

# ДОДАТОК А

## Апробація результатів кваліфікаційної роботи



Рисунок А.1 – Титульний аркуш збірника та вихідні дані

## ЗМІСТ

<i>Svitlana Alyokhina</i>	12
System Approach to the Positive Energy District Analysis .....	
<i>Dmytro Gurin</i>	15
Розробка динамічного представлення параметрів моделі опису навколишнього середовища колаборативного робота .....	
<i>Artem Hubar</i>	19
Automation of Power Grid Element Management to Enhance Energy Efficiency .....	
<i>Артем Бронніков, Стеценко Катерина</i>	22
Автономний робот на Raspberry Pi з аналізом облич та емоцій в реальному часі .....	
<i>Andrii Lvov, Svetlana Sotnik</i>	24
Analysis of electronic locks existing systems .....	
<i>Artem Tverdokhlib, Svetlana Sotnik</i>	28
Intelligent tools for optimizing information and search engines .....	
<i>Igor Zarubin, Svetlana Sotnik</i>	32
Basic principles of building aerial robots .....	
<i>Pavlo Sukhno, Svetlana Sotnik</i>	37
Critical review of GSM network structure .....	
<i>Oleksii Shevchenko, Nataliia Furmanova, Vadim Yakovenko, Yaroslav Lukash</i>	42
Assessment of the quality of brushless DC motors .....	
<i>Artem Zhulai, Nataliia Furmanova</i>	45
System for monitoring and alerting in a coal mine .....	
<i>Сніжана Вичужаніна, Олександр Малий</i>	48
Огляд щодо використання радіоаматорами радіочастотного спектру в Україні .....	

9	10
<i>Воронов Денис, Сехомов Ірина</i>	<i>Андрій Стюгар, Софія Арусланова</i>
Розробка методу визначення швидкості переміщення об'єктів на основі аналізу зображень ..... 51	Методи та алгоритми локалізації RFID-міток: сучасні підходи та перспективи ..... 87
<i>Oleh Hystovyt</i>	<i>Василь Тух, Володимир Чумак, Олександр Филімонов, Оксана Сачока</i>
Features of Functional Testing for Low-Power Consumption Devices with Built-In Batteries ..... 55	Дослідження дисперсійних характеристик мікродифракційного оптичного волокна в умовах деформації ..... 91
<i>Варвара Карпачова, Артем Бронніков</i>	<i>Тимур Ліло, Софія Іва Максимов</i>
Роль експертних систем та голосового керування в сучасному виробництві ..... 58	Основні етапи розроблення наземного мобільного робота ..... 96
<i>Антон Паньков</i>	<i>Vladyslav Tsvetiev</i>
Інноваційний підхід до візуалізації: розробка автоматизованого модуля для збору, обробки та збереження поточних даних ..... 62	Using the Dempster-Shafer Theory in Data Fusion Solutions for Collaborative Robotic Manipulators within Industry 5.0 ..... 99
<i>Олег Пасішник, Олександр Цимбал</i>	<i>Vladyslav Tsvetiev, Natalina Demchenko</i>
Аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень у віддаленому управлінні виробництвом ..... 65	A Model of Using Computer Vision to Monitor the Environment of a Collaborative Manipulator Robot ..... 102
<i>Дмитро Максимов, Дмитро Нікітін</i>	<i>Віталій Тоніри, Софія Іва Максимов</i>
Види зварювання для верстату точного зварювання з ЧПУ ..... 69	Розробка системи ідентифікації, розпізнавання та трекінгу для колаборативного робота ..... 105
<i>Олександр Фарафонов, Наталія Фурманова, Олександр Мазий</i>	<i>Vladyslav Tsvetiev, Svetlana Starikova</i>
Розроблення технології паралельного керування за допомогою вебінтерфейсу мобільним роботом під керуванням ROS ..... 71	Using the Triangulation Method to Measure the Distance to Objects in the Working Area of a Collaborative Manipulator Robot ..... 107
<i>Дмитро Якушевський, Леонід Іванюк, Ігор Тихомиров</i>	<i>I.V. Zhuravina, D.O. Nikitin</i>
Застосування методів вербального аналізу в інтелектуальних системах управління у сфері гуманітарного розвідування ..... 75	Дослідження механічних параметрів гнучких комутаційних структур для мобільних роботизованих платформ ..... 110
<i>Давид Ясир</i>	<i>Svetlana Starikova, Ilya Karpenko</i>
Вибір математичної моделі для управління якістю продукції в умовах безперервного виробництва ..... 79	Development of a Structural Control Scheme for a Small-sized Mobile Robot for Investigating Damaged Buildings ..... 114
<i>Дмитро Дранько</i>	<i>Максим Вжесносцький</i>
Використання елементів штучного інтелекту для вирішення задач моделювання динамічних процесів ..... 83	Інтелектуальне керування автономними транспортними шатлами для внутрішньо-складських логістичних систем ..... 117
<i>Ганна Самойлова</i>	
Дослідження методів опису динаміки гуманітного робота ..... 85	
MMS 2024, 25-26 October, Kyiv, Ukraine	MMS 2024, 25-26 October, Kyiv, Ukraine

