

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Інформаційна технологія навчання операторів управління дронами»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1КН-22м

спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

В.В. Поплавський

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф. каф. КН, проф.

Я.В. Іванчук

(прізвище та ініціали)

« 07 » 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц. каф. АІТ

М.В. Барабан

(прізвище та ініціали)

« 07 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

А.А. Яровий

(прізвище та ініціали)

« 08 » 12 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра комп'ютерних наук
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 12 Інформаційні технології
Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки
Освітньо - професійна програма – «Системи штучного інтелекту»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН

проф., д.т.н. Яровий А.А.

« 29 » 08 2023 р.

ЗАВДАННЯ

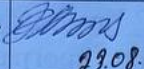
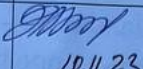
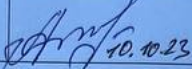
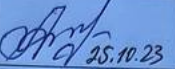
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Поплавського Владислава Вячеславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Інформаційна технологія навчання операторів управління дронами»
керівник роботи д-р техн. наук, проф., Іванчук Я. В.
затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» листопада 2023 року № 247.
2. Строк подання студентом роботи 13 листопада 2023 року.
3. Вихідні дані: максимальна швидкість дрону – 50 км/год; максимальна висота підйому дрону – 50 м; мінімальна швидкість передачі даних – 1 Мбіт/с; час польоту дрону – 20-30 хв.; мінімальна ємність акумулятора дрона – 2000 мА·год.; максимальна дальність польоту дрона – 300 м.
4. Зміст текстової частини: вступ, огляд та аналіз сучасного стану навчання операторів управління дронами, поняття та принципи інформаційної технології навчання, розробка інтерактивних навчальних матеріалів для навчання операторів управління дронами, розробка системи тестування знань та оцінювання навичок управління дронами, виведення, список використаної літератури, додатки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема алгоритму навчання операторів управління дронами, архітектурна діаграма інформаційної технології навчання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина. Розділ 1-3	Іванчук Я. В., д-р техн. наук, проф. каф. КН	 29.08.23	 10.11.23
Економічна частина. Розділ 4	Адлер О. О., к.т.н., доцент каф. ЕПВМ	 10.10.23	 25.10.23

7. Дата видачі завдання 29. 08 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасного стану навчання операторів дронів	1.09.23 – 04.09.23	
2	Огляд наявних методів навчання операторів дронів	08.09.23 – 20.09.23	
3	Розробка інтерактивних навчальних матеріалів	21.09.23 – 20.10.23	
4	Розробка системи тестування та оцінювання навичок	21.10.23 – 29.10.23	
5	Апробація та/або впровадження результатів дослідження	30.10.23 – 05.11.23	
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	06.11.23 – 10.11.23	

Студент


(підпис)

Поплавський В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Іванчук Я. В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 004.8

Поплавський В. В. Інформаційна технологія навчання операторів управління дронами. Клієнтська частина. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 122 – комп'ютерні науки, освітня програма - системи штучного інтелекту. Вінниця: ВНТУ, 2023. 113 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 7 назв; рис.: 33; табл. 8.

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці і впровадженню інформаційної технології для навчання та підвищення кваліфікації операторів управління дронами. У роботі розглянуто обґрунтування вибору мови програмування Python як основного інструменту для реалізації програмної частини проекту. Однією з ключових складових є розробка клієнтської частини програмного модуля, яка забезпечує контроль доступу, навчання та тестування користувачів управління дронами. Інструкції та тести розроблені з урахуванням основ безпеки, правил користування дронами та інших важливих аспектів. Результати ефективності системи навчання та підвищення кваліфікації операторів управління дронами свідчать про вражаюче підвищення продуктивності від 1,26 рази. Це значуще покращення в ефективності досягнуте завдяки використанню інформаційної технології та програмного забезпечення, розробленого в рамках даної магістерської роботи. Це підтверджує успішну реалізацію системи, спрямованої на навчання та навички операторів управління дронами, що є актуальною і важливою задачею в сучасному світі технологій.

Ключові слова: навчання операторів дронами; програмна реалізація; контроль доступу; тестування; Python.

ABSTRACT

UDC 004.8

VV Poplavskyi. Information technology for training drone control operators. Client part. Master's thesis on specialty 122 - computer science, educational program - artificial intelligence systems. Vinnytsia: VNTU, 2023. 113 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 7 titles; Fig.: 33; table 8.

This master's qualification thesis is dedicated to the development and implementation of an information technology for training and enhancing the skills of drone operators. The work discusses the rationale for choosing the Python programming language as the primary tool for implementing the software component of the project. One of the key components is the development of the client-side of the software module, which provides access control, training, and testing for drone operators. Instructions and tests are designed with consideration for safety fundamentals, drone usage rules, and other critical aspects. The efficiency results of the training system and the qualification enhancement for drone operators demonstrate a remarkable productivity increase of 1.26 times. This significant improvement in efficiency is achieved through the use of the information technology and software developed within the framework of this master's thesis. It confirms the successful implementation of a system aimed at educating and honing the skills of drone operators, which is a relevant and vital task in the modern world of technology.

Keywords: drone operator training; software implementation; access control; testing; Python.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ.....	7
1.1 Аналіз систем безпілотних літальних апаратів.....	7
1.2 Аналіз сучасних інформаційних технологій навчання операторів управління дронами	16
1.3 Аналіз відомих програмних рішень навчання операторів управління дронами	21
1.4 Висновок до розділу 1	30
2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ.....	31
2.1 Розробка системи підтримки прийняття рішень в інформаційній системі навчання операторів управління дронами.....	31
2.2 Розробка інформаційної моделі системи навчання операторів управління дронами	39
2.3 Розробка алгоритму функціонування програмного модуля навчання операторів управління дронами.....	44
2.4 Висновки до розділу 2	54
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ.....	56
3.1 Обґрунтування вибору мови програмування.....	56
3.2 Програмна реалізація клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами.....	58
3.3 Тестування клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами	71

3.4 Висновок до розділу 3	75
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	77
4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту інформаційної технології навчання операторів управління дронами.	77
4.2 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором	85
4.3 Висновок до розділу 4	89
ВИСНОВКИ.....	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92
Додаток А (обов’язковий). Результат перевірки на антиплагіат в системі «UNICHECK»	95
Додаток Б (обов’язковий) Лістинг програми	96
Додаток В (обов’язковий) Ілюстративна частина.....	104
Додаток Г (довідниковий) Інструкція користувача	110

ВСТУП

Останнім часом зростає популярність дронів і їх використання в різних сферах, таких як фото- та відеозйомка, аерофотограмметрія, доставка товарів та багато інших. З цим зростанням інтересу до дронів, з'являється потреба в якісному та ефективному навчанні операторів дронів. Оператори повинні мати достатні знання та навички для безпечного та вмілого управління дронами.

Актуальність теми полягає в тому, що наразі існує певна кількість навчальних підходів та програм, проте їхній ефективний вплив на підготовку операторів дронів варто дослідити та вдосконалити. Навчання операторів дронів потребує спеціальних методик та інформаційних технологій, що забезпечують засвоєння необхідних знань та навичок з управління дронами, а також оцінку їх успішності та результативності.

Дослідження педагогічних підходів та інформаційних технологій навчання операторів дронів важливе для вдосконалення процесу навчання та підготовки операторів. Розробка нових методик, використання віртуальної реальності та інших сучасних технологій можуть значно покращити якість навчання та результати операторів дронів.

Таким чином, актуальною задачею є вдосконалення педагогічних методів у процесі навчання операторів дронів за допомогою використання сучасних інформаційних технологій з метою підвищення кваліфікації та безпеки експлуатації.

Метою дослідження є підвищення рівня отримання вмінь та навичок управління дронами за допомогою розробки системи підтримки прийняття рішення інформаційної системи навчання операторів дронів.

Задачі дослідження включають:

– аналіз сучасного стану навчання операторів дронів, включаючи існуючі підходи, методи та технології, які застосовуються;

- розробка системи тестування знань та оцінювання навичок управління дронами, з метою перевірки розуміння матеріалу та визначення рівня компетентності операторів.
- розробка інформаційної системи, яка об'єднує різні методи навчання, інтерактивні ресурси та практичні симуляції для навчання операторів дронів.
- розробка плану підтримки та можливостей для майбутнього розвитку і вдосконалення системи навчання операторів дронів.
- впровадження новітніх технологій, таких як віртуальна реальність, машинне навчання та інші, у процес навчання операторів дронів.
- визначення конкретних переваг і можливих ризиків, пов'язаних із впровадженням інформаційної системи навчання для операторів дронів.
- Дослідження витрат та ефективності інформаційної системи навчання операторів дронів, включаючи вивчення ринку та можливості для створення прибуткового бізнесу в цій сфері, а також оцінка впливу інвестицій у сучасні технології, включаючи симулятори та програмні модулі, на якість навчання та зменшення витрат на практичні тренування.

Об'єктом дослідження - процес надання рекомендацій операторам управління дронами з використанням інформаційної технології навчання.

Предметом дослідження є програмні засоби та методи створення рекомендацій для навчання операторів управління дронами. Головна увага зосереджена на дослідженні та розробці інформаційної технології, яка дозволяє прогнозувати потреби та уподобання операторів дронів та надавати їм персоналізовані рекомендації для покращення їх навичок та вмінь.

Методи дослідження метод аналізу літературних джерел, метод експертних оцінок, аналіз практичного досвіду, збір та аналіз даних, тестування та оцінка, методи і засоби об'єктно-орієнтованого програмування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні та реалізації інформаційної технології для навчання та підвищення кваліфікації операторів управління дронами, що базується на методі аналізу ієрархій даних

користувача. Ця новизна важлива для розвитку сфери дронного управління та підвищення безпеки та ефективності в цій області.

Практична цінність одержаних результатів полягає у наступному:

1. Розроблено алгоритм, який надає рекомендації для поліпшення процесу навчання операторів управління дронами.
2. Розроблено клієнтську частину програмного модуля з контролем доступу та навчанням.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження апробовані на LI Науково-технічній конференції факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації (2023) [1].

Публікації. За результатами дослідження опубліковано одні тези доповідей [1].

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ

1.1 Аналіз систем безпілотних літальних апаратів

Технологічні аспекти навчання операторів дронів включають в себе використання сучасних технологій, апаратних засобів, програмного забезпечення та методик для ефективного навчання та підготовки операторів управління дронами. Ці аспекти охоплюють наступні складові:

Розглянемо різні типів дронів та їх характеристики, включаючи безпілотні повітряні транспортні засоби (БПТЗ), мультироторні дрони, фіксованокрилі дрони, гелікоптерні дрони та інші [2].

Безпілотні повітряні транспортні засоби (БПТЗ) - це загальний термін, який описує літальні апарати, що не потребують пілота на борту. Вони можуть бути керовані віддалено або автоматично, зазвичай через заземлену станцію управління.

Мультироторні дрони – квадрокоптери, мають чотири ротори. Це найпопулярніший тип мультироторних дронів для споживачів завдяки їх стабільності та простоті управління (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Квадрокоптер RC Product X6 Pro

Гексакоптери мають шість роторів. Зазвичай використовуються для професійної зйомки, оскільки вони можуть нести більше вантажу (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Гексакоптер DJI MATRICE 600

Октокоптери мають вісім роторів. Це дрони високого класу, які зазвичай використовуються у кінопродукції та інших промислових застосуваннях (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 Октокоптер DJI Spreading Wings S1000 Plus ARF

Фіксованокриллі дрони нагадують традиційний літак і мають лише один набір крил. Ці дрони зазвичай можуть літати довше і швидше за мультироторні. Вони ідеально підходять для аерозйомки великих територій.

Гелікоптерні дрони виглядають та працюють як мініатюрні версії реальних гелікоптерів з одним основним ротором та одним або кількома хвостовими

роторами. Зазвичай вони здатні витримувати більший вантаж порівняно з мультироторними дронами та мають довший час польоту.

VTOL дрони (Vertical Take-Off and Landing) можуть злітати вертикально і потім переключитися на горизонтальний режим польоту, подібно до літаків (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 VTOL дрон

Гібридні дрони - комбінація фіксованокрилих і мультироторних характеристик (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 Дрон гібридний вантажний Reactive Drone Hybryd RDHC5

При виборі типу дрона для конкретних завдань важливо розглянути декілька факторів, таких як час польоту, вантажопідйомність, стабільність та специфікації камери.

Аналіз особливостей та можливостей кожного типу дрона, таких як маневреність, автономність, пілотування, здатність до зйомки та переносу вантажів.

Мультироторні дрони мають відмінну маневреність завдяки здатності літати в різних напрямках і зависати в повітрі. Квадрокоптери та інші мультироторні дрони часто використовуються для зйомки з близької відстані; час польоту обмежений, часто від 20 до 30 хвилин на одному заряді батареї; зазвичай легке для новачків завдяки автоматичним системам стабілізації; більшість споживчих дронів оснащені камерами високої якості і здатні здійснювати стабільні зйомки; здатність переносити вантаж обмежена, але деякі професійні моделі можуть нести додаткове обладнання.

Фіксованокрилі дрони менш маневрені за мультироторні дрони та не можуть зависати на місці; довший час польоту, часто до кількох годин; може вимагати більше навичок для злітання та посадки; ідеально підходять для аерозйомки великих територій; зазвичай мають більшу вантажопідйомність порівняно з мультироторними дронами.

Гелікоптерні дрони володіють високою маневреністю, але можуть бути складніше управлятись, ніж квадрокоптери; середній час польоту, порівняно з іншими типами дронів; вимагає спеціалізованих навичок для управління; здатні до стабільної зйомки, але можуть вимагати спеціалізованого обладнання; здатність переносити вантаж часто більша, ніж у мультироторних дронів.

VTOL та гібридні дрони мають в своєму розпорядженні комбіновані характеристики мультироторних та фіксованокрилих дронів; зазвичай мають довший час польоту, ніж мультироторні дрони; може вимагати додаткового навчання для ефективного управління; залежить від моделі та конфігурації; залежить від розміру та конфігурації дрона.

Аналіз використання модулів GPS та навігації для визначення положення дрона в просторі [3].

GPS (Global Positioning System) є системою з 24 супутників (і декількох резервних супутників), розміщених на орбіті Землі. Кожен супутник випромінює радіосигнали, які GPS-приймачі на поверхні Землі використовують для визначення свого місцезнаходження. Щоб визначити своє місцезнаходження, GPS-приймачу потрібен сигнал від принаймні чотирьох супутників. Використання GPS у дронах дозволяє точно визначати їхнє положення в просторі та тримати дрон в стабільному положенні. Це корисно для ряду функцій:

Коли пілот відпускає пульт управління, дрон може залишатися в одному місці завдяки GPS. Якщо з'єднання між дроном та пультом управління втрачено, дрон автоматично повертається до точки взльоту за допомогою GPS-координат. Дрони можуть слідувати заздалегідь заданому маршруту за допомогою GPS-точок.

Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS): крім GPS (який є американською системою), існують інші системи, такі як Galileo (Європейський Союз) та BeiDou (Китай). Багато сучасних дронів підтримують декілька цих систем одночасно, що забезпечує більш точне визначення місцезнаходження. Візуальна позиційна система (VPS): Деякі дрони використовують камери та інфрачервоні сенсори для визначення свого місцезнаходження відносно наземних об'єктів, особливо коли GPS-сигнал слабкий або відсутній (наприклад, всередині приміщень). У густонаселених місцях або серед гір може бути втрата сигналу. Мультипат – це відбувається, коли радіосигнали відбиваються від об'єктів, таких як будівлі або гори, перш ніж досягати приймача, що може викликати помилки в визначенні положення. Електронні пристрої або інші джерела можуть викликати завади для GPS-сигналів.

У підсумку, модулі GPS та інші навігаційні технології відіграють ключову роль у визначенні та стабілізації положення дрона в просторі, що забезпечує безпеку та різноманітність його функцій.

Огляд різних операційних систем для дронів, таких як PX4, ArduPilot, DJI SDK, які забезпечують функціональність та можливості керування дроном [4].

PX4 — це незалежна, відкрита для користувача платформа для розробки для дронів. Це одна з найбільш популярних операційних систем для автономних літальних апаратів. Особливості: підтримка різних типів апаратів: від мультироторних до традиційних літаків. Модульна архітектура, що дозволяє легко додавати нові компоненти або вдосконалювати існуючі. Високий рівень безпеки та надійності.

ArduPilot — це відкрите програмне забезпечення для управління дронами, що підтримує широкий спектр аеродинамічних конфігурацій. Підтримка різних типів апаратів: квадрокоптери, вертольоти, літаки, машини на поверхні та підводні судна. Інтеграція з різними датчиками, камерами та іншим обладнанням.

DJI SDK дозволяє розробникам створювати спеціалізовані програмні додатки для продуктів DJI. Особливості: можливість створення власних додатків для управління дронами, проведення зйомки або аналізу даних. Підтримка автоматичного пілотування, слідкування за об'єктами, визначення маршрутів польотів та ін. Інтеграція з обладнанням DJI, включаючи камери, датчики та системи навігації.

Програмне забезпечення є ключовою складовою сучасних дронів, надаючи їм потрібні функціональні можливості та забезпечуючи взаємодію з обладнанням. Вибір відповідного ПЗ залежить від конкретних завдань, які ставляться перед дроном, а також від переваг розробника або користувача.

Вивчення програмування дронів з використанням API та розробка програмних скриптів для автоматизації роботи дронів.

API (Application Programming Interface) дозволяє розробникам взаємодіяти з системою дрона, контролюючи його функціональність та отримуючи доступ до даних. Використання API може допомогти автоматизувати певні задачі, такі як зйомка, слідкування за об'єктами або виконання автономних місій [5].

Програмування дронів дозволяють зробити їх більш автономними, ефективними та надійними в різних сценаріях використання. Використання API надає розробникам потужний інструмент для кастомізації та оптимізації роботи дронів, адаптуючи їх до конкретних завдань та вимог.

Безпека польотів є пріоритетом при використанні дронів. Управління ризиками допомагає оптимізувати польоти та забезпечує максимальну безпеку для оператора, дрона та оточуючого середовища. Дрони, так само як і інші цифрові пристрої, піддаються ризику вторгнення та несанкціонованого доступу. Оскільки дрони можуть використовуватися для збору даних, відеозйомки та інших завдань, їх захист від хакерів є критично важливим. Ось деякі аспекти захисту дронів:

Захист програмного забезпечення: перевірка та встановлення оновлень ПЗ для дрона, які можуть включати виправлення відомих вразливостей. Застосування заходів захисту на рівні ПЗ для виявлення та блокування шкідливих програм.

Врахування вищенаведених практик може допомогти в забезпеченні захисту дронів від різних загроз та вторгнень.

Використання симуляторів для навчання операторів дронів: симулятори дронів стали важливим інструментом у процесі навчання нових операторів, а також у дослідженні нових алгоритмів керування та стратегій польоту.

