int channel = 0; // Змінні для вимірювання довжини імпульсів і
визначення каналу

// Обробник переривання для вимірювання довжини PPM-імпульсів
void ISR1()
{
    curTime = micros(); // Отримуємо поточний час у мікросекундах
    pulseLength = curTime - oldTime; // Обчислюємо тривалість імпульсу
    oldTime = curTime; // Оновлюємо попередній час

    if (pulseLength > 3000) { // Якщо імпульс довший за 3 мс, це
синхросигнал
        channel = 0; // Скидаємо номер каналу
        Joystick.sendState(); // Передаємо оновлені дані джойстика у ПК
    } else {
        channel++; // Переходимо до наступного каналу
```

```

        setChannel(channel, pulseLength); // Викликаємо функцію обробки
каналу
    }
}

// Функція конвертації довжини імпульсу у значення для джойстика
void setChannel(int ch, int pulse)
{
    // Обчислюємо значення у діапазоні від 0 до 1 на основі ширини
імпульсу
    float value = (pulse - 500) / 1400.0;

    if (value < 0)
        value = 0;
    else if (value > 1.0)
        value = 1.0;

    switch(ch) {
        case 2:
            Joystick.setYAxis(value*255 - 127); // Призначаємо значення осі Y
джойстика
            break;

        case 3:
            Joystick.setThrottle(value*255); // Призначаємо значення газу
(Throttle)
            break;

        case 1:

```

```

    Joystick.setXAxis(value*255 - 127); // Призначаємо значення осі X
джойстика
    break;

    case 4:
    Joystick.setRzAxis(value*360); // Призначаємо значення обертання
навколо Z
    break;

    case 5:
    Joystick.setRxAxis(value*360); // Призначаємо значення обертання
навколо X
    break;

    case 6:
    Joystick.setRyAxis(value*360); // Призначаємо значення обертання
навколо Y
    break;
}
}

void setup()
{
    pinMode(PPM_PIN, INPUT_PULLUP); // Налаштовуємо пін PPM як
вхідний із підтягуючим резистором
    Joystick.begin(false); // Ініціалізуємо об'єкт Joystick без автоматичного
оновлення
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(PPM_PIN), ISR1, FALLING); //
Налаштовуємо переривання на падіння сигналу

```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  delay(100); // Затримка у 100 мс (запас для налагодження коду)
```

```
}
```

ДОДАТОК Б

Апробація результатів наукових досліджень

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-mechatroniki-kitap>



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

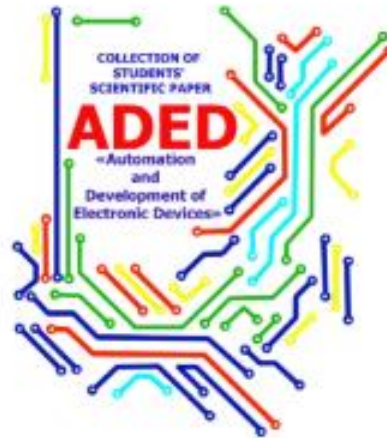


<http://kafek.kdu.edu.ua>

Харків 2025

Рисунок Б.1 – Обкладинка зборнику студентських наукових статей

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

Рисунок Б.2 – Титульний аркуш зборнику студентських наукових статей

Головий редактор	Невлюдов Ігор Шакирович , доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
Редакційна колегія:	<p>Филипенко Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p>Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p>Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету</p> <p>Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».</p> <p>Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.</p> <p>Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».</p> <p>Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.</p> <p>Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електрошних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського</p> <p>Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p>Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, декан факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».</p>
Відповідальний редактор:	Євсєєв Владислав В'ячеславович , доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Рисунок Б.3 – Організаційний комітет зборнику

Автоматизация 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

«AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES»