Рисунок А.3 – Продовження змісту

<i>Родіо Клименко, Дмитро Кухаренко</i>	
Програмне забезпечення для розрахунку резонансних частот мембран живих організмів .....	120
<i>Микола Мешков, Дмитро Кухаренко</i>	
Алгоритм та програмна реалізація роботи комплексу очних м'язів людини .....	124
<i>Дмитро Кухаренко, Олексій Юрко, Денис Тимченко</i>	
Автоматизований аналіз довільних ділянок фонокардіограм в середовищі Labview .....	128
<i>Сергій Новоселов, Владислав Іванов</i>	
Вирішення задачі управління багатоланковим маніпулятором .....	132

# Інноваційний підхід до візуалізації: розробка автоматизованого модуля для збору, обробки та збереження поточних даних

Антон Паньков

Кафедра КІТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки УКРАЇНА,  
61166, Харків, пр. Науки 14., email: anton.pankov@ure.ua

**Анотація:** Дана робота пропонує новий підхід до розробки автоматизованого модуля для ефективного збору, обробки та збереження поточних даних з метою створення зручного інструменту для їх візуалізації. Застосування інноваційних технологій та методів аналізу дозволяє вирішити проблеми, пов'язані з неоднорідністю та обсягом даних, що обробляються, та надає зручний інтерфейс для ефектвної взаємодії користувача.

**Ключові слова:** автоматизований модуль, збір даних, обробка даних, візуалізація, інновації.

## I. ВСТУП

В сучасному світі обсяг даних, які потребують обробки та аналізу, значно зріс. Ефективна візуалізація даних стала ключовим аспектом у процесі прийняття рішень як у бізнесі, так і в наукових дослідженнях. Проте традиційні методи обробки та візуалізації даних часто не справляються з сучасними викликами, що створює необхідність у розробці нових інноваційних рішень. З появою великих даних (Big Data) зросла потреба у високоєфективних інструментах для їх обробки та візуалізації. Автоматизація процесів збору та аналізу даних дозволяє значно підвищити ефективність роботи аналітичних відділів та уникнути людських помилок, що часто виникають при використанні традиційних методів.

Автоматизований модуль для збору, обробки та збереження поточних даних — це програмне рішення, яке дозволяє автоматизувати весь цикл роботи з інформацією, починаючи від її збору з різних джерел і закінчуючи зберіганням у зручному для подальшої обробки форматі. Такий модуль дозволяє скоротити час і зусилля, необхідні для обробки великих обсягів даних, підвищуючи точність і надійність отриманих результатів. Його розробка є важливим кроком у вирішенні сучасних викликів, пов'язаних із великими даними, та сприяє підвищенню ефективності візуалізації та аналізу інформації.

## II. ЗБІР, ОБРОБКА ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ

Модулі цього типу є комплексною системою, яка виконує кілька важливих етапів роботи з інформацією. Цей підхід дозволяє максимально ефективно обробляти великі обсяги інформації, що надходить із різних джерел, та забезпечувати її збереження у зручному форматі для подальшого аналізу та візуалізації.

Модуль може отримувати дані з різних джерел у режимі реального часу, використовуючи як традиційні, так і сучасні методи збору інформації [1]. Наприклад, в газовій промисловості автоматизовані модулі інтегруються з IoT-сенсорами [2], встановленими на трубопроводах, газових свердловинах або компресорних станціях. Ці сенсори вимірюють критичні параметри, такі як тиск, температура, витрата газу, рівень вологості, склад газу тощо. Завдяки цьому модуль постійно отримує оновлення про стан системи, що дозволяє миттєво реагувати на можливі відхилення від норми, виявляти потенційні ризики та запобігати аваріям. Такий підхід зменшує необхідність ручного втручання, а також забезпечує безперервність і точність моніторингу навіть у важкодоступних або небезпечних для людей місцях.