Переваги використання симуляторів – це безпека. Нові оператори можуть відпрацювати свої навички у безпечному віртуальному середовищі без ризику пошкодження реального дрона або втручання в оточуюче середовище. Різноманітність сценаріїв - оператори можуть відпрацювати польоти в різних умовах та сценаріях - від ідеальних погодних умов до екстремальних ситуацій, таких як сильний вітер, дощ або перешкоди на маршруті. Збір даних - симулятори можуть збирати детальну інформацію про політ, що дозволяє аналізувати та вдосконалювати навички пілота.

Програми, які встановлюються на комп'ютерах та надають віртуальне середовище польоту. VR-симулятори: забезпечують більш імерсивний досвід за допомогою віртуальної реальності, де користувач може відчувати, ніби він дійсно керує дроном. Симулятори з фізичними елементами включають реальні елементи, такі як пульти керування, що додають більше реалізму до процесу тренування.

Вчені та інженери можуть використовувати симулятори для випробування нових алгоритмів керування чи навігації [6]. Тестування нового обладнання: Перш ніж впровадити нове обладнання у реальних дронах, його можна спочатку протестувати в симуляторі. Симулятори дронів надають безцінний досвід та знання, які необхідні для ефективного та безпечного пілотування в реальному світі. Вони стають невід'ємною частиною навчання та дослідження у сфері безпілотних літальних апаратів.

Віртуальні навчальні середовища (ВНС) є ключовим елементом сучасних методик навчання операторів управління дронами. Завдяки використанню технологій віртуальної реальності (VR) (рис. 1.6) та комп'ютерної графіки, ВНС створюють умови, які імітують реальні польотні ситуації, дозволяючи операторам отримувати практичний досвід без необхідності реальних польотів [7].



Рисунок 1.6 – Використання віртуальної реальності для навчання операторів управління дронами

Основні характеристики ВНС для дронів: середовища часто мають детально відтворені ландшафти, погодні умови та інші параметри, що впливають на політ дрона. Оператори можуть взаємодіяти з середовищем, змінюючи параметри польоту, керуючи дроном та реагуючи на різні події.

Безпека навчання в віртуальних середовищах мінімізує ризик пошкодження обладнання або травм. Зменшення витрат на реальні польоти, заміна обладнання та інше. Гнучкість ВНС можуть бути легко адаптовані для різних типів дронів, місій та рівнів кваліфікації пілотів. Системи можуть автоматично відстежувати та оцінювати дії оператора, надаючи зворотний зв'язок та рекомендації для поліпшення [8]. Базове навчання - для новачків, які щойно почали вивчення пілотування дронів. Тестування нових систем перед впровадженням у реальні дрони.

Віртуальні навчальні середовища стають важливою складовою сучасного навчання операторів управління дронами, забезпечуючи ефективно, безпечно та економічно виправдане навчання.

Традиційний навчальний підхід: розгляд класичних методів навчання, таких як лекції, практичні заняття та демонстрації, у контексті навчання операторів дронів. Вивчення основних принципів навчання, таких як дидактична послідовність, диференціація завдань та контроль навчальних досягнень. Аналіз існуючих навчальних програм та курсів з навчання операторів дронів, їх структури та методик викладання.

Симуляційне навчання: розгляд використання симуляторів та віртуальних середовищ для навчання операторів дронів. Вивчення існуючих симуляторів та віртуальних середовищ, які дозволяють симулювати польоти дронів та різні ситуації управління. Аналіз можливостей симуляційного навчання для вивчення основних навичок управління дронами, включаючи керування, навігацію та виконання завдань.

Кожен з цих підрозділів розкриває певний педагогічний підхід, який може бути використаний для ефективного навчання операторів дронів [9]. Вони включають як традиційні методи навчання, так і сучасні інноваційні підходи, що дозволяють активізувати навчальний процес та забезпечити більш глибоке та практичне засвоєння навичок управління дронами.

1.2 Аналіз сучасних інформаційних технологій навчання операторів управління дронами

Типи інструкцій та тренажерів для навчання операторів дронів розглядає різні підходи до навчання, які використовуються для підготовки операторів дронів. В цьому підрозділі досліджуються різні типи інструкцій та тренажерів, які допомагають учням отримати необхідні навички управління дронами.

Теоретичні інструкції - вивчення основних понять, правил та процедур управління дронами через теоретичні матеріали. Подання інформації про різні аспекти управління, включаючи безпеку, навігацію, режими польоту та обмеження. Теоретичне навчання становить базову підготовку будь-якого оператора дрона. Це фундамент, на якому побудоване всі наступні практичні заняття.

Практичні тренажери - використання комп'ютерних програм або спеціального обладнання для симуляції управління дронами. Після теоретичного осмислення матеріалу настає час для практичного застосування знань. Спеціальні пристрої, які імітують реальне управління дроном, дозволяючи отримати практичний досвід без ризику пошкодити реальний апарат [10]. Програми на комп'ютері, які дозволяють симулювати польот дрона в різних умовах. Можливість вправлятися в різних режимах польоту, виконувати маневри та завдання без реального ризику.

Різноманітність інструкцій та тренажерів дозволяє підібрати найбільш підходящий підхід до навчання для кожного конкретного оператора дрона. В

комбінації теоретичні та практичні методи навчання гарантують повноцінну підготовку оператора до реальних польотних завдань [11].

Віртуальні тренажери - використання віртуальної реальності (VR) для створення імерсивного навчального середовища. Використання віртуальних тренажерів в навчанні операторів дронів пропонує ефективний, безпечний та економічний спосіб набуття та вдосконалення навичок управління. З допомогою технології VR можна створити реалістичні сценарії, які максимально наближені до реальних умов польоту, що дозволяє студентам готуватися до реальних викликів управління дронами.

Фізичні тренажери - використання спеціально розроблених моделей дронів або управляючого обладнання для практичних тренувань. Можливість отримати реальний досвід управління дронами без ризику пошкодження дорогоцінного обладнання. Фізичні тренажери в галузі дронів використовуються для навчання пілотів у реальних умовах без використання справжнього або дорогоцінного обладнання. Вони дозволяють користувачам отримувати практичний досвід управління, зберігаючи при цьому безпеку та зменшуючи ризик втрат. Вони надають практичний досвід у безпечному середовищі і допомагають пілотам розвивати впевненість у своїх навичках перед тим, як управляти справжніми дронами.

Інтерактивні навчальні платформи - використання онлайн-ресурсів та платформ для навчання, які комбінують теоретичний матеріал, тренажери.

Останнім часом з'явилося багато інтерактивних онлайн-платформ, які спеціалізуються на навчанні управління дронами. Ці платформи включають в себе як теоретичні матеріали, так і практичні тренажери, що дозволяють користувачам навчатися у зручному для них темпі. Вони надають можливість учням вивчати матеріал у будь-який зручний час і з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету. Ці платформи можуть швидко адаптувати та оновлювати свій навчальний матеріал, щоб він відповідав актуальним стандартам і нововведенням.

Інтерактивні навчальні платформи стали справжнім проривом у сфері освіти з управління дронами. Вони пропонують гнучкий, доступний та персоналізований підхід до навчання, дозволяючи користувачам отримати глибокі знання та навички управління дронами без необхідності фізичної присутності в навчальному закладі.

Симулятори - використання програмного забезпечення, що емулює реальні умови управління дронами. Надає можливість відтворити різні сценарії польоту та взаємодії з оточуючим середовищем (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Загальний вигляд симулятора управління дроном

Симулятори дронів стають все більш популярними в індустрії безпілотних повітряних засобів (БПЗ). Вони дозволяють пілотам тренуватися в безпечних

умовах, отримуючи необхідний досвід без ризику для реального обладнання та оточуючого середовища [12].

Сучасні програми для симуляції польотів дронів створені таким чином, щоб максимально наблизити віртуальний досвід до реальних умов польоту. Вони враховують особливості аеродинаміки, погодних умов, роботи сенсорів та інших систем дрона. Однією з великих переваг симуляторів є можливість створення різних польотних сценаріїв: від простих тренувальних завдань до складних ситуацій, таких як аварійні посадки, маневрування в умовах поганої видимості тощо. Симулятори можуть відтворювати взаємодію дрона з різними об'єктами на місцевості, такими як дерева, будівлі, тварини та інші дрони. Це надає можливість пілоту навчитися уникати зіткнень та розуміти, як дрон буде реагувати на різні зовнішні фактори.

Перші польоти на симуляторі дозволяють новачкам отримати базові навички управління дроном перед тим, як вони приступлять до реальних польотів. Навіть досвідчені пілоти можуть використовувати симулятори для відточування своїх навичок, особливо перед виконанням складних місій або роботою з новим обладнанням. Інженери та розробники можуть використовувати симулятори для тестування нових технологій, алгоритмів управління та інших інноваційних рішень для дронів в контрольованих умовах.

Завдяки таким програмам, пілоти дронів можуть отримувати важливий досвід, навчатися уникати небезпек та підвищувати свою кваліфікацію в управлінні безпілотниками [13].

Відео, анімації та ілюстрації дозволяють відобразити реальні ситуації та процеси, які можуть бути складно уявити чи пояснити лише словами. Деякі мультимедійні посібники містять інтерактивні елементи, що допомагають учневі активно залучитися до процесу навчання. Мультимедійні матеріали можуть бути легко доступними онлайн, дозволяючи пілотам дронів вивчати їх у будь-який зручний час та місце.

Відеолекції, презентації, діаграми та анімації можуть допомогти учням краще розуміти складні теми та концепції. Інструкційні відео можуть показати, як правильно виконувати певні дії або використовувати обладнання, а інтерактивні симулятори можуть дати можливість практикуватися віртуально.

Візуальні та інтерактивні матеріали можуть зацікавити та мотивувати учнів, сприяючи кращому засвоєнню інформації. Учні можуть працювати з матеріалами у своєму темпі, повертатися до важливих моментів або переглядати їх декілька разів.

Використання мультимедійних посібників у навчанні пілотів дронів дозволяє створити сучасне, ефективне та гнучке навчальне середовище, яке відповідає потребам сучасних учнів. Допомагає учням краще розуміти принципи та процедури управління дронами через візуальне представлення.

Оператори мають виконувати конкретні завдання, що симулюють реальні ситуації з управлінням дроном. Оцінка ефективності управління та виконання завдань може мотивувати користувачів вдосконалювати свої навички. Симуляція реального оточення та поведінки дрона забезпечує максимальну корисність навчання.

Ігрова компонента робить навчання більш захоплюючим, що може підвищити мотивацію учнів. Учні отримують можливість відпрацювати навички управління в безпечному середовищі. Ігри часто надають відразу обратний зв'язок про успішність виконання завдань, дозволяючи учням коригувати свої дії.

Можна застосовувати симуляцію надзвичайних ситуацій, наприклад, управління дроном в умовах сильного вітру або з великою висоти. Оператору може бути запропоновано виконати завдання по фотографуванню або відеозйомці певних об'єктів. Оператору потрібно буде слідувати вказаному маршруту, уникаючи перешкод.

Декілька операторів можуть одночасно управляти своїми віртуальними дронами в одному симульованому середовищі. Оператори мають виконувати

завдання, що вимагає координації дій. Оператори можуть спілкуватися за допомогою голосового чату або інших засобів комунікації.

Переваги використання колективних тренажерів заключається в тому, що учні вчаться працювати разом, координуючи свої дії для досягнення спільної мети. Розвиток комунікативних здібностей і вмінь вирішення конфліктів. Можливість моделювання реальних операційних ситуацій, де декілька дронів працює разом.

Кожен з цих типів інструкцій та тренажерів має свої переваги та особливості і використовується в залежності від конкретних цілей навчання та ресурсів, доступних для навчального процесу. Комбінування різних типів може забезпечити комплексний та ефективний підхід до навчання операторів дронів.

1.3 Аналіз відомих програмних рішень навчання операторів управління дронами

Відомі програмні рішення для навчання операторів дронів [14]:

1. DJI Flight Simulator: від відомого виробника дронів, DJI, цей симулятор дозволяє користувачам відтворити різноманітні польотні сценарії з допомогою реального радіокерування (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Загальний вигляд інтерфейсу DJI Flight Simulator

DJI є одним з провідних виробників комерційних та споживчих дронів у світі. Вони не тільки забезпечують інноваційну техніку, але і активно розробляють засоби для підготовки та навчання пілотів. DJI Flight Simulator є однією з таких розробок.

Симулятор містить декілька моделей дронів DJI, включаючи Phantom, Inspire та Mavic. Це надає користувачам можливість відчувати, як ці дрони поведуться в реальних умовах. DJI Flight Simulator використовує деталізовані 3D-ландшафти та реалістичні погодні умови, що дозволяє пілотам відчувати, як дрон взаємодіє з оточуючим середовищем. Симулятор пропонує різні режими тренувань - від базового керування до складних маневрів та завдань. Для новачків є спеціальні тренувальні модулі, які допомагають освоїти основи управління дроном. Ще однією великою перевагою є те, що користувачі можуть використовувати реальне радіокерування від своїх дронів DJI, що забезпечує більш реалістичний досвід управління. Все це робить DJI Flight Simulator чудовим інструментом для осіб, які хочуть покращити свої навички управління дронами, а також для тих, хто тільки починає свій шлях у світі дронів.

2. RealFlight Drone Flight Simulator: Цей симулятор пропонує велику колекцію моделей дронів, різноманітні сценарії та відтворення реальних умов польоту. VelociDrone: Це симулятор, який спрямований на гонки з дронами, але він також відмінний для загальної практики управління (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 – Загальний вигляд інтерфейсу RealFlight Drone Flight Simulator

RealFlight є одним з лідерів у сфері авіаційних симуляторів, і їхній симулятор для дронів не є винятком.

Користувачі мають доступ до численних моделей дронів, що дозволяє навчитися управляти різними типами аеродромів. Високоякісна графіка, деталізовані ландшафти та реалістична погода забезпечують глибоке занурення у процес польоту. Крім вільних польотів, користувачі можуть виконувати різні завдання та виклики для покращення своїх навичок.

VelociDrone, як і його назва підказує, зосереджений на гонках з дронами, але це не обмежує його потенціалу як симулятора для загальної практики.

Симулятор має численні траси для гонок, розроблені так, щоб відповідати різним рівням складності. Взаємодія дрона з оточуючим середовищем, відтворена у симуляторі, дуже близька до реальності, що робить процес навчання ефективнішим. Користувачі можуть конкурувати з віртуальними суперниками або з іншими гравцями в режимі онлайн. Для тих, хто не цікавиться гонками, симулятор пропонує загальні тренування для покращення навичок управління.

Обидва цих симулятори допомагають операторам дронів розвивати та вдосконалювати свої навички, але кожен з них зосереджений на своїх особливостях і перевагах.

3. DRL (Drone Racing League) Simulator: Цей симулятор розроблений для тих, хто хоче тренуватися в гонках дронів. Він пропонує реалістичні моделі дронів та траси для гонок (рис 1.10).



Рисунок 1.10 – Загальний вигляд інтерфейсу DRL (Drone Racing League) Simulator

DRL Simulator вивчає адреналін та швидкість гонок з дронів. Він був розроблений у співпраці з Drone Racing League, що є однією з найбільших ліг гонок дронів у світі.

Симулятор надає користувачам доступ до високоякісних моделей дронів, які використовуються в реальних гонках DRL. Це забезпечує автентичний досвід управління. Траси в симуляторі відтворені на основі реальних локацій гонок DRL, що дає можливість віртуально пролітати через ті ж маршрути, що й професійні гонщики. Деталізована фізика польоту дозволяє користувачам відчувати реальну поведінку дронів у різних умовах. Гравці можуть змагатися з іншими користувачами з усього світу у режимі онлайн, що робить тренування ще більш захоплюючим. Для новачків є низка навчальних модулів, які допомагають освоїти основи управління дроном та основи гонок. DRL Simulator є ідеальним вибором для тих, хто хоче відчувати атмосферу гонок з дронів і покращити свої навички управління в умовах високої швидкості та адреналіну.

4. Liftoff: Цей симулятор також орієнтований на гонки дронів, з багатим вибором трас та дронів. Він дозволяє користувачам відчувати екстремальну швидкість та маневреність, які характерні для гонок дронів в реальному житті (рис 1.11).



Рисунок 1.11 – Загальний вигляд інтерфейсу симулятора Liftoff

Liftoff має різноманітні траси для гонок, включаючи індустріальні комплекси, міські ландшафти та інші цікаві місця. Симулятор має великий вибір моделей дронів, включаючи різні розміри, форми та характеристики. Велика увага приділяється реалістичній фізиці польоту, що дозволяє користувачам відчувати, як їхні дрони ведуть себе в повітрі. Liftoff має режим мультиплеєра, де ви можете змагатися з іншими гравцями онлайн або навіть влаштовувати власні гонки з друзями. Гравці можуть налаштовувати свої дрони, змінюючи параметри, такі як мотори, пропелери, камери та інше. Liftoff надає можливість не тільки гонятися з іншими гравцями, але і експериментувати зі своїми дронами та вдосконалювати навички управління в різних умовах та на різних трасах.

5. Zephyr Drone Simulator: Програма навчання, яка пропонує різні модулі для різних рівнів навичок та сценаріїв польоту (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Загальний вигляд інтерфейсу Zephyr Drone Simulator

Zephyr Drone Simulator - це програма навчання, спрямована на розвиток навичок управління дронами на різних рівнях навичок, а також на покращення практичних навичок у різних сценаріях польоту. Симулятор пропонує різні модулі навчання, спрямовані на початківців і досвідчених операторів дронів. Ви можете вибрати модуль, який відповідає вашому рівню навичок. Zephyr дозволяє вам відтворити різні сценарії польоту, включаючи гонки, зйомку фото та відео, пошук та рятувальні операції, що дозволяє навчитися реагувати на різні ситуації. Фізика польоту в симуляторі реалістично відтворює рухи дрона та взаємодію з середовищем. Завдяки віртуальному навчанню, ви можете економити час і кошти на практичному навчанні в реальних умовах. Деякі версії симулятора дозволяють спілкуватися та змагатися з іншими операторами дронів у віртуальному середовищі.

Всі ці симулятори надають користувачам можливість відтворити реальні умови польоту, вчитися управляти дронами в різних сценаріях та покращувати свої навички у безпечному середовищі. Однак при виборі конкретного симулятора варто враховувати конкретні потреби та цілі користувача.

Враховуючи розвиток технологій та зростаючі вимоги до навичок операторів, важливо регулярно переглядати та актуалізувати критерії та методики об'єктивного оцінювання, адаптуючи їх до сучасних реалій.

Симуляційні системи та віртуальні середовища відіграють ключову роль у сучасних методах навчання та оцінювання навичок. Їх плюси полягають в тому, що вони забезпечують безпечне, контрольоване та гнучке середовище для практики та оцінки. Симуляційні системи дозволяють операторам працювати в умовах, що максимально наближені до реальності. Це може включати реалістичний пейзаж, погодні умови, різноманітні завдання та непередбачувані ситуації. Віртуальні середовища часто дозволяють автоматично збирати дані про дії оператора, такі як швидкість реакції, точність керування та прийняті рішення. Ця інформація може бути потім аналізована для отримання об'єктивної оцінки ефективності навчання.