4

Рисунок Б.4 – Бібліографічні дані

<i>Хикмет Саркар Озли Садуллаєв</i>	
Інноваційне оснащення складських приміщень	116
<i>Горбачов К.Ю.</i>	
Інтеграція штучного інтелекту в медіаіндустрію	121
<i>Дранік А.С.</i>	
Застосування генеративних моделей ві для обробки медіа в реальному часі	127
<i>Ткаченко І.А.</i>	
Автоматизації логістичних процесів виробничого підприємства	132
<i>Фесенко А.О.</i>	
Golang як сучасна мова програмування для Backend частини сайтів	137
<i>Харізіні І.О.</i>	
Розвиток безпілотних технологій через симуляційне навчання: тенденції та перспективи	144
<i>Харізіні 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>Наговітсун 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'яко Д.І.</i>	
Розроблення інтелектуальної системи автоматизації дозування хлорагенту для підготовки питної води	178
<i>Срофесєв 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 <i>Mini Sumo</i> для <i>Battle of Robots</i>	205
<i>Расіко 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

Рисунок Б.5 – Зміст збірника студентських наукових статей

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПУЛЬТІВ КЕРУВАННЯ FPV-ДРОНАМИ ДО ПК ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ПОЛЬОТУ

Раснко Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: tymofii.raienko@nure.ua

Анотація: У статті проведено аналіз основних методів підключення пультів керування FPV-дронами до персонального комп'ютера з метою використання у програмних симуляторах польоту. Розглянуто технічні особливості пультів FlySky, FrSky, Radiolink та Jumper, а також їхню сумісність із популярними адаптерами та контролерами. Особливу увагу приділено найбільш поширеному способу підключення – через PPM/USB-адаптер, як найбільш доступному та ефективному рішення для масового впровадження у системи підготовки операторів. Оцінено переваги та недоліки альтернативних методів, зокрема використання приймачів, контролерів польоту з HID-підтримкою та Arduino-емуляторів. Показано, що обрана технологія дозволяє організувати навчальний процес із мінімальними фінансовими витратами, що є надзвичайно актуальним у військових умовах. Запропоновані рекомендації можуть бути корисними для розробників навчального обладнання, викладачів та інструкторів у сфері підготовки дрон-операторів.

Ключові слова: FPV-дрон, пульт керування, симулятор польоту, PPM-адаптер, FlySky FS-i6X, HID, USB-донгл, підготовка операторів, Arduino.

ANALYSIS OF METHODS OF CONNECTING FPV DRONE CONTROLLERS TO A PC FOR FLIGHT SIMULATION

Raienko T.

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Sciences, 14

E-mail: tymofii.raienko@nure.ua

Annotation: The article analyzes the main methods of connecting FPV drone control panels to a personal computer for use in software flight simulators. The technical features of FlySky, FrSky, Radiolink and Jumper control panels are considered, as well as their compatibility with popular adapters and controllers. Particular attention is paid to the most common connection method - via a PPM/USB adapter, as the most affordable and effective solution for mass implementation in operator training systems. The advantages and disadvantages of alternative methods are assessed, in particular the use of receivers, flight controllers with HID support and Arduino emulators. It is shown that the selected technology allows you to organize the training process with minimal financial costs, which is extremely relevant in military conditions. The proposed recommendations may be useful for developers of training equipment, teachers and instructors in the field of training drone operators.

Keywords: FPV drone, remote control, flight simulator, PPM adapter, FlySky FS-i6X, HID, USB dongle, operator training, Arduino

В умовах повномасштабної збройної агресії Російської Федерації проти України, що триває з 2022 року, надзвичайно зросла потреба у високоточних, мобільних та ефективних засобах ведення бойових дій. Одним із ключових напрямків технологічного посилення

обороздатності стали FPV-дрони, які завдяки своїй маневреності, швидкості та точності відіграють важливу роль у розвідці, коригуванні вогню та знищенні техніки противника.

Проте ефективне використання FPV-дронів напряду залежить від професійної підготовки операторів, здатних швидко реагувати в бойових умовах. Через високий ризик втрати техніки на полі бою, зростає необхідність у створенні реалістичних симуляторів польоту, які дозволяють тренувати навички управління FPV-дроном без ризику пошкодження або втрати дорогого обладнання.

У зв'язку з цим, розробка модуля підключення пульта керування FPV-дроном до симулятора польоту є надзвичайно актуальною. Такий модуль дозволяє використовувати реальний пульт дистанційного керування (який застосовується у бойових умовах) для роботи в середовищі симуляції. Це значно підвищує реалістичність тренування, дозволяє адаптуватися до особливостей керування та підготувати операторів до реальних ситуацій на фронті.