Крім того, модулі можуть отримувати інформацію з різноманітних систем керування та баз даних підприємства. Наприклад, системи SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) дозволяють відстежувати та контролювати промислові процеси, а також збирати дані з різних технічних об'єктів та обладнання. Ці системи інтегруються з автоматизованими модулями для збору даних, що дає змогу проводити повний аналіз процесів у реальному часі та підтримувати стабільну роботу інфраструктури.

Важливим аспектом є збір даних із зовнішніх джерел. Для бізнес-аналітики, наприклад, дані можуть надходити від API сторонніх сервісів, таких як соціальні мережі або CRM-системи. Одним із поширених прикладів є збір інформації з веб-сайтів через API таких платформ, як Twitter, Facebook або Google Analytics. Модуль автоматично отримує потоки даних, аналізуючи поведінку користувачів, вподобання, зворотний зв'язок або тенденції на ринку. Наприклад, для маркетингових кампаній автоматизований збір даних дозволяє швидко оцінювати рівень взаємодії з клієнтами або реагувати на зміни у вподобаннях аудиторії.

Збір даних виконується за допомогою технологій потокової передачі даних, таких як Apache [3] Kafka, RabbitMQ або MQTT, що забезпечує мінімальні затримки при передачі інформації між джерелами та модулями. Ці системи підтримують високу пропускну здатність, здатні обробляти великі обсяги даних і забезпечують швидку передачу інформації для негайного використання у процесі обробки та аналізу. Такий підхід дозволяє підприємствам не тільки своєчасно отримувати дані, а й

M&MS 2024, 25-26 October, Kharkiv, Ukraine

Рисунок А.5 – Тези доповіді

використовують їх для швидкого прийняття рішень, підвищення ефективності бізнес-процесів.

Під час отримання даних починається етап їх обробки, який виконує кілька рівнів. Спочатку дані очищаються від "шуму", тобто від зайвої або некорисливої інформації. Наприклад, при зборі даних з сенсорів, які вимірюють частоту ударів, можуть бути присутні некорисні показники, зумовлені шумом у оточенні або несправністю сенсора. Ці дані відкидаються відносно обробки.

Наступним етапом є агрегація даних. У випадку з даними про частоту ударів, основними параметрами можуть бути температура у різних місцях виміру (Швейцарія або Франція). Можливі алгоритми приведуть всі дані до спільної форми для подальшого аналізу. Аналогічно, в системі бізнес-аналітики, такі дані як імена або обсяги продажів можуть викладатися у різних валютах або форматах, тому їх також потрібно привести до спільного стандарту.

Для більш складних завдань можуть використовуватися алгоритми машинного навчання або статистичні інструменти [4]. Наприклад, у фінансовому аналізі детектування шахрайства можуть використовуватися спеціальні алгоритми, які можуть виявити певні закономірності, або прогнозувати тренди на основі історичних даних. Іншим прикладом — обробка медичних даних, де можуть бути використані алгоритми аналізувати електронні записи та виявити потенційні ризики для здоров'я пацієнтів.

Можливі застосування: безперервна обробка даних у реальному часі дозволяє швидко реагувати на зміни в даних, що важливо для таких галузей, як фінанси та маркетинг. Також можуть використовуватися методи машинного навчання для прогнозування трендів та виявлення аномалій в даних, що дозволяє безперервно моніторити результати та оперативно реагувати на зміни в даних.

Можливі застосування: безперервна обробка даних у реальному часі дозволяє швидко реагувати на зміни в даних, що важливо для таких галузей, як фінанси та маркетинг. Також можуть використовуватися методи машинного навчання для прогнозування трендів та виявлення аномалій в даних, що дозволяє безперервно моніторити результати та оперативно реагувати на зміни в даних.

Можливі застосування: безперервна обробка даних у реальному часі дозволяє швидко реагувати на зміни в даних, що важливо для таких галузей, як фінанси та маркетинг.

III. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ

Сучасні програмні рішення для візуалізації даних пропонують широкий вибір інструментів, які надають швидку ефективну інтерактивну панель показу інформації у зручній графічній формі [3]. Найпопулярніші платформи, такі як Tableau, Power BI, D3.js або QlikView, дозволяють легко інтегрувати збірні дані з баз даних та автоматизовані повідомлення, надаючи користувачам можливість швидко отримувати актуальні результати у зрозумілому вигляді. Наприклад, у певній провідності вступлення може допомогти відобразити як карту міста, так і таблицю з даними про температуру, що дозволяє порівняти показники з графіком рівняння теплового потоку або інших показників.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних.