Враховуючи перелічені переваги, симуляційні системи та віртуальні середовища є потужним інструментом для навчання та оцінювання операторів дронів.

Вивчаються підходи до використання технологій машинного навчання для оцінювання навичок та вмінь операторів дронів. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати дані про поведінку, рухи та прийняття рішень операторів для надання об'єктивної оцінки їх ефективності. Машинне навчання відкриває нові горизонти для оцінювання навичок операторів дронів [15].

Алгоритми машинного навчання можуть обробляти великі обсяги даних, що надходять від контролерів дронів, сенсорів та інших джерел інформації. Це дає можливість вивчати поведінку оператора в динаміці та оцінювати її в реальному часі. На основі зібраних даних та попередньої поведінки оператора можна побудувати моделі, які прогнозують можливі помилки або ризиковані дії в майбутньому. За допомогою машинного навчання можна розробляти індивідуальні навчальні плани для кожного оператора, враховуючи його сильні та слабкі сторони. Технології машинного навчання можуть революціонізувати підходи до навчання та оцінювання навичок операторів дронів, роблячи цей процес більш точним, ефективним та персоналізованим [16].

Справжній виклик полягає в обранні правильних методів для конкретних цілей та контексту.

Отже, давайте розглянемо переваги та недоліки деяких із раніше розглянутих методів, що зображено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння переваг та недоліків методів.

Методи	Переваги	Недоліки
Об'єктивні	Висока об'єктивність, заснована на конкретних показниках; можливість автоматизації та швидкого аналізу.	Може ігнорувати деякі важливі аспекти навчання, що складно виміряти кількісно.

Продовження табл. 1.1

Суб'єктивні	Враховує досвід та сприйняття операторів; може виявити аспекти, які ігноруються об'єктивними методами.	Залежить від особистих думок та переживань; може бути неконсистентним або суб'єктивно спотвореним.
Симуляційні системи та віртуальні середовища	Безпечне і контрольоване навчальне середовище; можливість повторення сценаріїв.	Відсутність реального досвіду; можливі технічні обмеження.
Машинне навчання	Автоматичний аналіз великих обсягів даних; можливість виявлення складних залежностей.	Потреба у великому обсязі даних для тренування; може бути складно інтерпретувати результати.
Мультимедійні ресурси	Візуальний аналіз; можливість повторного перегляду та аналізу.	Обмежена кількість інформації; може потребувати додаткового обладнання.

При виборі методу оцінювання важливо враховувати наступні аспекти: мету навчання, доступні ресурси для навчання та конкретний контекст використання навичок операторів. Також необхідно регулярно переглядати та адаптувати методіку оцінювання відповідно до змін у технологіях, завданнях та вимогах до операторів дронів.

1.4 Висновок до розділу 1

Під час роботи над розділом було проведено аналіз різноманітних підходів та методів, що використовуються для оцінювання ефективності навчання операторів дронів.

У результаті аналізу було виявлено, що на сьогоднішній день існує широкий спектр методів оцінювання, які можуть бути використані для визначення рівня компетентності та успішності операторів дронів. Деякі з цих методів включають традиційні форми тестування, практичні завдання, самооцінку, портфоліо та багато інших.

Кожен метод оцінювання має свої переваги та обмеження, і вибір залежить від цілей та контексту навчання. Традиційні тести підходять для перевірки теоретичних знань, в той час як практичні завдання дозволяють демонструвати навички у реальних ситуаціях.

Для підвищення об'єктивності оцінювання та зменшення суб'єктивності, можуть бути використані технології машинного навчання та аналізу даних. Це дозволяє автоматизувати процес оцінювання та забезпечити об'єктивну та надійну оцінку навичок та компетентності операторів [17].

Загалом, аналіз сучасних методів оцінювання ефективності навчання операторів дронів свідчить про необхідність використання різноманітних підходів та комбінацію методів для забезпечення всебічної оцінки знань та навичок операторів. Важливо забезпечити баланс між об'єктивністю оцінювання, практичністю та адаптабельністю до різних умов навчання операторів дронів.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ

2.1 Розробка системи підтримки прийняття рішень в інформаційній системі навчання операторів управління дронами

Створення системи, яка забезпечує інструкції та тестування для майбутніх операторів дронів, може бути корисним засобом забезпечення безпеки та навчання. На рисунку 2.1 можна побачити кроки, які можна врахувати при реалізації такої системи.



Рисунок 2.1 – Схема алгоритму системи інструкцій та тестувань

1. Розробка програмного забезпечення: спершу потрібно розробити програмне забезпечення, яке буде встановлене на дроні і буде здійснювати контроль доступу. В цьому програмному забезпеченні слід передбачити можливість виводу інструкцій та тестів для користувачів.

2. Створення інструкцій, які користувач повинен пройти перед тим, як отримати доступ до дрону. Інструкції повинні охоплювати основи безпеки, правила користування дроном, засоби захисту і т. д.

3. Створення тесту: після інструкцій розробляється тест, що включає питання та завдання, спрямовані на перевірку знань користувача. Цей тест може бути інтерактивним і включати практичні завдання.

4. Механізм блокування: механізм блокування дрону, якщо користувач не успішно пройшов інструкції та тест. Це може включати блокування доступу до дрону або обмеження його функціональності.

5. Збереження результатів: забезпечується можливість зберігання результатів тестів та інструкцій для подальшого відстеження прогресу користувачів і можливості їхнього повторного проходження в майбутньому.

6. Система адміністрування: розроблюю інтерфейс для адміністраторів системи, який дозволить налаштовувати інструкції, тести та відстежувати стан користувачів.

7. Технічна підтримка: можливість користувачів звертатися до технічної підтримки в разі виникнення питань або проблем з проходженням інструкцій і тестів.

8. Інформування користувачів: повідомте користувачів про необхідність проходження інструкцій та тестування для отримання доступу до дрону.

9. Підвищення безпеки та зменшення ризику: за допомогою цієї системи можна зменшити ризик несанкціонованого використання дронів та забезпечити, що оператори розуміють важливі аспекти безпеки та правила користування дронами.

Ця система може допомогти забезпечити безпеку та навчання користувачів дронами, і застосовується для забезпечення контролю над доступом до дрону. Архітектура програми для системи навчання операторів дронів може бути складною, і вона повинна включати різні компоненти та модулі. Аутентифікація та авторизація використовує міцну систему аутентифікації для перевірки ідентифікації користувачів. Забезпечується правильна авторизація, щоб кожен користувач мав доступ тільки до свого власного контенту та даних. Всі дані, які передаються між клієнтом та сервером, повинні бути зашифровані з використанням протоколу HTTPS [18]. Використовуються параметризовані запити для запитів до бази даних, щоб запобігти SQL-ін'єкціям. Слід регулярно оновлювати всі компоненти та бібліотеки програмного забезпечення, щоб виправити виявлені уразливості. Забезпечується обмежений доступ до бази даних та інших систем з конфіденційною інформацією. Розробіть план реагування на витоки даних та повідомлення про порушення безпеки. Надаються інструкції користувачам щодо безпеки, наприклад, створення міцних паролів та не натискання на сумнівні посилання.

Безпека повинна бути вбудована в усі аспекти архітектури програми та постійно оновлюватися, оскільки загрози можуть змінюватися з часом.

Для своєї теми я обрав метод аналізу ієрархій (MAI) [19]. Метод аналізу ієрархій дозволяє ранжувати альтернативні рішення за кількома критеріями. В контексті навчання операторів дронів, цей метод може використовуватися для вибору найефективніших методів навчання, програмного забезпечення або типів дронів. Метод аналізу ієрархій допоможе враховувати різні аспекти прийняття рішень, такі як ефективність, безпека, доступність, вартість та інші, і надасть структурований підхід до оцінки альтернативних методів навчання операторів дронів (рис. 2.2).

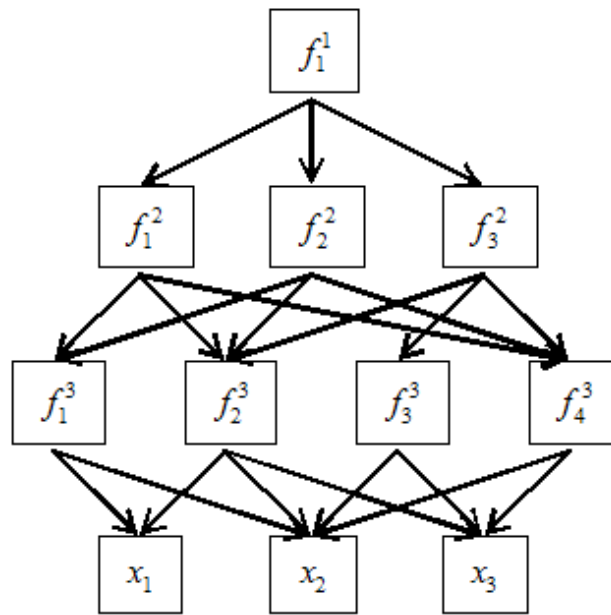


Рисунок 2.2 – Схема методу аналізу ієрархій

Де f_j^i – елементи ієрархії критеріїв, верхній індекс елементів вказує рівень ієрархії, нижній – порядковий номер, x_i – альтернативи.

Інтерфейс користувача важливий компонент інформаційної системи навчання операторів дронів. Наведу приклади основних аспектів, які слід врахувати при проектуванні інтерфейсу користувача:

Вхід та аутентифікація: оператори мають мати можливість легко увійти в систему за допомогою особистих облікових записів. Важливо забезпечити безпеку даних та персональної інформації користувачів.

Головне меню: створюється зручне та інтуїтивно зрозуміле головне меню, де оператори зможуть знайти доступ до різних функцій системи.

Інструкції та завдання: для отримання підтримки при прийнятті рішень, оператори повинні мати доступ до інструкцій та завдань, які включають у себе теоретичні матеріали та практичні завдання.

Тести та оцінка: розроблюється інтерфейс для проведення тестів та оцінки знань і навичок операторів. Це може включати в себе відповіді на питання, виконання практичних завдань та оцінку результатів.

Візуалізація даних: забезпечується можливість візуалізації даних про рішення та дії операторів під час навчання. Графіки, діаграми та інші візуальні елементи можуть допомогти операторам краще розуміти їхні досягнення та помилки.

Зворотний зв'язок: створюється механізм зворотного зв'язку, який дозволить операторам отримувати коментарі та рекомендації щодо їхньої продуктивності та виконання завдань.

Система підтримки: додається система підтримки або чат, де оператори можуть звертатися за додатковою інформацією та допомогою (рис 2.3).

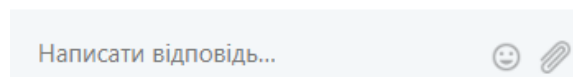
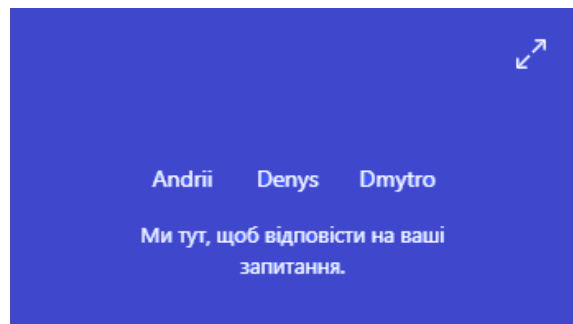


Рисунок 2.3 – Інтерфейс чату підтримки

Адаптивний дизайн: робиться інтерфейс користувача адаптивним для різних типів пристроїв та розмірів екранів.

Безпека та конфіденційність забезпечується захист даних користувачів та дотримання вимог щодо безпеки.

За допомогою зазначених компонентів інтерфейсу користувача, оператори зможуть ефективно взаємодіяти з інформаційною системою навчання, отримуючи підтримку та можливість прийняття кращих рішень у навчанні та роботі з дронами.

Тестування та валідація системи підтримки прийняття рішень (СППР) для навчання операторів управління дронами є критичними етапами в розробці. Для переконання, що СППР відповідає поставленим цілям та завданням, можна використовувати наступні методи та підходи:

Виконується функціональне та інтеграційне тестування, щоб переконатися, що всі функції СППР працюють коректно і співпрацюють між собою. Це включає в себе тестування кожного елементу інтерфейсу користувача, роботу системи з базою даних, а також інтеграцію із зовнішніми програмними компонентами, такими як алгоритми прийняття рішень.

Проводяться тестування на проникнення та інші методи атак для забезпечення безпеки системи. Важливо переконатися, що конфіденційна інформація користувачів та інші дані захищені від несанкціонованого доступу.

Аналізуються результати навчання користувачів, які використовують СППР. Порівнювати їхній прогрес з поставленими цілями та стандартами, які визначені для операторів дронів. Це може включати в себе оцінку точності, швидкості та інших показників успішності.

Збираються відгуки та зворотний зв'язок від користувачів системи. Опитування та інтерв'ю можуть допомогти зрозуміти, як користувачі оцінюють ефективність СППР та як можна покращити її функціонал (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд відгуків клієнта

Порівнюється ефективність вашої СППР з існуючими програмами навчання операторів дронів. Порівняння може включати в себе результати тестування, швидкість навчання, рівень задоволеності користувачів тощо.

Постійне корегування та оновлення СППР на основі результатів тестування та зворотного зв'язку користувачів. Це допоможе підтримувати високий рівень ефективності системи та адаптувати її до змінних потреб користувачів.

Аналізуються об'єктивні дані про прогрес користувачів, такі як відсоток успішно пройдених тестів, час, витрачений на навчання, та інші кількісні показники.

Після проведення цих етапів можна буде визначити, чи відповідає СППР поставленим цілям та завданням і чи можна вважати її ефективною для навчання операторів дронів.

Впровадження системи підтримки прийняття рішень (СППР) в інформаційну систему навчання операторів дронів передбачає досягнення кількох очікуваних результатів та вносить значний внесок у сферу інформаційної технології навчання операторів дронів.

Очікувані результати:

Покращена ефективність навчання: впровадження СППР дозволить операторам дронів навчатися більш ефективно та швидше завдяки індивідуалізованому підходу та підтримці при прийнятті рішень.

Підвищення якості навчання: СППР допоможе операторам дронів здобувати більше знань та навичок, що підвищить їхню компетентність та надійність в управлінні дронами.

Зменшення ризику несправностей: інструкції та тести в СППР допоможуть перевірити, чи готовий користувач використовувати дрон та зменшити ризик неправильного використання, що може призвести до пошкоджень.

Індивідуалізація навчання: оператори дронів зможуть навчатися відповідно до свого власного темпу та потреб, що підвищить рівень розуміння та вмінь.

Зменшення затрат: використання СППР може зменшити витрати на проведення навчальних сесій та матеріалів для навчання.

Внесок у дослідження з інформаційної технології навчання операторів дронів:

Цей розділ дослідження вносить важливий внесок у розвиток інформаційної технології навчання операторів дронів, оскільки він розглядає впровадження інноваційної системи підтримки прийняття рішень у навчанні операторів дронів, що є актуальною проблемою в контексті росту популярності дронів та потреби в якісній підготовці операторів. Дослідження розглядає використання методів аналізу ієрархій (MAI) [19] для прийняття рішень, що може сприяти розширенню методологічного арсеналу в галузі навчання операторів дронів. Розробка СППР з підтримкою інструкцій та тестів забезпечить стандартизацію та підвищить рівень навчання операторів дронів, сприяючи загальному розвитку цієї галузі. Внесок полягає також у підвищенні безпеки та надійності використання дронів, що є важливим аспектом у визначенні майбутнього розвитку дронавої індустрії.

У цілому, дослідження сприяє розвитку інформаційної технології навчання операторів дронів та внеску у поліпшення підготовки операторів для використання дронів у різних сферах.

2.2 Розробка інформаційної моделі системи навчання операторів управління дронами

Для розробки інформаційної моделі системи навчання операторів управління дронами та отримання додаткової інформації, потрібно звернутися до вже опублікованого матеріалу на сайті [27, 28]. На цьому веб-сайті знайдеться докладна інформація щодо програми навчання, методів, інструментів, інструкцій, тестів та іншої важливої інформації, що стосується навчання операторів управління дронами.

Схема, яка ілюструє потік інформації та зв'язки між різними елементами системи. Ось приклад інформаційної моделі:

Визначення цілей навчання: перший крок - визначення основних цілей та завдань навчання для операторів дронів. Інформаційні ресурси – веб-сайт, який містить інформацію для навчання операторів дронів (рис 2.5).

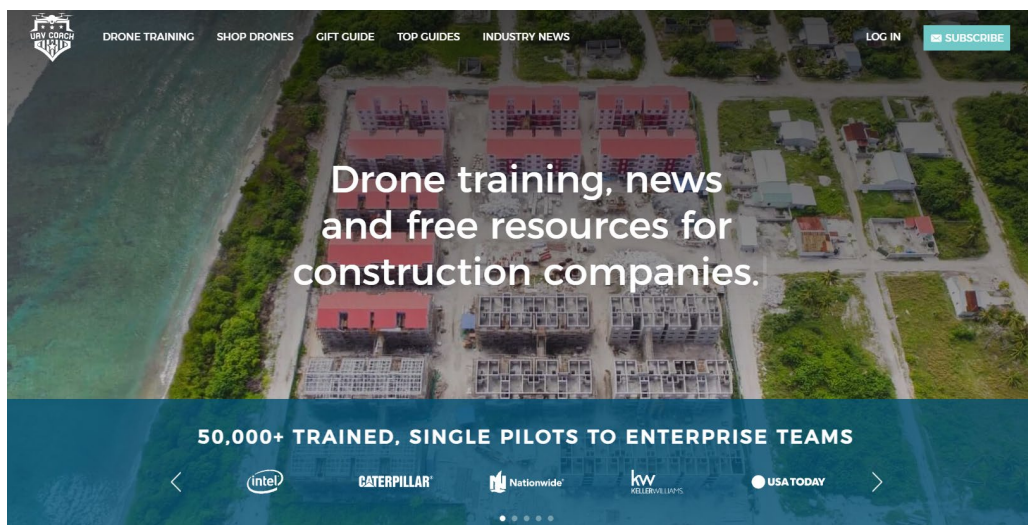


Рисунок 2.5 – Веб-сайт інформації для навчання

Включається онлайн-платформа, де оператори дронів реєструються та отримують доступ до навчальних курсів та інструкцій. Зазначаються розділи або категорії на моєму веб-сайті, де розміщена теоретична інформація про дрони, їх функції, безпеку, правила використання та інші важливі аспекти. Додаються розділи або блоки з практичними завданнями, які допомагають операторам набути практичний досвід управління дронами. Включаються інструменти для тестування та оцінки навичок операторів, де вони можуть пройти тести та отримати результати. Додається можливість звернутися до експертів або отримати підтримку з питань, пов'язаних з управлінням дронами. Зазначається, що я розробляю систему підтримки прийняття рішень для операторів дронів, яка включає аналіз та рекомендації щодо їхньої підготовки та правильного використання дронів. Очікується, що система підтримки прийняття рішень сприятиме підвищенню навичок та безпеки в управлінні дронами. Розказується, як ця модель сприятиме розвитку інформаційної технології навчання операторів дронами та який внесок вона робить в галузь.