Крім того, в умовах обмежених фінансових та ресурсних можливостей воєнного часу, використання симуляторів для масової підготовки операторів дозволяє зекономити ресурси, зменшити витрати на техніку та забезпечити безперервність навчального процесу навіть в тилових або евакуаційних умовах.

Таким чином, запропоноване дослідження є надзвичайно важливим і своєчасним, оскільки напряду сприяє посиленню оборооздатності України, підвищенню ефективності дронів підрозділів та розвитку сучасних технологій військової підготовки. На даній час існують наступні популярні пульти керування FPV-дронами, загальний вигляд яких представлений на рисунку 1.



- а) FlySky FS-i6X [1];
 б) Radiolink AT9S / AT9S Pro [2];
 в) Jumper T12 / T16 / T18 [3];
 г) FrSky X9 Lite [4];

Рисунок 1 – Загальний вигляд пультів керування FPV-дронами

Порівняння технічних характеристик пультів керування FPV-дронами, представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння технічних характеристик пультів керування FPV-дронами

Характеристика	FlySky FS-i6X	Radiolink AT9S	Jumper T12 / T16	FrSky X9 Lite
1	2	3	4	5
Кількість каналів	6	10	12	24
Радіочастота	2.4 ГГц			
Протоколи	AFHDS / AFHDS 2A	PPM / SBUS / PWM / S.PORT	FlySky, FrSky, DSMX,	FrSky ACCST / ACCESS
Операційна система	Пропрієтарна (FlySky)	Пропрієтарна (Radiolink)	OpenTX / EdgeTX	OpenTX / EdgeTX
USB підключення (симулятор)	Через USB-адаптер	Через mini-USB або адаптер	Пряме USB-підключення	Пряме USB-підключення
Підтримка модулів	Ні	Ні	Так (JR-модуль, багатопроTOCOLЬНИЙ)	Так (Lite модульний слот)
Цінова категорія	~ 50 \$	~ 80-100 \$	~ 100-180 \$	~ 100-130 \$

Розробка модуля-адаптера для підключення пульта керування FlySky FS-i6X до ПК є актуальною через зростаючу потребу в ефективній підготовці операторів FPV-дронів у безпечному симуляційному середовищі. Пульт FS-i6X є одним із найпоширеніших і найдоступніших варіантів серед українських військових та волонтерів, проте він не має прямого USB-з'єднання для роботи з комп'ютером. Створення адаптера дозволить використовувати цей пульт у популярних симуляторах польоту, що значно підвищить якість тренувань без потреби у дорогому обладнанні. Це особливо важливо в умовах воєнного стану, коли економія ресурсів та оперативність підготовки кадрів є критично важливими. Таке рішення також сприятиме стандартизації навчання та забезпеченню сумісності між бойовим обладнанням та тренувальними комплексами. Адаптер зробить можливим використання вже наявних пультів у нових задачах без необхідності закупівлі додаткових пристроїв. У результаті, впровадження такого модуля підвищить ефективність і доступність підготовки операторів, що на пряму вплине на обороноздатність України.

Проведемо аналіз існуючих методів підключення пульта керування FlySky FS-i6X до ПК для використання в симуляторах польоту, порівняльний результат даних методів приведено в таблиці 2.

Рисунок Б.8 – Апробація результатів наукових досліджень, аркуш 3

Таблиця 2 – Порівняння переваг та недоліків методів підключення пульта керування FlySky FS-i6X до ПК