можливі для подальшого розширення та оновлення збору даних. Наприклад, системи можуть не лише моніторити поточні проблеми у трубопроводах, але й прогнозувати можливі проблеми в майбутньому, використовуючи історичні дані, прогнози та аналітичні моделі. Це суттєво зменшує ризик аварій на підприємстві і сприяє збереженню ресурсів.

IV. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Автоматизовані методи для збору, обробки та візуалізації даних стали важливим інструментом сучасної підприємств. Вони надають швидку ефективну інтерактивну панель показу інформації у зручній графічній формі [3]. Найпопулярніші платформи, такі як Tableau, Power BI, D3.js або QlikView, дозволяють легко інтегрувати збірні дані з баз даних та автоматизовані повідомлення, надаючи користувачам можливість швидко отримувати актуальні результати у зрозумілому вигляді.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

Важливою особливістю сучасної візуалізації є здатність не лише представляти дані, але й робити це у зрозумілій та інтуїтивній формі, що сприяє прийняттю рішень на основі уявлених даних. Наприклад, використання інтерактивних або динамічних елементів дозволяє змінювати параметри фільтрів або змінювати частоту оновлення, що дозволяє гнучко адаптувати дані у реальному часі.

V. ВИСНОВКИ

У даній статті проведено аналіз актуальності розробки автоматизованих методів для збору, обробки та візуалізації даних, з подальшим розширенням функцій даних роботи, включенням можливостей машинного навчання. Окремі дані, було досліджено переваги і недоліки таких систем, що дозволяє прийняти більш інформативні рішення.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що автоматизовані методи відіграють важливу роль у підвищенні ефективності управління даними, забезпечуючи швидкий доступ до інформації у реальному часі та зменшуючи ризик прийняття рішень. Однак важливо враховувати певні недоліки, такі як висока вартість впровадження та складність технічного обслуговування, які можуть впливати на доступність ресурсів для більш ефективної роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] С. Жураска, С. Духа, О. Штур, Дослідження методів збору та обробки даних в розподіленій інформаційній системі. Інформаційні технології в Україні. 2023, № 1 (1), С. 20-25 (2023).  
[2] В. В. Сидорук, О. П. Березинський, Т. В. Біла, Д. В. Станков, Розроблення модульної інформаційної системи збору даних від розподіленої джерела, Вісник Львівського національного університету, №1, 2023 (2023).  
[3] В. В. Сидорук, Т. В. Біла, О. П. Березинський, Сучасні методи обробки даних в системі, Вісник Львівського національного університету, №1, 2023 (2023).  
[4] Аналіз даних і ЦІ: як це працює. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://datacamp.com/blog/data-analysis-is-how-it-works> 2024.  
[5] Гейтс, Б., Вілсон, О., Особливості машинного навчання, кафедра управління інформаційними ресурсами Львівського національного університету бізнесу та економіки, 2023.