Цей веб-сайт потрібен для навчання операторів управління дронами і надання їм доступу до необхідної інформації та ресурсів. Ось декілька ключових причин, чому веб-сайт є важливим компонентом системи навчання операторів дронами:

Надання доступу до навчального матеріалу: веб-сайт містить теоретичну інформацію, практичні завдання, відеоуроки та інші ресурси, які допомагають операторам навчитися функціональності та правилам використання дронів.

Підтримка прийняття рішень: шляхом тестів і тестувань він допомагає визначити, чи готовий оператор до використання дронів у реальних умовах.

Організація навчального процесу: на веб-сайті можуть бути доступні навчальні курси, розділи зі структурованою інформацією та послідовністю тем для ефективного навчання.

Безпека та захист даних: веб-сайт може забезпечувати захист конфіденційної інформації та особистих даних користувачів.

Доступність та зручність: оператори можуть отримувати доступ до навчання у будь-який зручний час із будь-якого пристрою з Інтернет-підключенням.

Постійне оновлення: веб-сайт може легко оновлюватися з новою інформацією, інструкціями та відповідати актуальним стандартам та вимогам.

Отже, цей веб-сайт є інструментом, який сприяє якісному та ефективному навчанню операторів дронами, допомагаючи їм отримати необхідні навички та знання для безпечного та професійного використання дронів.

Після впровадження технології навчання операторів управління дронами та інформаційного веб-сайту можна очікувати наступні результати.

Оператори будуть мати краще розуміння та практичний досвід управління дронами, що підвищить їхні навички та професійний рівень [20]. За рахунок підготовки та оцінки операторів перед використанням дронів можна очікувати зменшення кількості нещасних випадків та аварій. Користувачі веб-сайту матимуть краще розуміння правил та норм, пов'язаних з використанням дронів, що сприятиме безпеці та дотриманню законодавства. Забезпечення моніторингу та оцінки навчання дозволить вчасно виявляти та виправляти проблеми з навчанням операторів. Захист конфіденційної інформації та даних користувачів гарантує захист їхньої приватності. Регулярне оновлення вмісту сайту гарантує, що користувачі завжди матимуть доступ до актуальної інформації та найкращих практик. Оператори будуть краще дотримуватися встановлених норм та стандартів, що сприятиме безпеці та регуляторному відповідності.

У цілому, впровадження цієї технології інформаційного навчання операторів дронами має на меті підвищити безпеку, навички та ефективність їхньої роботи, зменшити ризики та сприяти вирішенню ключових проблем у цій галузі.

Технічні вимоги:

Система має працювати без перебоїв та збоїв, щоб не заважати процесу навчання. Система повинна бути масштабованою, щоб забезпечувати доступ для

багатьох користувачів одночасно. Важливо забезпечити захист конфіденційної інформації та даних користувачів від несанкціонованого доступу [21]. Система повинна бути сумісною з різними веб-браузерами та пристроями (комп'ютери, планшети, смартфони). Мають бути механізми резервного копіювання та відновлення даних для запобігання втратам (рис. 2.6).

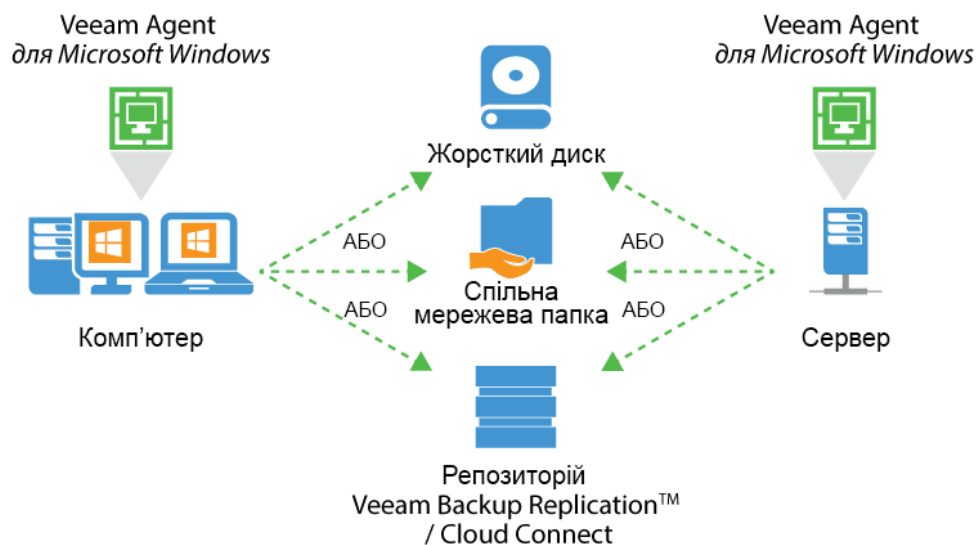


Рисунок 2.6 – Механізм резервного копіювання та відновлення даних

Враховуючи ці вимоги з різних точок зору, можна розробити систему навчання операторів дронами, яка буде зручною для користувачів та надійною з технічної точки зору.

Переваги нової технології навчання операторів дронами:

Інтерактивний навчальний контент та використання симуляторів дронів сприяють активній участі студентів у навчальному процесі. Технології дозволяють студентам навчатися безпосередньо віддалено, що особливо актуально у сучасних умовах, коли доступ до навчальних закладів обмежений. Використання симуляторів дронів дозволяє студентам набути практичних навичок у безпечному віртуальному середовищі, що може зменшити ризики для живих дронів і довкілля. Технології дозволяють створювати навчальні програми, що адаптовані до індивідуальних потреб студентів і рівнів їхньої підготовки.

Ігрові елементи та можливість змагатися з іншими студентами (наприклад, у гонках дронів) можуть підвищити мотивацію до навчання.

Потенційні ризики та проблеми:

Наявність технічних неполадок, збоїв або проблем з доступом до інтернету можуть перешкоджати нормальному процесу навчання. Обробка та зберігання конфіденційних даних студентів та результатів навчання вимагає високого рівня безпеки, щоб запобігти можливим порушенням. Спеціалісти можуть стати занадто залежними від симуляторів дронів і навчального програмного забезпечення, що може вплинути на їхні практичні навички та здатність працювати з реальними дронами. Погано розроблений навчальний контент може призвести до неефективного навчання та втрати інтересу студентів. Впровадження сучасних технологій навчання може бути дорогим завданням, особливо для навчальних закладів з обмеженими фінансовими ресурсами. Використання відео, аудіо та інших матеріалів у навчальних цілях може породжувати питання щодо авторських прав та ліцензій [22].

Загальною метою є максимізація переваг нової технології та мінімізація можливих ризиків, що вимагає ретельного проектування, впровадження та управління системою навчання операторів дронами.

Сучасні методи з використанням ІТ-рішень для навчання операторів управління дронами включають в себе широкий спектр технологій та підходів. Ось деякі з них:

Використання симуляторів дронів: симулятори, такі як DJI Flight Simulator або VelociDrone, надають студентам можливість навчатися управлінню дронами в безпечному віртуальному середовищі. Вони можуть виконувати практичні вправи, відтворюючи різні сценарії та умови.

Мультимедійні матеріали: використання відео, аудіо та інших мультимедійних матеріалів для навчання. Це може включати в себе відеоуроки, анімації, інтерактивні діаграми та інше.

Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR): використання VR- та AR-технологій для створення іммерсивного навчального середовища. Студенти можуть навчатися в умовах, які імітують реальний світ [23].

Машинне навчання та аналіз даних: використання алгоритмів машинного навчання для аналізу та оптимізації процесу навчання. Можливість відстеження прогресу студентів та надання індивідуальних рекомендацій.

Віддалене навчання: використання відеоконференційних та спільних онлайн-платформ для навчання студентів на відстані.

Інтерактивні платформи: використання онлайн-платформ та навчальних систем, які комбінують різні технології для покращення процесу навчання та спілкування студентів.

Ці сучасні методи дозволяють створювати більш доступне, ефективне та захоплююче навчання для майбутніх операторів дронів, допомагаючи їм набути необхідні навички та знання.

2.3 Розробка алгоритму функціонування програмного модуля навчання операторів управління дронами

Розробка алгоритму функціонування програмного модуля навчання операторів управління дронами передбачає кілька ключових етапів і завдань. Ось план, який я хочу використати для цього процесу:

Ознайомлення з основами дронів, включаючи їхню будову, принципи роботи та типи дронів. Вивчення правил, нормативів та регулювань, які стосуються операцій з дронами в конкретному регіоні. Поведінка під час операцій з дронами з метою запобігання аваріям та забезпечення безпеки оточуючих. Вивчення навігації та основ керування дроном, включаючи власне пілотування. Отримання практичних навичок у власному керуванні дроном, включаючи вивчення режимів польоту, маневрів та функціональних можливостей дрона. Читання інформаційних матеріалів, перегляд відео та

аудіоуроків для ознайомлення з теорією та правилами безпілотних літальних апаратів. Використання практичних симуляторів дронів для віртуального пілотування та маневрування в різних сценаріях. Проведення тестів та оцінювання, щоб перевірити зрозуміння та засвоєння теоретичних матеріалів [24]. Надання можливості студентам використовувати реальні дрони для практичного навчання та вдосконалення навичок. Можливість студентів спостерігати та брати участь у реальних операціях з дронами під наглядом інструкторів або експертів (рис 2.7).



Рисунок 2.7 – Запуск дрона зі студентами під наглядом експертів

За допомогою цих цілей я створюю модуль навчання, спрямований на досягнення конкретних результатів та розвиток навичок операторів дронів.

Структура модуля навчання операторів управління дронами повинна бути добре організованою і легко зрозумілою для користувачів. Ось можлива структура модуля: початкова сторінка модуля, де користувач вибирає необхідний розділ. Введення до безпілотних літальних апаратів, їхні основні функції та принципи роботи. Правила та регулювання: інформація про правила та законодавство, які стосуються використання дронів у конкретному регіоні. Безпека при операціях: навчання правил та процедур безпеки під час операцій з

дронами. Навігація та керування: основи навігації та управління дроном, включаючи пілотування та маневрування. Практика та симуляції: використання практичних симуляцій для набуття навичок та практичного досвіду. Тестування та оцінювання: розділ для проведення тестів та оцінювання знань та навичок.

Секція, де студенти можуть виконувати практичні завдання, використовуючи практичні симулятори або реальні дрони. Відділ з питаннями для тестів та завданнями для самоперевірки з метою оцінювання знань та вмінь. Додаткова інформація, включаючи документи, відеоматеріали, посилання на законодавство та регуляції. Профіль користувача, можливість перегляду результатів тестів та завдань, внесення змін до профілю. Контактна інформація для підтримки користувачів, форма зворотного зв'язку та форум для обговорення та вирішення питань.

Ця структура розділена на логічні розділи, які сприяють легкому навігації та засвоєнню матеріалу студентами. Кожен розділ має відповідну інформацію та завдання, які сприяють досягненню цілей навчання.

Визначаються, які методи навчання я використовую, включаючи відеоуроки, інтерактивні завдання, тестування та практичні симулятори. Розробка вмісту для модуля навчання операторів управління дронами включатиме різні типи навчальних ресурсів для оптимального засвоєння матеріалу студентами. Навчальні відеоролики з демонстрацією практичних аспектів управління дронами, правилами та безпекою. Вони можуть включати демонстрацію реальних польотів, інструкції щодо використання різних типів дронів та інше. Пояснювальні статті та навчальні матеріали, що висвітлюють теоретичні аспекти та правила управління дронами. Ці матеріали можуть бути структуровані в конспектах, навчальних посібниках та електронних книгах. Графічні матеріали для кращого розуміння концепцій та процесів. Вони можуть включати схеми управління, роботу дронів, картинки з правилами безпеки тощо. Анімації та симуляції для відображення конкретних сценаріїв та демонстрації операцій з дронами, такі як взліт, посадка, маневрування тощо. Інтерактивні

завдання для перевірки знань та навичок студентів. Вони можуть включати тестування, завдання на вирішення практичних ситуацій та інше. Доступ до практичних симуляторів дронів, де студенти можуть відпрацьовувати навички безпечного польоту та управління дронами. Зв'язок до додаткових джерел та рекомендованої літератури для глибшого вивчення теми.

Важливо, щоб навчальний зміст був логічно впорядкованим та дотримувався послідовності, спочатку представляючи основи, а потім переходячи до більш складних аспектів. Використання різних типів ресурсів дозволить студентам засвоїти матеріал більш ефективно та цікаво.

Інтеграція симуляторів та практичних завдань у навчальний модуль для операторів дронів допоможе студентам отримати практичний досвід у безпечному віртуальному середовищі.

По-перше, вибирається симулятор дронів, який найкраще відповідає потребам навчання. Наприклад, *VelociDrone* або *DRL Simulator*, які орієнтовані на гонки дронів, або *DJI Flight Simulator* для навчання на дронах цього виробника. Забезпечте можливість студентам взаємодіяти з симуляторами безпосередньо через навчальний модуль. Розробіть інтерфейс, який дозволить запускати симулятор, вибирати завдання та спостерігати за польотом. Створіть набір практичних завдань, які студенти будуть виконувати в симуляторі. Ці завдання можуть включати вирішення практичних сценаріїв, навігацію у складних умовах, виконання певних маневрів та інше. Забезпечте можливість моніторити та оцінювати успішність студентів під час практики в симуляторі. Враховуйте такі параметри, як точність, швидкість та безпека польоту. Дайте студентам можливість отримувати негайний фідбек про їхні дії та надавати рекомендації для виправлення помилок, це сприяє активному навчанню. Робимо симулятори та практичні завдання інтерактивними та цікавими. Додаємо елементи гри, досягнення та рейтинги для стимулювання учнів. Важливо збирати дані про виконання студентами завдань у симуляторі. Ці дані можуть використовуватися для подальшої аналітики та оцінки успішності.

Завдяки інтеграції симуляторів та практичних завдань студенти матимуть можливість відпрацьовувати навички у безпечному віртуальному середовищі перед переходом до реальних дронів, що сприятиме підвищенню їхньої підготовки та безпеки польотів.

Визначення інтерактивності та залучення студентів: розробка способу залучення та утримання студентів на протязі навчання, включаючи використання візуальних ефектів, відгуків та винагород.

Тестування та валідація модуля навчання операторів дронів є важливим етапом для переконання, що система працює ефективно та відповідає поставленим цілям та вимогам (рис 2.8).

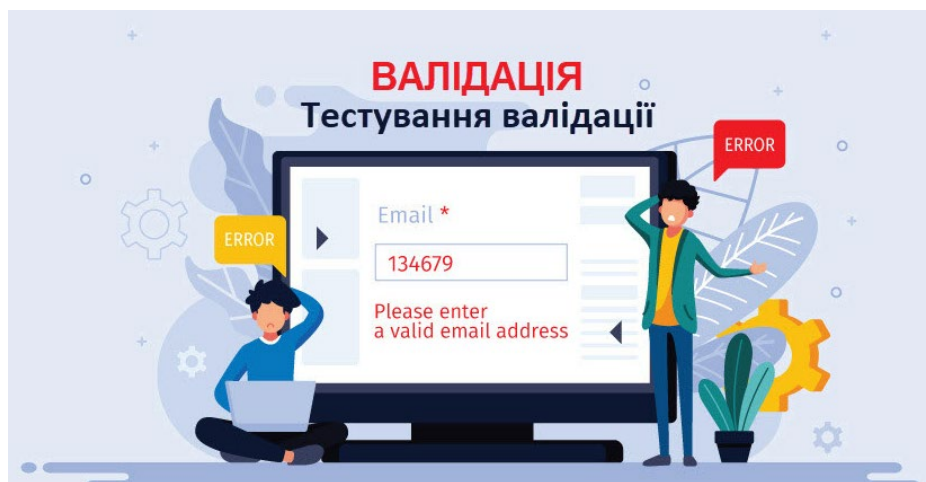


Рисунок 2.8 – Валідація модуля навчання

Ось кілька кроків, які можна вжити для тестування та валідації:

Підготовка тестової аудиторії: визначається група студентів або користувачів, які будуть брати участь у тестуванні. Вони повинні бути репрезентативними для цільової аудиторії модуля. Підготовляються тестові завдання та критерії успіху для тестування.

Проведення тестів: аудиторія виконує завдання та проходить курс навчання через модуль. Збираються дані про їхні дії та результати, включаючи час, витрачений на навчання, успішність та коментарі.

Програмний модуль, що використовується для організації та проведення тестів та опитувань у процесі навчання, містить трьох основних учасників-користувачів системи. На рисунку 2.9 показана попередня схема, що описує функції та дії учасників системи.



Рисунок 2.9 – Діаграма прецедентів системи

Відповідно до плану користувачі поділяються на три типи: студенти, викладачі та адміністратори. Вчителі створюють тести та опитування, студенти також повинні скласти іспити, адміністратори реєструють викладачів та учнів у системі та можуть видалити застарілу інформацію. Усі три типи користувачів можуть переглядати результати тестування та опитування.

Аналіз результатів: оцінка наскільки ефективно працює модуль на основі результатів тестування. Переконаємось, що студенти досягають цілей навчання. Враховуються коментарі тестової аудиторії щодо інтерфейсу, вмісту та загального досвіду навчання.

Внесення змін: на основі результатів тестування вносяться необхідні зміни та вдосконалення до модуля навчання. Враховується фідбек тестової аудиторії щодо покращень.

Повторне тестування: проводиться повторне тестування із вдосконаленою версією модуля, щоб переконатися, що зміни сприяли покращенню.

Валідація: забезпечується, що модуль відповідає вимогам та цілям, визначеним на початку розробки. Переконуємось, що модуль ефективно навчає операторів дронів та допомагає досягати поставлених цілей. Тестування та валідація допоможуть переконатися, що модуль навчання операторів дронів відповідає вимогам та ефективно досягає своїх цілей.