Метод 1	Опис 2	Переваги 3	Недоліки 4
Через кабель-адаптер PPM/USB (USB-донгл)	Підключення здійснюється через тренувальний порт (PPM) пульта FS-i6X (на верхній частині пульта). Використовується спеціальний USB-адаптер (наприклад, на базі мікроконтролера STM32 або Arduino), який зчитує сигнали з пульта і передає їх на ПК як HID-геймпад	Працює у більшості симуляторів, не потребує перепрошивки пульта	Вотрібно самостійно виготовити або купити адаптер (~ 10–20 \$)
Через підключення приймача iA6B (або іншого) до USB-контролера	Використовувати приймач (RX), підключений до Arduino/STM32/Flight Controller (наприклад, на базі Betaflight). Приймач з'єднується з платою (наприклад, через SBUS/IBUS), а плата через USB – до комп'ютера. Система імітує сигнал джойстика	Підходить для власноручних DIY-проектів, де вже є контролер	Вимагає навичок пайки та налаштування Betaflight/Arduino
Використання Flight Controller з підтримкою симуляторів (Betaflight, iNav)	Цей метод передбачає підключення пульта до звичайного дрон-контролера (наприклад, Matek, Omnibus, тощо), а потім – контролера через USB до ПК. У Betaflight є спеціальна функція "Joystick HID", яка дозволяє використовувати контролер як вхідний пристрій	Універсальне рішення для симуляторів і реальних дронів	Не всі контролери підтримують HID; складніше налаштування
Через зовнішній емулятор (VJoy + Arduino)	Цей підхід полягає у створенні віртуального джойстика за допомогою програмного забезпечення VJoy і мікроконтролера Arduino, який перетворює сигнали IBUS/PPM з пульта у сигнали джойстика	Гнучке рішення для експериментів	Потребує більше програмного та апаратного налаштування

Використання методу підключення пульта керування FlySky FS-i6X до ПК через кабель-адаптер PPM/USB (USB-донгл) є найбільш доцільним і практичним рішенням для створення тренажерної системи управління FPV-дроном. Цей підхід дозволяє безпосередньо зчитувати сигнали з тренувального порту пульта й передавати їх до комп'ютера у вигляді стандартного ігрового контролера (HID), що забезпечує сумісність з більшістю популярних симуляторів польоту без складних налаштувань або додаткового програмного забезпечення. На відміну від варіантів з використанням приймачів чи контролерів польоту, цей метод є більш бюджетним, простим у реалізації та не потребує втручання в прошивку чи конфігурацію пульта. Крім того, це дає змогу задіяти широкий парк наявних пультів FlySky, які вже активно використовуються

214

Рисунок Б.9 – Апробація результатів наукових досліджень, аркуш 4

у навчання та польових умовах. Простота підключення та стабільність передачі сигналу роблять цей метод оптимальним вибором для масового впровадження у тренувальні комплекси. У воєнний час це дозволяє швидко розгортати симуляційні платформи для підготовки операторів без значних фінансових витрат. Такий підхід значно прискорює процес навчання, підвищуючи рівень підготовки та впевненості операторів при реальному використанні FPV-дронів на фронті.