Рисунок А.6 – Тези доповіді

## ДОДАТОК Б

### Презентація

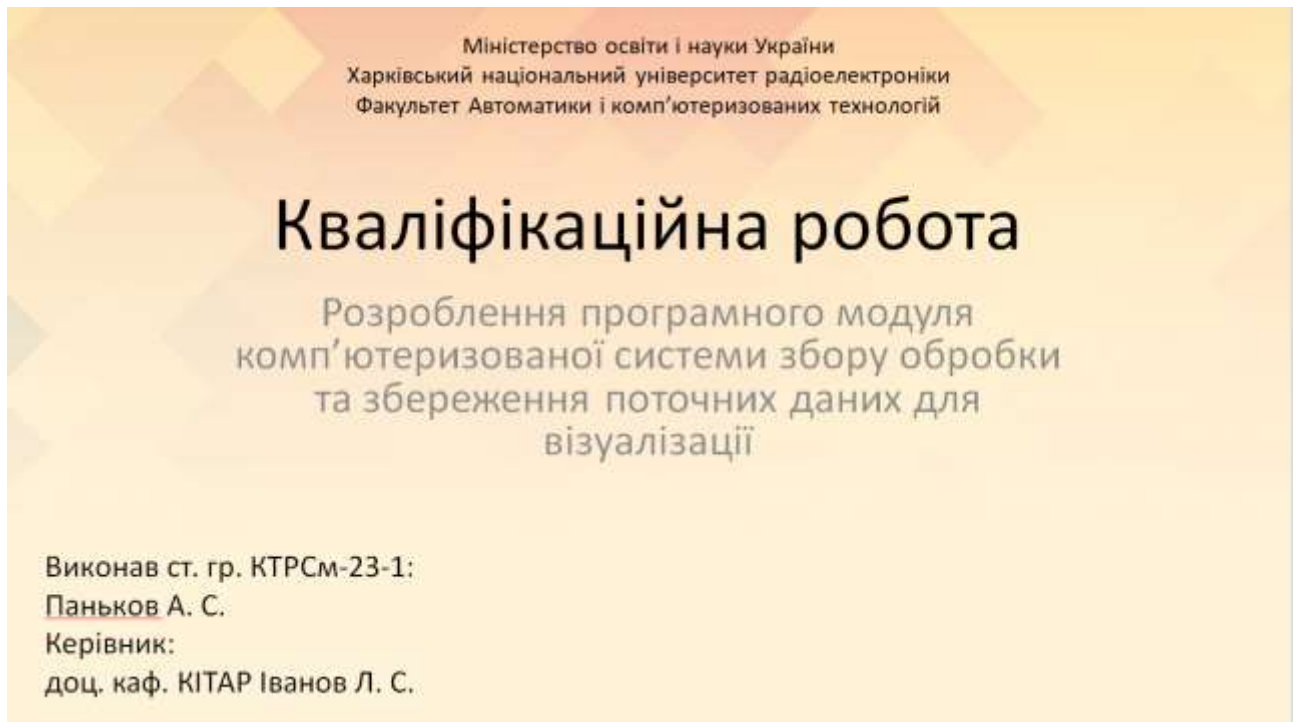


Рисунок Б.1 – Перший слайд

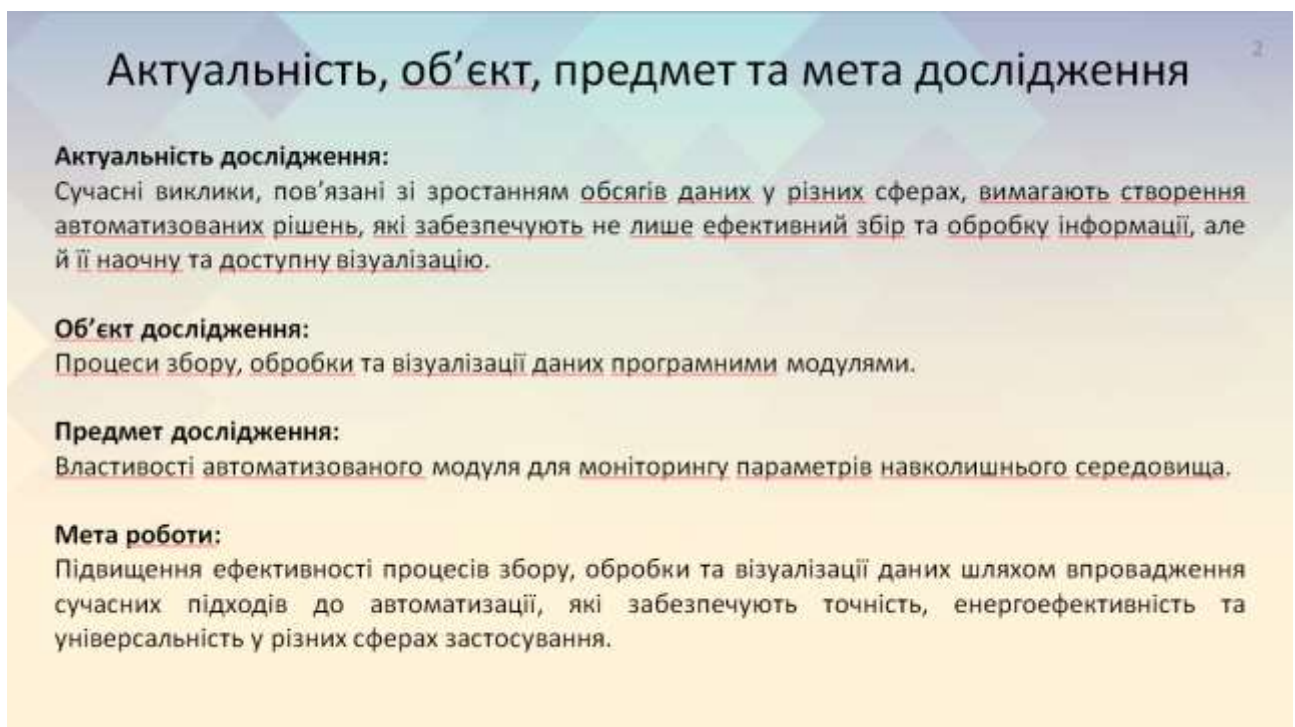


Рисунок Б.2 – Другий слайд



Рисунок Б.3 – Третій слайд



Рисунок Б.4 – Четвертий слайд

## Порівняння характеристик пристроїв

Характеристика	Raspberry Pi	NodeMCU/ESP8266/ESP32	Schneider Electric Modicon
Продуктивність	Чотириядерний ARM Cortex-A72, 1.5 ГГц	Одноядерний (ESP8266) або двоядерний (ESP32), до 240 МГц	PLC з високою швидкістю обробки
Енергоспоживання	5-8 Вт (активне споживання) 3 Вт (режим сну)	3.3 Вт (активне споживання) -0.01 Вт (режим сну)	3-10 Вт (активне споживання) 2 Вт (режим сну)
Гнучкість і універсальність	Велика кількість портів і периферії	Обмежена кількість GPIO	Гнучка модульна структура
Підтримка візуалізації	Бібліотеки та веб-інтерфейси	Веб-інтерфейси та хмарні сервіси	SCADA-системи, HMI-панелі

Рисунок Б.5 – П'ятий слайд

## Розробка моделі програмного модуля

### Структурна схема:

- Прототип включає мікроконтролер Arduino Uno, сенсор MQ-135, LCD-дисплей 16x2\*, світлодіоди, п'єзоелемент і акумулятор.
- Основні компоненти забезпечують збір, обробку та візуалізацію даних у реальному часі.

### Основні функції:

- Збір даних про концентрацію газів.