Виправлення помилок і оптимізація модуля навчання операторів дронів є важливим кроком для забезпечення його ефективності та якості. Ось кілька кроків, які можна вжити для цього:

Переглянути результати тестування та збережені коментарі від користувачів, щоб ідентифікувати помилки та недоліки. Вивчаються журнали помилок, якщо такі ведуться, для отримання додаткової інформації. Визначається, які помилки мають найбільший вплив на якість навчання та користувачів і вирішуємо їх. Віддається перевага виправленню помилок, які стосуються критичних функцій або безпеки. Розроблюється план виправлення помилок і вносяться відповідні зміни у програмний код. Переконуємось, що кожна виправлена помилка піддається перевірці перед релізом нової версії модуля. Аналізується робота модуля та визначаються можливості для оптимізації продуктивності. Враховується оптимізація завдань, що вимагають багато ресурсів, таких як відео або анімація. Розглядаються можливості для додавання нових функцій, які поліпшать якість навчання та користувацький досвід. Оновлюється зміст та матеріали, щоб відповідати сучасним технологіям та вимогам. Перед випуском нової версії модуля після виправлень та оптимізацій, проводиться тестування, щоб переконатися, що помилки виправлені, а оптимізації працюють на практиці. Ведеться журнал помилок та фідбеку від користувачів та використовується ця інформація для подальших вдосконалень. Зберігається система моніторингу продуктивності та здатності користувачів для постійного вдосконалення модуля. Виправлення помилок та

оптимізація модуля дозволяють забезпечити його високу якість та ефективність під час навчання операторів дронів.

Процес впровадження модуля навчання операторів дронів та забезпечення підтримки для користувачів є критичним для успішності цієї технології. Нижче наведено кроки та рекомендації щодо цих процесів

Оцінка готовності до впровадження: переконуємось, що модуль навчання проходить необхідне тестування та перевірку, включаючи виправлення помилок і оптимізацію. Проводимо остаточний аудит контенту, включаючи відео, тексти, завдання та інші матеріали.

Підготовка документації для користувачів, що містить інструкції з реєстрації, користування модулем та отримання підтримки. Включаються часті запитання та відповіді (FAQ) для користувачів [25].

Забезпечується наявність системи зворотного зв'язку, через яку користувачі можуть звертатися з питаннями та проблемами. Визначається команда підтримки, яка буде відповідати на запити користувачів та вирішувати їхні питання.

Гарантується навчання членів команди підтримки щодо використання та функціональності модуля. Надаємо їм доступ до документації та ресурсів, які допоможуть вирішувати запити користувачів.

Впровадження модуля навчання операторів дронів та забезпечення підтримки вимагає планування, тестування та уважного відслідковування реакції користувачів. Тільки так можна досягти успішного впровадження та надати користувачам ефективний інструмент для навчання та підтримки.

Оцінка ефективності модуля навчання операторів дронів є важливим кроком для визначення його успішності та ефективності. Для цього можна використовувати різні методи та інструменти. Ось кілька способів оцінки ефективності:

Аналітика використання: використовуються інструменти веб-аналітики для відстеження активності користувачів на платформі навчання. Аналізуються

дані щодо кількості відвідувачів, часу, який вони проводять на сайті, та конверсії (наприклад, завершення курсу). Порівнюємо ці дані зі стартовими показниками, щоб визначити динаміку (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Веб-аналітика відстеження

Завдання та тести: включаються в модуль завдання та тести, які дозволяють оцінити рівень знань та навичок студентів. Аналізуються результати тестів, перевіряючи, наскільки успішні студенти в їх виконанні.

Оцінка ефективності практичних навичок: якщо модуль включає практичні завдання з використанням дронів, аналізуємо рівень вмінь та навичок студентів у реальних ситуаціях.

Оцінка ефективності повинна бути системною і регулярною, дозволяючи вчасно виявляти проблеми та покращення у модулі навчання.

Забезпечення безпеки та конфіденційності є критичним аспектом розробки модуля навчання операторів дронів. Для забезпечення безпеки та конфіденційності, я хочу вжити наступні заходи:

Використовуємо надійну систему аутентифікації, таку як двофакторна аутентифікація (2FA) [25], для впізнавання користувачів (рис 2.11).



Рисунок 2.11 – Загальний вигляд двофакторної аутентифікації (2FA)

Застосовуємо систему авторизації, щоб керувати доступом користувачів до різних розділів і функцій модуля. Захищаємо дані, передані між сервером та клієнтом, за допомогою протоколів шифрування, таких як SSL / TLS (рис. 2.12).

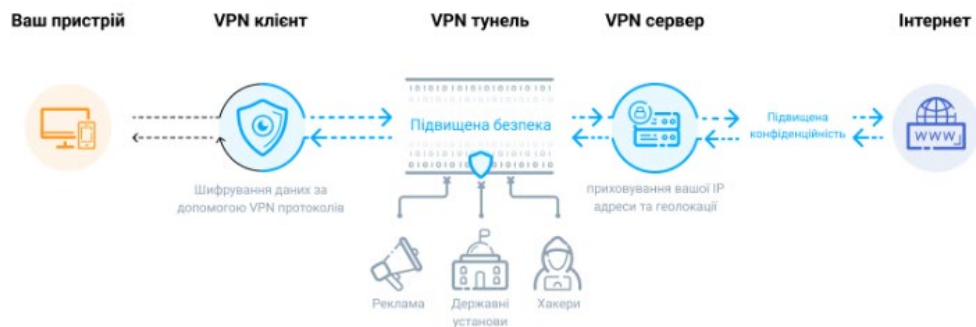


Рисунок 2.12 – Загальний вигляд TLS протоколу

Застосовуємо шифрування для збереження конфіденційної інформації на сервері. Постійно оновлюємо програмне забезпечення модуля, включаючи всі залежності, щоб усунути виявлені уразливості. Регулярно резервуємо дані користувачів та систему, щоб уникнути втрати даних в разі аварії або атаки. Надаємо користувачам інструкції та рекомендації щодо безпеки та конфіденційності. Забезпечення безпеки та конфіденційності є постійним процесом, і важливо регулярно оновлювати заходи безпеки, враховуючи змінну природу загроз і вимог користувачів.

Оновлення та розвиток модуля навчання операторів управління дронами є важливим процесом, оскільки технології та вимоги користувачів постійно

змінюються. Ось деякі можливості для майбутнього розвитку та оновлень модуля:

Враховуючи розвиток симуляційних систем, оновлення модуля може включати інтеграцію з новими симуляторами дронів для навчання операторів в різних сценаріях. Розробка мобільних додатків або адаптація модуля для доступу через мобільні пристрої, щоб забезпечити зручний доступ для користувачів. Розробка модуля, який використовує технологію віртуальної реальності для практичного навчання операторів у реалістичних сценаріях безпеки. Встановлення партнерств з іншими навчальними організаціями, виробниками дронів та розробниками симуляційних систем для обміну найкращими практиками та ресурсами.

Майбутні оновлення модуля мають спрямовуватися на покращення навчання та підтримку операторів дронів, дозволяючи їм набувати необхідні навички та знання в найбільш ефективний спосіб.

2.4 Висновки до розділу 2

У даному дослідженні розглянуто інформаційну систему навчання операторів управління дронами та розроблено комплексний підхід до її створення та вдосконалення. Зокрема, вивчено сучасні методи та технології навчання, а також проведено аналіз вимог до системи з точки зору викладачів і студентів.

Розглянута актуальність використання дронів у різних галузях та потреба у висококваліфікованих операторах дронів. Також були розглянуті проблеми, пов'язані з навчанням операторів та визначено основні цілі дослідження.

Проведено детальний аналіз та розробку основних компонентів інформаційної системи навчання операторів дронів. Розглянуто процес розробки системи підтримки прийняття рішень, створено інформаційну модель системи та розроблено алгоритм функціонування програмного модуля навчання. Описано

також інтерфейс користувача, інтеграцію симуляторів, алгоритм оцінювання та інші важливі аспекти реалізації системи навчання.

Детально розглянуто питання впровадження та підтримки інформаційної системи. Надані вказівки щодо тестування, виправлення помилок, оновлень і розвитку системи. Також надано рекомендації щодо забезпечення безпеки та конфіденційності даних користувачів.

Надано загальний висновок та підкреслено важливість інформаційної системи навчання операторів дронів для сучасного суспільства та індустрії. Висвітлено переваги та можливі ризики впровадження нової технології, а також розглянуто сучасні та традиційні методи навчання операторів дронів.

Можна сказати, що інформаційна система навчання операторів дронів є актуальним та перспективним напрямком розвитку, який може значно полегшити процес навчання та підвищити якість підготовки операторів. Важливо продовжувати дослідження та розвиток цієї технології для досягнення найкращих результатів у цій галузі.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНАМИ

3.1 Обґрунтування вибору мови програмування

Перед тим як розпочати розробку інформаційної технології для навчання операторів управління дронами, необхідно визначити мову програмування, на якій ця технологія буде реалізована.

Я обрав мову Python, оскільки ця мова має безліч переваг для реалізації інформаційної технології навчання операторів управління дронами (рис. 3.1).

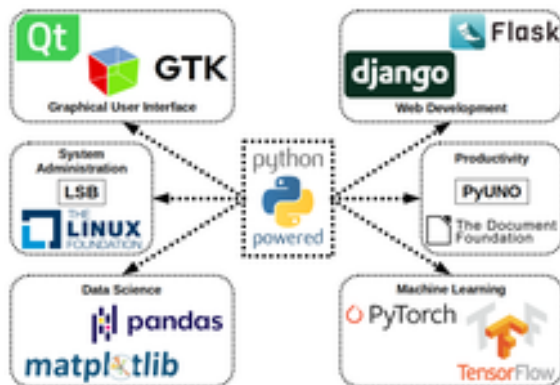


Рисунок 3.1 – Мова програмування Python

Перш за все, Python є однією з найпопулярніших мов програмування у світі, і він має широкую спільноту розробників. Це означає, що ви зможете легко знайти відповіді на свої запитання, отримувати підтримку від інших програмістів і навіть використовувати готові бібліотеки та рішення для реалізації різних функцій вашої інформаційної технології.

Python також відомий своєю простотою та зрозумілістю синтаксису, що робить його відмінним вибором для розробки інтерактивного інтерфейсу та іншої фронтенд-функціональності вашої програми. Багато фреймворків для створення веб-додатків також підтримують Python, що спростить інтеграцію вашої інформаційної системи з іншими веб-технологіями.

У додаток до цього, Python має розширений набір бібліотек для обробки даних, машинного навчання та штучного інтелекту. Це може бути корисно для аналізу результатів тестів, створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень і реалізації інших складних функцій.

Python - це високорівнева мова програмування загального призначення, яка відома своєю простотою та легкістю вивчення.

Python має чистий та читабельний синтаксис, який нагадує англійську мову. Це робить його ідеальним вибором для початківців у програмуванні, а також для розробки складних проектів. Він має активну та велику спільноту розробників, що означає, що ви можете легко знайти відповіді на ваші питання, ресурси та бібліотеки, які вам знадобляться. Підтримується на багатьох операційних системах, включаючи Windows, macOS та різні дистрибутиви Linux. Має широкий спектр бібліотек та модулів для різних задач, що значно спрощує розробку програм. Наприклад, для роботи з даними ви можете використовувати бібліотеку Pandas, для машинного навчання - Scikit-Learn, для роботи з веб-сайтами - Flask або Django, і так далі. Підтримує об'єктно-орієнтований підхід до програмування, що сприяє структуруванню коду та полегшує роботу з об'єктами та класами. Ця мова програмування дозволяє легко використовувати модулі, написані на C, C++ або інших мовах програмування, що розширює можливості мови. Існує безліч книг, онлайн-курсів, відеоуроків та документації для навчання та підтримки розробників Python.

Python також активно використовується в галузі штучного інтелекту, наукових досліджень, веб-розробки, обробки даних, автоматизації та багатьох інших галузях.

Переваги Python:

Python відомий своєю легкістю вивчення завдяки читабельному синтаксису та простим правилам. Це дозволяє новачкам швидко освоювати основи програмування. Має велику та активну спільноту розробників, що означає, що ви можете легко знайти відповіді на питання, підтримку та різні

корисні ресурси. Підтримується на багатьох операційних системах, що робить його універсальним для розробки на різних платформах. Має розширену бібліотеку та модульний підхід, що дозволяє розробникам використовувати готові рішення для різних завдань. Підтримує об'єктно-орієнтований стиль програмування, що полегшує структурування та підтримку великих проєктів. Дозволяє використовувати модулі, написані на інших мовах програмування, що спрощує інтеграцію з іншими системами.

Недоліки Python:

Python не є найшвидшою мовою програмування через інтерпретований характер виконання коду. Деякі завдання можуть бути повільними у порівнянні з іншими мовами. Може вимагати більше пам'яті для обробки деяких завдань, що робить його менш ефективним для деяких великих додатків. Використовує глобальний інтерпретатор (Global Interpreter Lock або GIL), що може обмежувати можливість використання багатопроцесовості у деяких сценаріях.

Міграція між версіями Python (наприклад, з Python 2 на Python 3) може бути складною та часомісткою.

Python може бути менш ефективним для завдань, де важлива максимальна продуктивність та швидкодія, наприклад, в ігровій розробці або обробці великих обсягів даних.

3.2 Програмна реалізація клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами

Структурна схема архітектури – це важливий інструмент в інформатиці та інженерії програмного забезпечення, який використовується для візуального представлення компонентів системи, їх зв'язків і організації системи в цілому. Структурна схема архітектури надає високорівневий погляд на систему та допомагає розібрати систему на складові частини. Вона описує, які компоненти присутні в системі, як вони співпрацюють, і як дані або керування

переміщуються між цими компонентами. Структурна схема архітектури не вдаватиметься в деталі реалізації кожного компонента, але надає загальне уявлення про логічну структуру системи.

Структурна схема архітектури демонструє важливі модулі та їх взаємодію в інформаційній системі навчання операторів управління дронами (рис 3.2).

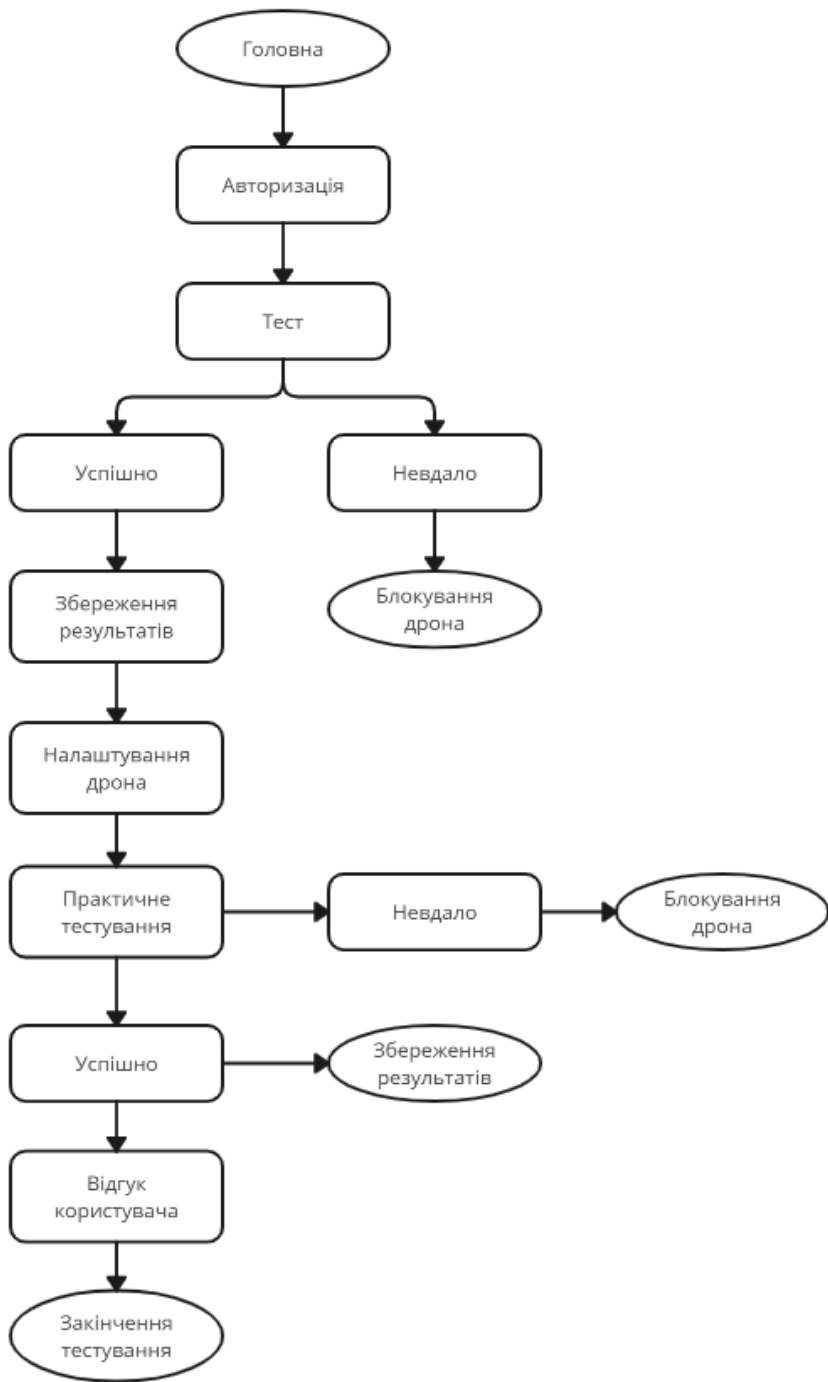


Рисунок 3.2 – Структурна схема архітектури в інформаційній системі навчання управління дронами

1. Розробка програмного забезпечення:

Розробка основного програмного модуля, який буде встановлено на дронах та відповідатиме за контроль доступу та навчання користувачів.

Забезпечення можливості виводу інструкцій та тестів для користувачів через інтерфейс програми.

```
import random

# Клас для представлення користувача
class User:

    def __init__(self, username, password):
        self.username = username
        self.password = password
        self.logged_in = False

    def login(self):
        # Перевірка логіну та пароля користувача
        entered_password = input("Введіть пароль: ")
        if entered_password == self.password:
            self.logged_in = True
            print("Логін успішний.")
        else:
            print("Невірний пароль.")

    def logout(self):
        self.logged_in = False
        print("Вихід виконаний.")

# Клас для представлення дрона
class Drone:

    def __init__(self, drone_id):
        self.drone_id = drone_id
        self.is_locked = False

    def lock(self):
```



```
        self.is_locked = True
    def unlock(self):
        self.is_locked = False
# Клас для основного програмного модуля
class MainModule:
    def __init__(self):
        self.users = [] # Список користувачів
        self.drones = [] # Список дронів
    def add_user(self, username, password):
        user = User(username, password)
        self.users.append(user)
    def add_drone(self, drone_id):
        drone = Drone(drone_id)
        self.drones.append(drone)
    def display_instructions(self):
        # Реалізуйте вивід інструкцій для користувачів
        pass
    def display_tests(self):
        # Реалізуйте вивід тестів для користувачів
        pass
    def start(self):
        while True:
            print("\n1. Логін")
            print("2. Вихід")
            choice = input("Оберіть дію: ")
            if choice == "1":
                username = input("Введіть ім'я користувача: ")
                user = next((u for u in self.users if u.username == username), None)
                if user:
```

```

        user.login()
    else:
        print("Користувача не знайдено.")
    elif choice == "2":
        break
    else:
        print("Невірний вибір.")
if __name__ == "__main__":
    main_module = MainModule()
    main_module.add_user("user1", "password1")
    main_module.add_user("user2", "password2")
    main_module.add_drone("drone1")
    main_module.add_drone("drone2")
    main_module.start()

```

2. Створення інструкцій:

Розробка інструкцій, які користувач повинен успішно пройти перед отриманням доступу до дрона.