ВИСНОВКИ. У результаті проведеного аналізу встановлено, що існує кілька ефективних методів підключення пультів керування FPV-дронами до персонального комп'ютера для використання у тренувальних симуляторах польоту. Серед розглянутих способів найбільш оптимальним з точки зору вартості, простоти реалізації та сумісності з програмним забезпеченням є метод підключення через кабель-адаптер PPM/USB. Він дозволяє швидко інтегрувати пульт FlySky FS-i6X та подібні моделі до ПК без потреби в додаткових прошивках або складних налаштуваннях. Альтернативні варіанти, такі як підключення через приймачі або контролери з HID-підтримкою, також є працездатними, однак вимагають більше технічних знань та ресурсів. У сучасних умовах воєнного стану та зростаючої потреби у швидкій підготовці операторів FPV-дронів для виконання бойових завдань, обраний метод дозволяє максимально ефективно організувати навчальний процес навіть у польових умовах. Впровадження недорогих рішень для тренувань із використанням вже наявного обладнання значно розширює доступ до якісної симуляції польотів і сприяє підвищенню рівня бойової підготовки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. FlySky FS-I6X 10Ch - радіоапаратура з приймачем FS-IA6B та телеметрією. URL: <https://dron-shop.com.ua/fpv/flysky-fs-i6x-10ch> (час доступу 19.04.2025)
2. Radiolink at9s. URL: <https://prom.ua/ua/Radiolink-at9s.html> (час доступу 19.04.2025)
3. Jumper t16. URL: <https://prom.ua/ua/Jumper-t16.html> (час доступу 19.04.2025)
4. Frsky Taranis X9 Lite - радіоапаратура для FPV керування з операційною системою OpenTX. URL: https://dron-shop.com.ua/fpv/fpv_remote_control/frsky-taranis-x9-lite (час доступу 19.04.2025)
5. Šilić, M., Sužnjević, M., Skorin-Kapov, L., Skorin-Kapov, N., & Lorenzana, M. I. (2024). The impact of video encoding parameters on QoE of simulated FPV drone control. *Multimedia tools and applications*, 83(28), 71525-71557.
6. Xiao, H., Krishna Kumar, P., Pothuri, J. P., Soni, P., Butcher, E., & Chowdhury, S. (2024). An Open-source Hardware/Software Architecture and Supporting Simulation Environment to Perform Human FPV Flight Demonstrations for Unmanned Aerial Vehicle Autonomy. In *AIAA AVIATION FORUM AND ASCEND 2024* (p. 4458).
7. Gokul, S. P., Sayooj, M. J., Yunus, A. A., Suresh, A., & Vinoj, P. G. (2024, November). Optimizing firefighting performance with FPV drones. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3134, No. 1). AIP Publishing.
8. Šilić, M., Sužnjević, M., Skorin-Kapov, L., Skorin-Kapov, N., & Lorenzana, M. I. (2024). The impact of video encoding parameters on QoE of simulated FPV drone control. *Multimedia tools and applications*, 83(28), 71525-71557.
9. Górski, M., Prykhodzenko, V., Karamon, T., & Caban, J. (2025). Technical and Economic Analysis of a Robotic Station for Assembling the FPV Drone Body. *LOGI: Scientific Journal on Transport and Logistics*, 16(1), 37-48.

10. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Yevsieiev, V., Lyashenko, V., Nevliudov, I., & Luhach, A. K. (2022). Zoomorphic mobile robot development for vertical movement based on the geometrical family caterpillar. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 3046116.
11. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) (pp. 61-64). IEEE.
12. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Khosravi, M. R. (2022). Control system development and implementation of a CNC laser engraver for environmental use with remote imaging. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 9140156.
13. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Baker, J. H., Ahmad, M. A., & Lyashenko, V. (2020). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems. *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.
14. Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // Sectoral research XXI: characteristics and features: collection of scientific papers "SCIENTIA" with proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. - Chicago: European Scientific Platform, 2023. - P. 92-94.
15. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Solyman, A. (2025). Development and Investigation of Vision System for a Small-Sized Mobile Humanoid Robot in a Smart Environment. *International Journal of Crowd Science*, 9(1), 29-43.
16. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2023, September). Mobile Robot Navigation System Based on Ultrasonic Sensors. In 2023 IEEE XXVIII International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED) (Vol. 1, pp. 247-251). IEEE.
17. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Solyman, A. (2024). Remote Monitoring System of Patient Status in Social IoT Environments Using Amazon Web Services (AWS) Technologies and Smart Health Care. *International Journal of Crowd Science*, 8.
18. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., & Maksymova, S. (2024). Calculation of the Distance to Objects in Collaborative Robots Workspace Using Computer Vision. *Journal of universal science research*, 2(11), 240-255.
19. Yevsieiev, V., Maksymova, S., Gurin, D., & Alkhalaileh, A. (2024). Data Fusion Research for Collaborative Robots-Manipulators within Industry 5.0. *ACUMEN: International journal of multidisciplinary research*, 1(4), 125-137.
20. Yevsieiev, V., Alkhalaileh, A., Maksymova, S., & Gurin, D. (2024). Research of Existing Methods of Representing a Collaborative Robot-Manipulator Environment within the Framework of Cyber-Physical Production Systems. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 112-120.
21. Yevsieiev, V., Abu-Jassar, A., Maksymova, S., & Gurin, D. (2024). Human Operator Identification in a Collaborative Robot Workspace within the Industry 5.0 Concept. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(9), 95-105

Науковий керівник: Гурін Дмитро Валерійович, старший викладач кафедри КІТАР Харківського Національного Університету Радіоелектроніки

Рисунок Б.11 – Апробація результатів наукових досліджень, аркуш 6

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