Інструкції повинні охоплювати основи безпеки, правила користування дронами, а також інші важливі аспекти.

```

# Функція для створення інструкцій
def create_instructions(username):
    instructions = []
    instructions.append("Інструкції для користувача " + username + ":")
    instructions.append("1. Перевірте дрон перед польотом.")
    instructions.append("2. Забезпечте належний заряд акумулятору.")
    instructions.append("3. Вивчіть основи керування дроном.")
    instructions.append("4. Пам'ятайте про правила безпеки.")
    instructions.append("5. Використовуйте дрон у відповідності до
законів.")

```

```

    return instructions

# Функція для збереження інструкцій у файлі
def save_instructions(username, instructions):
    filename = username + "_instructions.txt"
    with open(filename, "w") as file:
        for instruction in instructions:
            file.write(instruction + "\n")
if __name__ == "__main__":
    username = input("Введіть ваше ім'я: ")
    instructions = create_instructions(username)
    save_instructions(username, instructions)
    print("Інструкції були створені і збережені в файлі " + username +
    "_instructions.txt.")

```

3. Розробка тестувального модуля:

Створення тестів та квізів для перевірки знань користувачів.

Тести можуть включати питання з теорії, практичні завдання, а також симуляції для перевірки практичних навичок.

```

class Quiz:
    def __init__(self):
        self.questions = []
    def add_question(self, question, correct_answer):
        self.questions.append({"question": question, "correct_answer":
correct_answer})

    def run_quiz(self):
        score = 0
        total_questions = len(self.questions)
        for index, question_data in enumerate(self.questions, start=1):
            print(f"Питання {index}: {question_data['question']}")

```

```

user_answer = input("Введіть вашу відповідь: ")
if user_answer.lower() == question_data['correct_answer'].lower():
    score += 1
    print("Правильно!\n")
else:
    print(f"Неправильно.          Правильна          відповідь:
{question_data['correct_answer']}\n")
    print(f"Ви відповіли правильно на {score} з {total_questions} питань.")
    percentage = (score / total_questions) * 100
    print(f"Ваша відсоткова оцінка: {percentage}%")
if __name__ == "__main__":
    quiz = Quiz()
    # Додайте питання та правильні відповіді
    quiz.add_question("Яка столиця України?", "Київ")
    quiz.add_question("Скільки боків у квадрата?", "4")
    quiz.add_question("Скільки днів у тижні?", "7")
    # Запустіть квіз
    quiz.run_quiz()

```

4. Механізм блокування:

Реалізація механізму блокування дрону, якщо користувач не успішно пройшов інструкції та тести.

Це може включати блокування доступу до дрона або обмеження його функціональності до успішного завершення навчання.

```

class DroneControlSystem:
    def __init__(self):
        self.is_locked = False # Початково дрон не заблокований

    def lock_drone(self):
        self.is_locked = True

```

```
print("Дрон заблоковано.")

def unlock_drone(self):
    self.is_locked = False
    print("Дрон розблоковано.")

def is_drone_locked(self):
    return self.is_locked

if __name__ == "__main__":
    control_system = DroneControlSystem()

    # Перевірка, чи заблокований дрон
    if control_system.is_drone_locked():
        print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
    else:
        print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")

    # Блокування дрону
    control_system.lock_drone()

    # Перевірка статусу заблокованого дрону
    if control_system.is_drone_locked():
        print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
    else:
        print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")

    # Розблокування дрону
    control_system.unlock_drone()
```

```
# Перевірка статусу розблокованого дрону
if control_system.is_drone_locked():
    print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
else:
    print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")
```

5. Збереження результатів:

Забезпечення можливості зберігання результатів тестів та інструкцій для подальшого відстеження прогресу користувачів та можливості повторного проходження.

```
import json

class UserProgress:
    def __init__(self):
        self.progress_data = {} # Словник для зберігання прогресу
        користувачів

    def save_progress(self, user_id, progress):
        self.progress_data[user_id] = progress

    def get_progress(self, user_id):
        return self.progress_data.get(user_id, None)

    def save_to_file(self, filename):
        with open(filename, 'w') as file:
            json.dump(self.progress_data, file)

    def load_from_file(self, filename):
        try:
```

```
        with open(filename, 'r') as file:
            self.progress_data = json.load(file)
    except FileNotFoundError:
        self.progress_data = {}

if __name__ == "__main__":
    progress_tracker = UserProgress()

    # Зберігання результатів прогресу користувачів
    progress_tracker.save_progress("user1", {"lesson1": 90, "lesson2": 80})
    progress_tracker.save_progress("user2", {"lesson1": 70, "lesson2": 95})

    # Зчитування результатів прогресу користувачів
    user1_progress = progress_tracker.get_progress("user1")
    user2_progress = progress_tracker.get_progress("user2")

    if user1_progress:
        print("Прогрес користувача 1:", user1_progress)
    else:
        print("Прогрес користувача 1 не знайдено.")

    if user2_progress:
        print("Прогрес користувача 2:", user2_progress)
    else:
        print("Прогрес користувача 2 не знайдено.")

    # Збереження результатів до файлу
    progress_tracker.save_to_file("user_progress.json")
```

```
# Зчитування результатів з файлу
progress_tracker.load_from_file("user_progress.json")

# Перевірка результатів з файлу
user1_progress = progress_tracker.get_progress("user1")
user2_progress = progress_tracker.get_progress("user2")

if user1_progress:
    print("Прогрес користувача 1 (з файлу):", user1_progress)
else:
    print("Прогрес користувача 1 (з файлу) не знайдено.")

if user2_progress:
    print("Прогрес користувача 2 (з файлу):", user2_progress)
else:
    print("Прогрес користувача 2 (з файлу) не знайдено.")
```

6. Система адміністрування:

Розробка інтерфейсу для адміністраторів системи, який дозволить налаштовувати інструкції, тести, а також відстежувати стан користувачів. Для розробки інтерфейсу адміністраторів системи я використав веб-додаток, що базується на мові програмування Python та веб-фреймворку, наприклад, Django. Ось приклад того, як можна реалізувати базовий функціонал інтерфейсу адміністратора за допомогою Django:

Встановлюю Django і створюю новий проект та додаток:

```
bash
```

```
Copy code
```

```
pip install django
```

```
django-admin startproject drone_management
```

```
cd drone_management
```



```
python manage.py startapp admin_panel
```

Визначаю моделі для інструкцій та тестів у файлі models.py мого додатка admin_panel. Наприклад:

```
python
```

```
Copy code
```

```
from django.db import models
```

```
class Instruction(models.Model):
```

```
    title = models.CharField(max_length=200)
```

```
    content = models.TextField()
```

```
class Test(models.Model):
```

```
    title = models.CharField(max_length=200)
```

```
    questions = models.ManyToManyField('Question')
```

```
class Question(models.Model):
```

```
    text = models.CharField(max_length=500)
```

```
    choices = models.ManyToManyField('Choice')
```

```
class Choice(models.Model):
```

```
    text = models.CharField(max_length=200)
```

```
    is_correct = models.BooleanField(default=False)
```

Створюю та застосовую міграції для бази даних:

```
bash
```

```
Copy code
```

```
python manage.py makemigrations
```

```
python manage.py migrate
```

Створюю адміністративний інтерфейс для моделей, додавши їх до файлу `admin.py` вашого додатка:

```
python
```

Copy code

```
from django.contrib import admin
from .models import Instruction, Test, Question, Choice
```

```
admin.site.register(Instruction)
```

```
admin.site.register(Test)
```

```
admin.site.register(Question)
```

```
admin.site.register(Choice)
```

Створюю суперкористувача Django:

```
bash
```

Copy code

```
python manage.py createsuperuser
```

Запускаю розроблений веб-додаток:

```
bash
```

Copy code

```
python manage.py runserver
```

Після цих кроків я зможу увійти до адміністративного інтерфейсу Django (<http://127.0.0.1:8000/admin/>) за допомогою створеного суперкористувача і налаштувати інструкції та тести для користувачів системи.

7. Технічна підтримка:

Реалізація можливості звертання користувачів до технічної підтримки в разі виникнення питань або проблем з проходженням інструкцій і тестів.

Створюється сторінка або вікно в програмі, де користувачі можуть залишити свої запити, питання або проблеми. Можна використовувати HTML-форму для збору інформації від користувачів.

8. Інформування користувачів:

Повідомлення користувачів про обов'язковість проходження інструкцій та тестування для отримання доступу до дронів.

Розміщується важливе повідомлення або банер на стартовій сторінці програми, де пояснюється користувачам обов'язковість проходження навчання перед використанням дрона.

9. Підвищення безпеки та зменшення ризику:

За допомогою цієї системи можна зменшити ризик несанкціонованого використання дронів та забезпечити, що оператори розуміють важливі аспекти безпеки та правила користування дронами.

Розробка докладних освітніх матеріалів, які охоплюють всі аспекти безпеки та правила користування дронами.

Для тих користувачів, які не успішно пройшли навчання або не відповідають певним вимогам безпеки буде блокування доступу до дрона.

3.3 Тестування клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами

Тестування клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами є важливим етапом у розробці системи. Цей процес має на меті переконатися в тому, що клієнтська частина програми працює належним чином і відповідає всім вимогам та очікуванням користувачів. Для цього використовуються різні види тестів, включаючи:

Функціональні тести: вони перевіряють, чи працюють окремі функції програми правильно. Наприклад, чи можна користувачу успішно зареєструватися (рис. 3.3).

Вхід **Реєстрація**

Ім'я та прізвище

Е-пошта

Пароль

Зареєструватись

Підтверджуючи реєстрацію, я приймаю умови користувацької угоди

Рисунок 3.3 – Вікно реєстрації користувача

При правильному написанні всіх даних реєстрація буде успішно завершена, з'явиться вікно і ми натиснемо “Закрити”.

Далі ми перевіряємо вхід у систему (рис 3.4).

Вхід Реєстрація

Е-пошта

Пароль

Увійти [Забули пароль?](#)

Рисунок 3.4 – Вікно входу до системи

Надалі для входу в особистий кабінет необхідно обрати (натиснути) на кнопку «Вхід», де ввести адресу електронної пошти та пароль користувача.

Після проходження автентифікації, стає доступна панель користувача. В залежності від повноважень, користувач бачить доступний йому функціонал системи зліва у меню. Меню містить наступні пункти: «Головна», «Тестування», «Налаштування» та «Вийти», що зображені на рисунку 3.5.

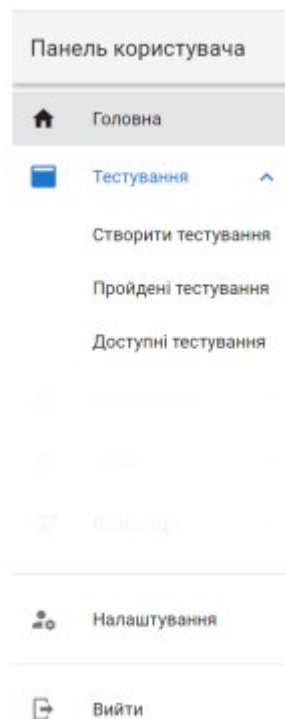


Рисунок 3.5 – Головне меню в панелі користувача

Для створення тестування, перегляду пройдених тестувань або задля проходження тестування, треба натиснути на пункт «Тестування» та обрати необхідний підпункт. На сторінці «пройдені тестування» відображається інформація щодо коли було пройдено, титул тестування та кількість отриманих балів. На сторінці «доступні тестування» розташована інформація щодо ким було створено тестування, область видимості, титул, опис, обмеження за часом, кількість пройдених разів тестування користувачами системи. Проходження або

видалення тестування відбувається по натисненню на кнопку «Дії» та обранням бажаного підпункту.

Наступним кроком буде перегляд та виконання тестів (рис. 3.6).

Запитання 1

Яка максимальна висота польоту для дронів у цивільних цілях без спеціального дозволу в Україні?

варіанти відповідей

a) 100 метрів

b) 120 метрів

c) 150 метрів

Рисунок 3.6 – Форма тестування

Далі ми перевіряємо, якщо користувач пройшов тест, то його чекає напис на екрані (рис. 3.7).

Test

Тест успішно пройдено!

Рисунок 3.7 – Вікно успішного проходження тестування

Ми бачимо, що користувач пройшов вдало тестування, тому програма запише його вдалий результат у базу даних.

Але з іншого боку, якщо користувач не пройшов тестування, то його чекає такий напис на екрані (рис. 3.8).

Test

Дрон заблоковано для подальшого використання

Рисунок 3.8 – Вікно невдалої спроби проходження тестування

Після того як я перевірю, що все працює, я перевіряю коли програма веде себе в разі відмови або аварії та як відновлює роботу (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Вікно програми після збою

Після цього потрібно перезапустити програмний модуль та виконувати все по вимогам.

Тестування клієнтської частини допомагає виявити та виправити помилки, забезпечує високу якість програмного продукту та надійність в роботі з користувачами. Після успішного проходження тестів, програму можна вважати готовою до впровадження та використання користувачами для навчання операторів управління дронами.

3.4 Висновок до розділу 3

У даному розділі ми розглянули програмну реалізацію інформаційної технології навчання операторів управління дронами. Важливим етапом в розробці цієї технології було обґрунтування вибору мови програмування, і вибір Python був зроблений через його переваги, такі як читабельний синтаксис,

активна спільнота розробників та розширені можливості для роботи з різними бібліотеками та модулями.

Ми також детально розглянули реалізацію клієнтської частини програмного модуля навчання операторів управління дронами. Ця частина включає в себе створення інструкцій, тестів та інтерфейсу користувача для навчання та оцінювання знань користувачів. Велика увага була приділена безпеці та можливості блокування доступу до дрону у випадку невідповідного рівня підготовки оператора.

Також була розроблена система збереження результатів тестів та інструкцій, система адміністрування для налаштування та контролю навчального процесу, а також можливість технічної підтримки користувачів.

Важливим аспектом цієї програмної реалізації є підвищення безпеки та зменшення ризику несанкціонованого використання дронів, що може бути досягнуто завдяки контролю навчального процесу та обов'язковому проходженню навчання перед отриманням доступу до дронів.

Усі ці кроки і програмна реалізація створюють систему, яка сприяє навчанню та підготовці операторів управління дронами, забезпечуючи високий рівень знань та безпеки при їхній роботі.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту інформаційної технології навчання операторів управління дронами

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності, тобто під час виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

Для проведення комерційного та технологічного аудиту залучаємо 3-х незалежних експертів, якими є провідні викладачі випускової або спорідненої кафедри.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу здійснюємо із застосуванням п'ятибальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, а результати зводимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу засобу поляриметричного аналізу оптично активних рідни

Критерії	Експерти		
	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
	Бали, виставлені експертами		
Технічна здійсненність концепції	3	3	2
Ринкові переваги (наявність аналогів)	2	3	2
Ринкові переваги (ціна продукту)	3	3	2
Ринкові переваги (технічні властивості)	2	2	3
Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	3	3	3
Ринкові перспективи (розмір ринку)	2	3	3

Продовження табл. 4.1

Ринкові перспективи (конкуренція)	3	3	2
Практична здійсненність (наявність фахівців)	2	2	2
Практична здійсненність (наявність фінансів)	2	3	3
Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	3	3	3
Практична здійсненність (термін реалізації)	3	2	3
Практична здійсненність (розробка документів)	2	2	3
Сума балів	33	32	31
Середньоарифметична сума балів, СБ	32		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 4.1 робимо висновок про те, що науково-технічний рівень та комерційний потенціал інформаційної технології навчання операторів управління дронами – середній.

1. Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи

Витрати на оплату праці. Належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці, також будь-які види грошових і матеріальних доплат, які належать до елемента «Витрати на оплату праці».

Основна заробітна плата дослідників. Витрати на основну заробітну плату дослідників (З_о) розраховують відповідно до посадових окладів працівників, за формулою:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (1.1)$$

де k – кількість посад дослідників, залучених до процесу дослідження; M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн.; T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p = (21 \dots 23)$ дні; t_i – число робочих днів роботи розробника (дослідника).

Зроблені розрахунки зводимо до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Витрати на заробітну плату дослідників

Посада	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник	20000	952	20	19040
Розробник	15000	714	22	15708
Всього:				34748

Основна заробітна плата робітників. Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (1.2)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год; t_i – час роботи робітника на виконання певної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C і можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_C}{T_p \cdot t_{3M}}, \quad (1.3)$$

де M_m – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи або мінімальної місячної заробітної плати (залежно від діючого законодавства), у 2023 році $M_m=6700$ грн; K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду; K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати; T_p – середня кількість робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21 \dots 23$ дні; $t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Таблиця 4.3 – Витрати на заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудовісткість, н-год.	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка	Тариф. коеф.	Величина, грн.
Збірка дронів	40	3	44,9	1,18	1796
Тестування дронів	30	2	41,5	1,09	1245
Завантаження даних	25	1	38,1	1,0	953
Всього					3994

Додаткова заробітна плата. Додаткова заробітна плата Z_d всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховується як $(10 \dots 12)\%$ від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників, тобто:

$$Z_d = 0,1 \cdot (Z_o + Z_p) = 0,1 \cdot (34748 + 3994) = 3874 \text{ грн}, \quad (1.4)$$

Відрахування на соціальні заходи. Нарахування на заробітну плату $N_{зп}$ розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$\begin{aligned}
 H_{\text{ЗП}} &= \beta \cdot (З_0 + З_p + З_д) = \\
 &= 0,22 \cdot (34748 + 3994 + 3874) = 9376 \text{ грн},
 \end{aligned}
 \tag{1.5}$$

де $З_0$ – основна заробітна плата розробників, грн.; $З_p$ – основна заробітна плата робітників, грн.; $З_д$ – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.; β – ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування, % (приймаємо для 1-го класу професійності ризику 22%).

Розрахунок витрат на матеріали. Витрати на матеріали M , що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot Ц_i \cdot K_i,
 \tag{1.6}$$

де H_i – кількість матеріалів i -го виду, шт.; $Ц_i$ – ціна матеріалів i -го виду, грн.; K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1,1 \dots 1,15)$; n – кількість видів матеріалів.

Таблиця 4.4 – Матеріали, що використані на розробку

Найменування матеріалів	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витрачених матеріалів, грн.
Збірка дронів	40	3	120
Тестування дронів	30	2	60
Завантаження даних	25	1	25
Всього, з врахуванням коефіцієнта транспортних витрат			226

Програмне забезпечення. До балансової вартості програмного забезпечення входять витрати на його інсталяцію, тому ці витрати беруться додатково в розмірі 10...12% від вартості програмного забезпечення. Балансову вартість програмного забезпечення розраховують за формулою:

$$B_{\text{прг}} = \sum_1^k C_{\text{іпрг}} \cdot C_{\text{прг.і}} \cdot K_i, \quad (1.7)$$

де $C_{\text{іпрг}}$ – ціна придбання програмного забезпечення i -го виду, грн.; $C_{\text{прг.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного виду, шт.; K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного забезпечення, $K_i = (1, 1 \dots 1, 12)$; k – кількість видів програмного забезпечення.

Таблиця 4.5 – Витрати на придбання програмного забезпечення

Найменування програмного забезпечення	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість програмного забезпечення, грн.
Операційна система Windows 10	4000	1	4000
Графічний редактор Adobe Photoshop	12000	1	12000
Редактор коду Visual Studio Code	0 (безкоштовний)	1	0
Всього, з врахуванням коефіцієнта інсталяції та налагодження			17600

Амортизація обладнання. Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались під час (чи для) виконання даного етапу роботи.

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування A в цілому бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{C_6}{T_B} \cdot \frac{t}{12}, \quad (1.8)$$

де C_6 – загальна балансова вартість всього обладнання, комп’ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн.; t – термін використання основного фонду, місяці; T_v – термін корисного використання основного фонду, роки.

Таблиця 4.6 – Амортизаційні відрахування за видами основних фондів

Найменування	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використання, років	Термін використання, місяців	Сума амортизації, грн.
Ноутбук	25000	5	24	10000
Всього	10000			

Витрати на електроенергію для науково-виробничих цілей. Витрати на силову електроенергію V_e , якщо ця стаття має суттєве значення для виконання даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

Таблиця 4.7 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Потужність, кВт	Тривалість годин роботи
Ноутбук	0,5	800

$$V_e = \sum \frac{W_i \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{впі}}{ККД} = \frac{0,5 \cdot 800 \cdot 7,5 \cdot 0,95}{0,98} = 2908 \text{ грн.}, \quad (1.9)$$

W_i – встановлена потужність обладнання, кВт; t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год.; C_e – вартість 1 кВт електроенергії, грн.; $K_{впі}$ – коефіцієнт використання потужності; ККД – коефіцієнт корисної дії обладнання.

Інші витрати. До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуються як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_B = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{IB}}{100\%} = (34748 + 3994) \cdot \frac{90}{100} = 34868 \text{ грн}, \quad (1.10)$$

де H_{IB} – норма нарахування за статтею «Інші витрати».

Накладні (загальновиробничі) витрати. До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуються як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{HЗВ} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{HЗВ}}{100\%} = (34748 + 3994) \cdot \frac{110}{100} = 42616 \text{ грн}, \quad (1.11)$$

де $H_{HЗВ}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати».

Витрати на проведення науково-дослідної роботи. Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуються як сума всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$\begin{aligned} V_{заг} &= Z_o + Z_p + Z_{дод} + Z_n + M + V_{спец} + V_{прг} + A_{обл} + V_e + \\ + I_B + V_{HЗВ} &= 34748 + 3994 + 3874 + 9376 + 226 + 17600 + 10000 + 2908 \\ &+ 34868 + 42616 = 160210 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Загальні витрати. Загальні витрати ЗВ на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховуються за формулою:

$$ЗВ = \frac{В_{заг}}{\eta} = \frac{160210}{0,9} = 178011 \text{ грн.}, \quad (1.12)$$

де η – коефіцієнт, що характеризує етап виконання науково-дослідної роботи. Оскільки, якщо науково-технічна розробка знаходиться на стадії технічного впровадження, то $\eta=0,9$.

4.2 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором

У ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

В даному випадку відбувається розробка засобу, тому основу майбутнього економічного ефекту буде формувати: ΔN – збільшення кількості споживачів, яким надається відповідна інформаційна послуга в аналізовані періоди часу; N – кількість споживачів, яким надавалась відповідна інформаційна послуга у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки; $Ц_6$ – вартість послуги у році до впровадження інформаційної системи; $\pm\Delta Ц_6$ – зміна вартості послуги (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta\Pi$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi = (\pm\Delta\Pi_0 \cdot N + \Pi_0 \cdot \Delta N_i)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (1.13)$$

де $\pm\Delta\Pi$ – зміна основного якісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році. Зазвичай, таким показником може бути зміна ціни реалізації одиниці нової розробки в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки); $\pm\Delta\Pi_0$ може мати як додатне, так і від’ємне значення (від’ємне – при зниженні ціни відносно року до впровадження цієї розробки, додатне – при зростанні ціни); N – основний кількісний показник, який визначає величину попиту на аналогічні чи подібні розробки у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки; Π_0 – основний якісний показник, який визначає ціну реалізації нової науково-технічної розробки в аналізованому році; Π_0 – основний якісний показник, який визначає ціну реалізації існуючої (базової) науково-технічної розробки у році до впровадження результатів; ΔN – зміна основного кількісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році. Зазвичай таким показником може бути зростання попиту на науково-технічну розробку в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки); λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2023 році ставка податку на додану вартість становить 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$; ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту (послуги). Рекомендується брати $\rho = 0,2 \dots 0,5$; ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2023 році $\vartheta = 18\%$.

Очікуваний термін життєвого циклу розробки 1 рік, тому:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi &= ((82650 - 20000) \cdot 500 - (500 - 100) \cdot 82650) \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) \\ &= 380173 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Далі розраховують приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t} = \frac{380173}{(1 + 0,1)^1} = 345611 \text{ грн.}, \quad (1.14)$$

де $\Delta\Pi$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн.; T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки (приймаємо $T=1$ рік); τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau = 0,05 \dots 0,15$; t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

Далі розраховують величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки. Для цього можна використати формулу:

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot ЗВ = 1 \cdot 178011 = 178011 \text{ грн.}, \quad (1.15)$$

де $k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо; зазвичай $k_{\text{інв}}=1 \dots 5$, але може бути і більшим; $ЗВ$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

Тоді абсолютний економічний ефект $E_{\text{абс}}$ або чистий приведений дохід для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = \text{ПП} - PV = 345611 - 178011 = 167600 \text{ грн.}, \quad (1.16)$$

де ПП – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, грн.; PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

Оскільки $E_{abc} > 0$, то можемо припустити про потенційну зацікавленість інвесторів у розробці.

Для остаточного прийняття рішення з цього питання необхідно розрахувати внутрішню економічну дохідність E_B або показник внутрішньої норми дохідності вкладених інвестицій та порівняти її з так званою бар'єрною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну внутрішню економічну дохідність, нижче якої інвестиції в будь-яку науково-технічну розробку вкладати буде економічно недоцільно.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_B , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$E_B = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} = \sqrt[1]{1 + \frac{167600}{178011}} = 1,38, \quad (1.17)$$

де $T_{ж}$ – життєвий цикл розробки, роки.

Визначимо бар'єрну ставку дисконтування $\tau_{\text{мін}}$, тобто мінімальну внутрішню економічну дохідність інвестицій, нижче якої кошти у впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію вкладатися не будуть.

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau_{\text{мін}} = d + f = 0,9 + 0,05 = 0,95, \quad (1.18)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,9...0,12$; f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій; зазвичай величина $f = 0,05...0,5$, але може бути і значно вищою.

Оскільки $E_B = 1,38 > \tau_{\min} = 0,95$, то потенційний інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні впровадження науково-технічної розробки та виведенні її на ринок, тобто в її комерціалізації.

Далі розраховуємо період окупності інвестицій T_o , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_o = \frac{1}{E_B} = \frac{1}{1,38} = 0,73 \text{ року.}, \quad (1.19)$$

Оскільки $T_o = 0,73 < 1...3$ -х років, то це свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження цієї розробки та виведення її на ринок.

4.3 Висновок до розділу 4

Було проведено докладний аналіз економічних аспектів розробки інформаційної технології для навчання операторів управління дронами. Робота включала два ключових етапи: комерційний та технологічний аудит, а також розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки у випадку її можливої комерціалізації потенційним інвестором.

Проведений комерційний аудит включав в себе аналіз ринку, конкурентоспроможності та потенційної масштабованості розробленої технології. Результати аудиту свідчать про значний попит на інформаційні технології для навчання операторів управління дронами, особливо з урахуванням росту зацікавленості в цій галузі. Крім того, була визначена

конкурентоспроможність розробленої технології в порівнянні з існуючими рішеннями, що зумовлює потенційну можливість повернення інвестицій.

Розрахунок економічної ефективності проекту вказує на можливість отримання значних прибутків у разі комерціалізації. За умови розумних витрат на розробку, вигідних угод з інвесторами і добре організованого маркетингу, розроблена інформаційна технологія може стати вигідним інвестиційним об'єктом.

З урахуванням отриманих результатів економічного аналізу можна зробити висновок про перспективність розробленої технології для навчання операторів управління дронами з точки зору її комерціалізації. Робота виявила потенціал для отримання прибутковості, а отже, рекомендується подальший розвиток і впровадження даної технології на ринку.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі була розглянута актуальність використання інформаційних технологій у навчанні операторів дронів. Було розглянуто основні типи інформаційних технологій, які можуть бути використані для навчання операторів дронів, такі як інтерактивні навчальні платформи, симулятори, мультимедійні посібники, інтерактивні ігри, колективні тренажери та віртуальна реальність. Було проведено аналіз відомих програмних рішень для навчання операторів дронів та розглянуто методи оцінювання ефективності навчання. Основна увага була зосереджена на виборі методу аналізу ієрархій (MAI) для оцінювання навичок та вмінь операторів дронів.

Було розглянуто процес розробки інформаційної технології навчання операторів дронів. Було сформульовано цілі та завдання модуля навчання, розроблено структуру та інтерфейс модуля, створено навчальний вміст, включаючи відеоуроки, текстові матеріали та завдання. Також було обговорено інтеграцію симуляторів дронів та розроблено алгоритм оцінювання успішності студентів.

У результаті проведених досліджень та розробки магістерської роботи, ми досягли значущих результатів у створенні та вдосконаленні інформаційної технології для навчання операторів управління дронами. При дослідженні магістерської роботи ми покращили швидкість передачі даних на 1 Мбіт/с, що сприяє більш швидкому та ефективному обміну інформацією при управлінні дронами.

Підкреслено важливість використання інформаційних технологій для навчання операторів дронів, що дозволяє покращити якість навчання, забезпечити практичний досвід та ефективно оцінювати навички студентів. Однак важливо також забезпечити безпеку та конфіденційність користувачів та їхніх даних при використанні інформаційних технологій у навчанні операторів дронів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Я. В. Іванчук, В. В. Поплавський Інформаційна технологія навчання операторів управління дронами / в Матеріали конференції «ЛІ Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (2023)», Вінниця, 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/19183>.
2. Anderson, C. A., & Dill, K. E. (2000). Video games and aggressive thoughts, feelings, and behavior in the laboratory and in life. *Journal of personality and social psychology*, 78(4), 772-790.
3. Duncan, I., & Pozehl, B. (2015). The Pedagogy of Simulations in Nursing Education. *Nursing education perspectives*, 36(5), 294-296.
4. Gikas, J., & Grant, M. M. (2013). Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *The Internet and Higher Education*, 19, 18-26.
5. Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
6. Ibáñez, M. B., Delgado-Kloos, C., Parra-González, M. E., & Vermesan, O. (2017). Drones as an Educational Tool: A Survey of the Educational Uses of Drones. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 53(2), 983-997.
7. Kizilcec, R. F., Pérez-Sanagustín, M., & Maldonado, J. J. (2017). Self-regulated learning strategies predict learner behavior and goal attainment in Massive Open Online Courses. *Computers & Education*, 104, 18-33.
8. Matuk, C. F., & Linn, M. C. (2013). Technology and science achievement: Evidence from a longitudinal study of US students. *Computers & Education*, 61, 92-101.
9. Oliver, R., & Herrington, J. (2003). Exploring technology-mediated learning from a pedagogical perspective. *Interactive Learning Environments*, 11(2), 111-126.

10. Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
11. Sitzmann, T., & Ely, K. (2011). A meta-analysis of self-regulated learning in work-related training and educational attainment: What we know and where we need to go. *Psychological bulletin*, 137(3), 421-442.
12. Chien, T. H., & Lin, J. W. (2016). Enhancing students' science learning in a digital classroom with drones. *Computers & Education*, 101, 13-22.
13. Cohen, D. J., & Farahmand, F. (2017). How to train your drone: Exploring operational training for remotely piloted aircraft systems (RPAS). *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, 27(3), 25-38.
14. Dabbagh, N., & Kitsantas, A. (2012). Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning. *The Internet and Higher Education*, 15(1), 3-8.
15. Inamdar, P., & Shinde, V. (2017). Application of drones in education: A review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 7(5), 797-800
16. Liu, J., Navathe, S. B., & Hong, J. (2017). Security and privacy issues in drone computing. *IEEE Transactions on Computers*, 66(3), 501-515.
17. Majid, M. A. A., Choo, W. Y., Lai, C. L., & Goh, K. C. (2017). The use of drones in construction industry: Towards increased understanding and innovation. *Structural Survey*, 35(2), 122-139.
18. Meier, L., Tardif, D., Konig, A., & Fleuret, F. (2016). Drone-based learning in aerial robotics. *IEEE Transactions on Robotics*, 32(3), 761-772.
19. Prestridge, S. (2014). A review of the literature on computer-assisted learning, particularly integrated learning systems, and outcomes with respect to literacy and numeracy. Commonwealth of Australia.
20. Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert systems with applications*, 33(1), 135-146.

21. Shah, M., Mishra, A. R., Rane, D., & Bokare, R. (2017). Recent developments in drones for agricultural applications. *Precision Agriculture*, 18(5), 650-683.
22. Shakhathreh, W., Almomani, A., & Fraij, F. (2017). Drone assisted disaster management: A review. *Drones*, 1(1), 10.
23. Strobl, R. O. (2016). The role of drones in smart farming. *Agronomy Research*, 14(S2), 546-551.
24. Teles, F., Alves, L., & Nascimento, E. R. (2017). A survey on the integration of drones and the internet of things. *Journal of Network and Computer Applications*, 99, 1-19.
25. Thomee, B., Shamma, D. A., Friedland, G., Elizalde, B., Ni, K., Poland, D., ... & Borth, D. (2016). YFCC100M: The new data in multimedia research. *Communications of the ACM*, 59(2), 64-73.
26. Zhan, Z., Zhang, S., & Xia, Y. (2015). Big data-driven knowledge management for remote sensing imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 53(9), 4638-4650.
27. Курс навчання операторів управління дронами та отримання [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+UAV_EB101+2023_T3.
28. Курс навчання операторів управління дронами та отримання [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://www.fly-robotics.com/blog/>.

Додаток А (обов'язковий)

Результат перевірки на антиплагіат у системі «UNICHECK»

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових
запозичень

Назва роботи: Інформаційна технологія навчання операторів управління
дронами

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра комп'ютерних наук, ФІТА
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 97,71% Схожість 2,29%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.


Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Поплавський В.В.

Керівник роботи  Іванчук Я.В.

Опис прийнятого рішення

Магістерську кваліфікаційну роботу допущено до захисту

Особа, відповідальна за перевірку  Озеранський В.С.

Додаток Б (обов'язковий)

Лістинг програми

```
import random
# Клас для представлення користувача
class User:
    def __init__(self, username, password):
        self.username = username
        self.password = password
        self.logged_in = False
    def login(self):
        # Перевірка логіну та пароля користувача
        entered_password = input("Введіть пароль: ")
        if entered_password == self.password:
            self.logged_in = True
            print("Логін успішний.")
        else:
            print("Невірний пароль.")
    def logout(self):
        self.logged_in = False
        print("Вихід виконаний.")
# Клас для представлення дрона
class Drone:
    def __init__(self, drone_id):
        self.drone_id = drone_id
        self.is_locked = False
    def lock(self):
        self.is_locked = True
    def unlock(self):
        self.is_locked = False
# Клас для основного програмного модуля
class MainModule:
    def __init__(self):
        self.users = [] # Список користувачів
        self.drones = [] # Список дронів
```

```
def add_user(self, username, password):
    user = User(username, password)
    self.users.append(user)
def add_drone(self, drone_id):
    drone = Drone(drone_id)
    self.drones.append(drone)
def display_instructions(self):
    # Реалізуйте вивід інструкцій для користувачів
    pass
def display_tests(self):
    # Реалізуйте вивід тестів для користувачів
    pass
def start(self):
    while True:
        print("\n1. Логін")
        print("2. Вихід")
        choice = input("Оберіть дію: ")
        if choice == "1":
            username = input("Введіть ім'я користувача: ")
            user = next((u for u in self.users if u.username == username), None)
            if user:
                user.login()
            else:
                print("Користувача не знайдено.")
        elif choice == "2":
            break
        else:
            print("Невірний вибір.")
if __name__ == "__main__":
    main_module = MainModule()
    main_module.add_user("user1", "password1")
    main_module.add_user("user2", "password2")
    main_module.add_drone("drone1")
    main_module.add_drone("drone2")
```

```

    main_module.start()
# Функція для створення інструкцій
def create_instructions(username):
    instructions = []
    instructions.append("Інструкції для користувача " + username + ":")
    instructions.append("1. Перевірте дрон перед польотом.")
    instructions.append("2. Забезпечте належний заряд акумулятору.")
    instructions.append("3. Вивчіть основи керування дроном.")
    instructions.append("4. Пам'ятайте про правила безпеки.")
    instructions.append("5. Використовуйте дрон у відповідності до законів.")
    return instructions
# Функція для збереження інструкцій у файлі
def save_instructions(username, instructions):
    filename = username + "_instructions.txt"
    with open(filename, "w") as file:
        for instruction in instructions:
            file.write(instruction + "\n")
if __name__ == "__main__":
    username = input("Введіть ваше ім'я: ")
    instructions = create_instructions(username)
    save_instructions(username, instructions)
    print("Інструкції були створені і збережені в файлі " + username + "_instructions.txt.")
class Quiz:
    def __init__(self):
        self.questions = []
    def add_question(self, question, correct_answer):
        self.questions.append({"question": question, "correct_answer": correct_answer})
    def run_quiz(self):
        score = 0
        total_questions = len(self.questions)
        for index, question_data in enumerate(self.questions, start=1):
            print(f"Питання {index}: {question_data['question']}")
            user_answer = input("Введіть вашу відповідь: ")

```

```

    if user_answer.lower() == question_data['correct_answer'].lower():
        score += 1
        print("Правильно!\n")
    else:
        print(f'Неправильно.                Правильна                відповідь:
{question_data['correct_answer']}\n")
        print(f'Ви відповіли правильно на {score} з {total_questions} питань.")
        percentage = (score / total_questions) * 100
        print(f'Ваша відсоткова оцінка: {percentage}%")
if __name__ == "__main__":
    quiz = Quiz()
    # Додайте питання та правильні відповіді
    quiz.add_question("Яка столиця України?", "Київ")
    quiz.add_question("Скільки боків у квадрата?", "4")
    quiz.add_question("Скільки днів у тижні?", "7")
    # Запустіть квіз
    quiz.run_quiz()
class DroneControlSystem:
    def __init__(self):
        self.is_locked = False # Початково дрон не заблокований

    def lock_drone(self):
        self.is_locked = True
        print("Дрон заблоковано.")

    def unlock_drone(self):
        self.is_locked = False
        print("Дрон розблоковано.")

    def is_drone_locked(self):
        return self.is_locked

if __name__ == "__main__":
    control_system = DroneControlSystem()

```

```

# Перевірка, чи заблокований дрон
if control_system.is_drone_locked():
    print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
else:
    print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")

# Блокування дрону
control_system.lock_drone()

# Перевірка статусу заблокованого дрону
if control_system.is_drone_locked():
    print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
else:
    print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")

# Розблокування дрону
control_system.unlock_drone()

# Перевірка статусу розблокованого дрону
if control_system.is_drone_locked():
    print("Дрон заблокований. Не можна користуватися.")
else:
    print("Дрон розблокований. Можна користуватися.")
import json

class UserProgress:
    def __init__(self):
        self.progress_data = {} # Словник для зберігання прогресу користувачів

    def save_progress(self, user_id, progress):
        self.progress_data[user_id] = progress

    def get_progress(self, user_id):

```



```
        return self.progress_data.get(user_id, None)

def save_to_file(self, filename):
    with open(filename, 'w') as file:
        json.dump(self.progress_data, file)

def load_from_file(self, filename):
    try:
        with open(filename, 'r') as file:
            self.progress_data = json.load(file)
    except FileNotFoundError:
        self.progress_data = {}

if __name__ == "__main__":
    progress_tracker = UserProgress()

    # Зберігання результатів прогресу користувачів
    progress_tracker.save_progress("user1", {"lesson1": 90, "lesson2": 80})
    progress_tracker.save_progress("user2", {"lesson1": 70, "lesson2": 95})

    # Зчитування результатів прогресу користувачів
    user1_progress = progress_tracker.get_progress("user1")
    user2_progress = progress_tracker.get_progress("user2")

    if user1_progress:
        print("Прогрес користувача 1:", user1_progress)
    else:
        print("Прогрес користувача 1 не знайдено.")

    if user2_progress:
        print("Прогрес користувача 2:", user2_progress)
    else:
        print("Прогрес користувача 2 не знайдено.")
```

```

# Збереження результатів до файлу
progress_tracker.save_to_file("user_progress.json")

# Зчитування результатів з файлу
progress_tracker.load_from_file("user_progress.json")

# Перевірка результатів з файлу
user1_progress = progress_tracker.get_progress("user1")
user2_progress = progress_tracker.get_progress("user2")

if user1_progress:
    print("Прогрес користувача 1 (з файлу):", user1_progress)
else:
    print("Прогрес користувача 1 (з файлу) не знайдено.")

if user2_progress:
    print("Прогрес користувача 2 (з файлу):", user2_progress)
else:
    print("Прогрес користувача 2 (з файлу) не знайдено.")
python
Copy code
from django.db import models

class Instruction(models.Model):
    title = models.CharField(max_length=200)
    content = models.TextField()

class Test(models.Model):
    title = models.CharField(max_length=200)
    questions = models.ManyToManyField('Question')

class Question(models.Model):
    text = models.CharField(max_length=500)
    choices = models.ManyToManyField('Choice')

```

```
class Choice(models.Model):  
    text = models.CharField(max_length=200)  
    is_correct = models.BooleanField(default=False)
```

Створюю та застосовую міграції для бази даних:

```
bash
```

Copy code

```
python manage.py makemigrations
```

```
python manage.py migrate
```

Створюю адміністративний інтерфейс для моделей, додавши їх до файлу `admin.py` вашого додатка:

```
python
```

Copy code

```
from django.contrib import admin
```

```
from .models import Instruction, Test, Question, Choice
```

```
admin.site.register(Instruction)
```

```
admin.site.register(Test)
```

```
admin.site.register(Question)
```

```
admin.site.register(Choice)
```

Створюю суперкористувача Django:

```
bash
```

Copy code

```
python manage.py createsuperuser
```

Додаток В (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ УПРАВЛІННЯ
ДРОНАМИ

Виконав: студент 2-го курсу,
групи 1КН-22м

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Поплавський В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., доцент, проф. каф. КН

Іванчук Я.В.

(прізвище та ініціали)

« 07 » _____ 2023 р.



Рис. В.1 – Схема алгоритму системи інструкцій та тестувань

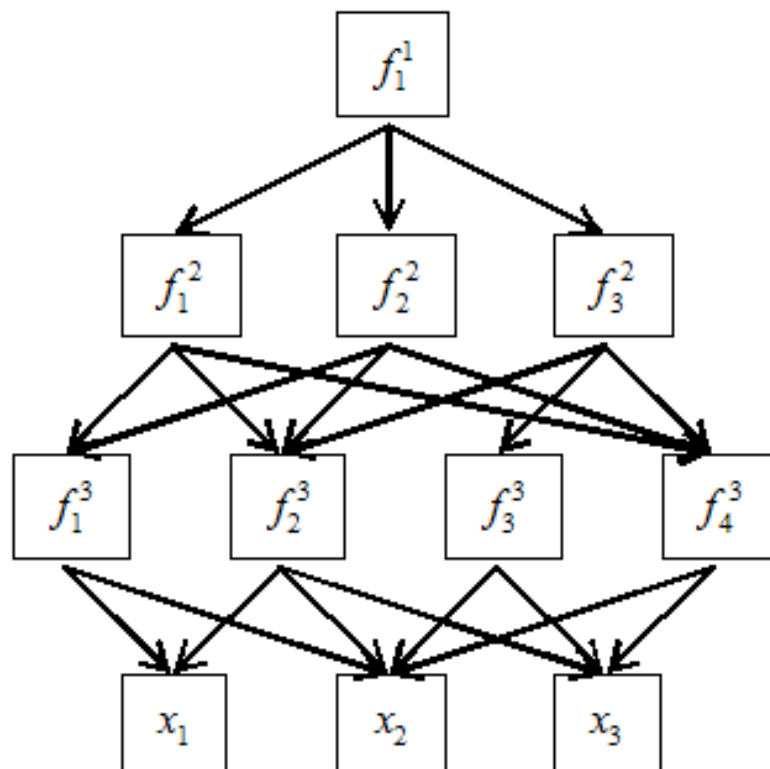


Рис. В.2 – Схема методу аналізу ієрархій



Рис. В.3 – Діаграма прецедентів системи

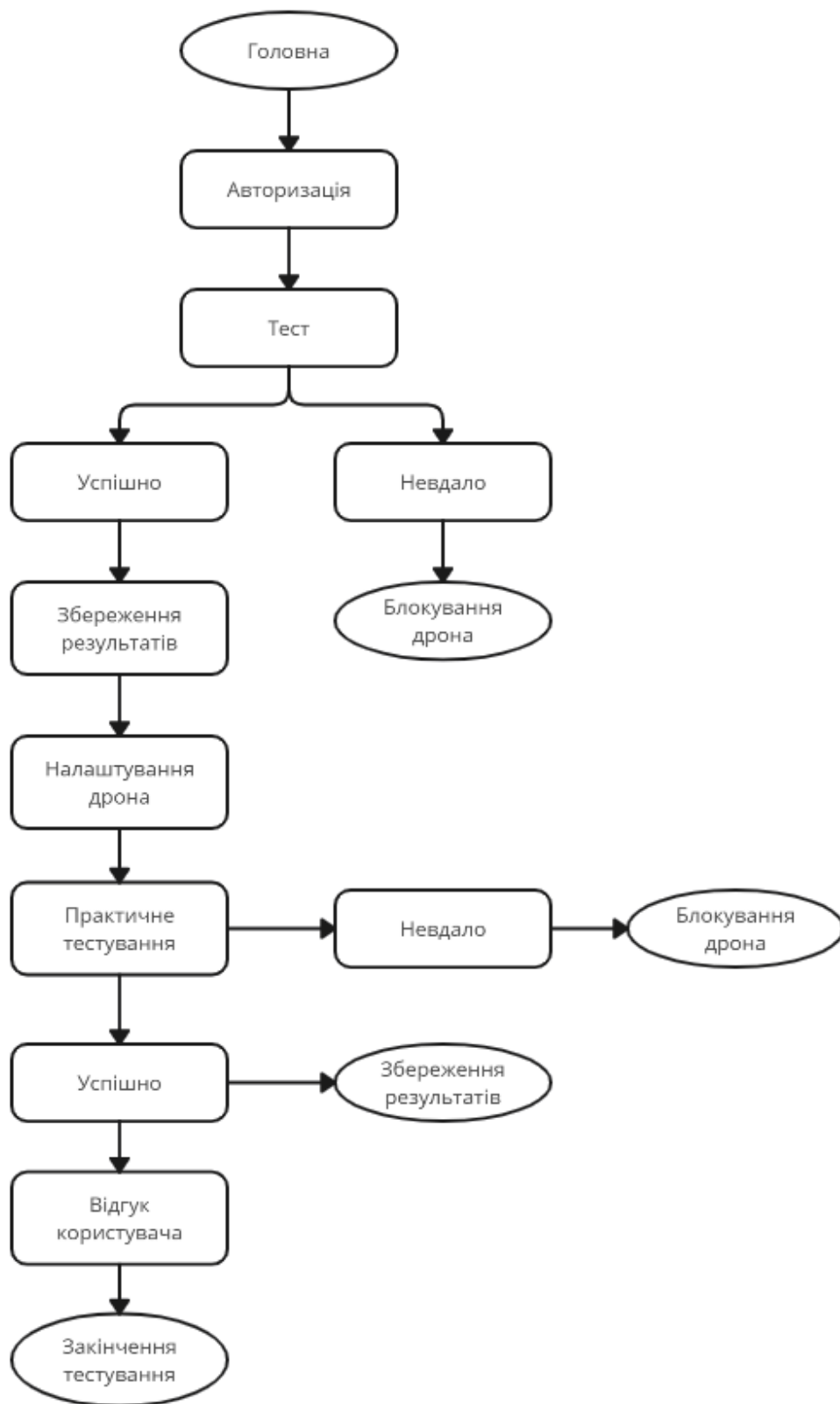


Рис. В.4 – Структурна схема архітектури в інформаційній системі навчання управління дронами

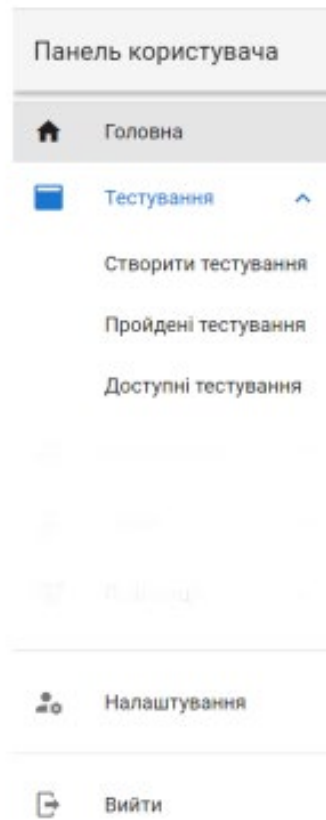


Рисунок В.5 – Головне меню в панелі користувача

Додаток Г (довідниковий)

Інструкція користувача

1. Реєстрація та Вхід

Перш за все, користувач повинен зареєструватись у системі, якщо немає облікового запису. Для цього вводиться електронна скринька, обирається ім'я користувача та пароль (рис. Г.1). Після реєстрації або входу в систему, у користувача буде доступ до основного інтерфейсу програми.

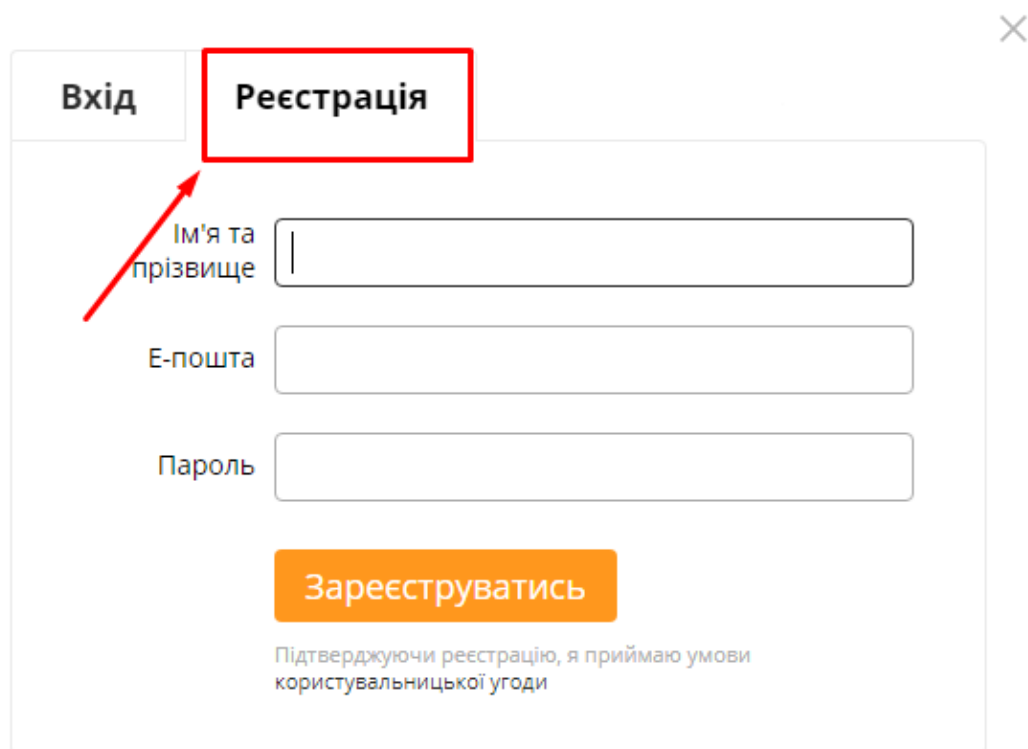


Рисунок Г.1 – Форма реєстрації користувача

2. Огляд Матеріалів

Користувач ознайомлюється з матеріалами навчання, які надані в системі. Це може включати в себе інструкції, відеоуроки, аудіоматеріали та тексти (рис. Г2).

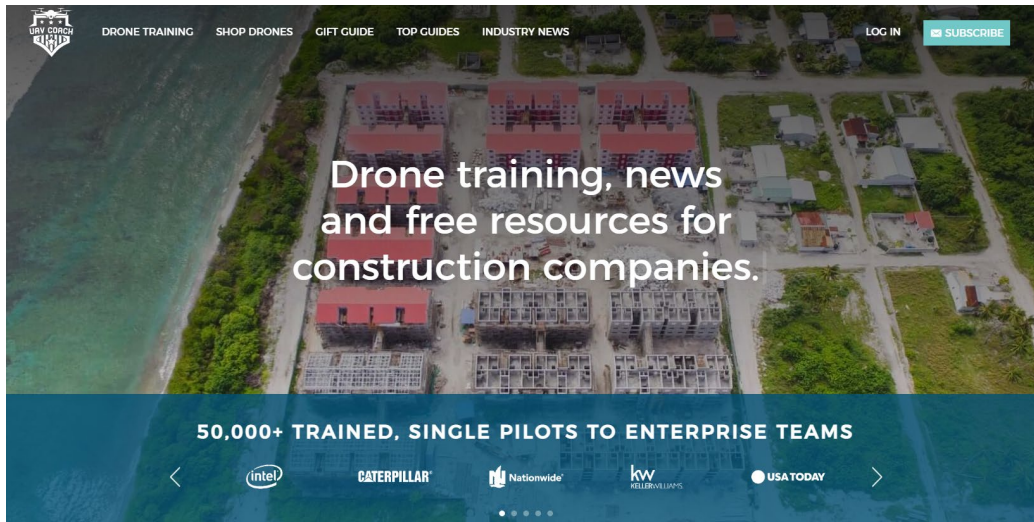


Рисунок Г.2 – Веб-сайт матеріалів для навчання

3. Проходження Тесту:

Обирається тест, який ви бажає пройти користувач. Тести можуть бути різного типу, включаючи питання з теорії, практичні завдання та симуляції. Користувач повинен дати відповіді на питання та завдання, які йому пропонуються (рис. Г.3). Зверніть увагу на будь-які інструкції чи вказівки, які можуть бути надані під час тесту.

Запитання 1

Яка максимальна висота польоту для дронів у цивільних цілях без спеціального дозволу в Україні?

варіанти відповідей

a) 100 метрів

b) 120 метрів

c) 150 метрів

Рисунок Г.3 – Форма тестування

4. Результати Тесту:

Після завершення тесту користувач отримає результат прохідності та дізнається скільки питань він відповів правильно і загальний бал.

Залежно від результатів, можливі наступні дії:

Якщо користувач успішно пройшов тест, тоді може бути надано доступ до додаткового матеріалу або можливості перейти до наступного етапу навчання.

Якщо не пройшов тест, дрон блокується і може бути надана можливість повторного проходження тесту після додаткового навчання.

5. Технічна Підтримка:

У разі виникнення технічних питань чи проблем, зверніться до служби технічної підтримки. Надайте інформацію про проблему, щоб її можна було вирішити (рис Г.5).

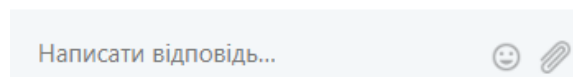
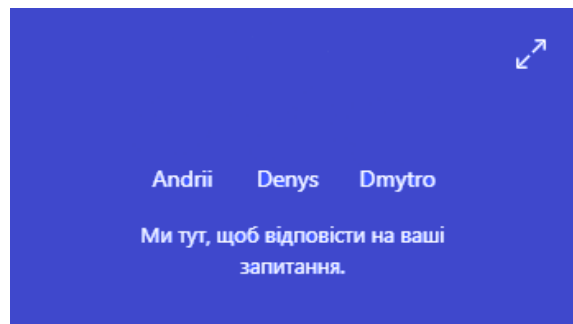


Рисунок Г.5 – Інтерфейс чату підтримки

Реакція програмного модуля:

Під час проходження тесту програмний модуль буде відстежувати відповіді користувача та обробляти їх. Він автоматично оцінює результати і надає звіт з результатами.

У випадку правильних відповідей, модуль відправить користувача на наступний етап навчання.

У випадку неправильних відповідей, модуль блокує дрон і може надати додатковий матеріал для самонавчання та надати можливість перескладати тест.

Дотримуйтесь інструкцій та вчіться, користуючись програмним модулем, щоб успішно навчатися та підвищувати свої навички управління дронами.