- Відображення графічної інформації на дисплеї.
- Індикація аварійних ситуацій (світлодіоди, звуковий сигнал).

### Особливості моделі:

- Інтеграція сенсора MQ-135 для моніторингу параметрів.
- Використання дисплея для візуалізації даних.
- Підтримка автономної роботи завдяки акумулятору.

\*LCD-дисплей в подальшому замінений на OLED-дисплей SSD1306

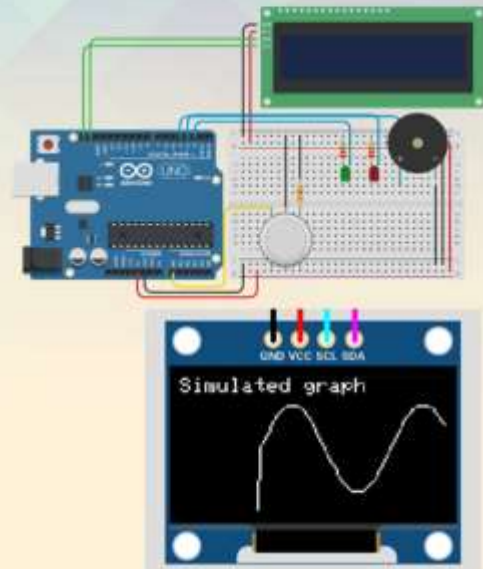


Рисунок Б.6 – Шостий слайд



Рисунок Б.7 – Сьомий слайд

## Оцінка ефективності модуля

**Технічні характеристики:**

- Точність: висока чутливість сенсора MQ-135 до концентрації газів.
- Швидкість обробки: затримка передачі даних не перевищує 100 мс.
- Продуктивність: стабільна робота в умовах різних рівнів навантаження.

**Енергоспоживання:**

- Налаштування роботи дисплея та режиму сну зменшила споживання до 50 мА в середньому режимі.
- Автономна робота пристрою до 65 годин з акумулятором 5000 мА·год.

**Переваги:**

- Компактність і легкість інтеграції у різні системи.
- Гнучкість у налаштуванні (додавання сенсорів, бездротових модулів).

**Недоліки:**

- Обмеження в обробці великих обсягів даних через ресурси Arduino Uno.
- Залежність автономності від типу джерела живлення.

Рисунок Б.8 – Восьмий слайд



9

## Наукова новизна та апробація результатів дослідження

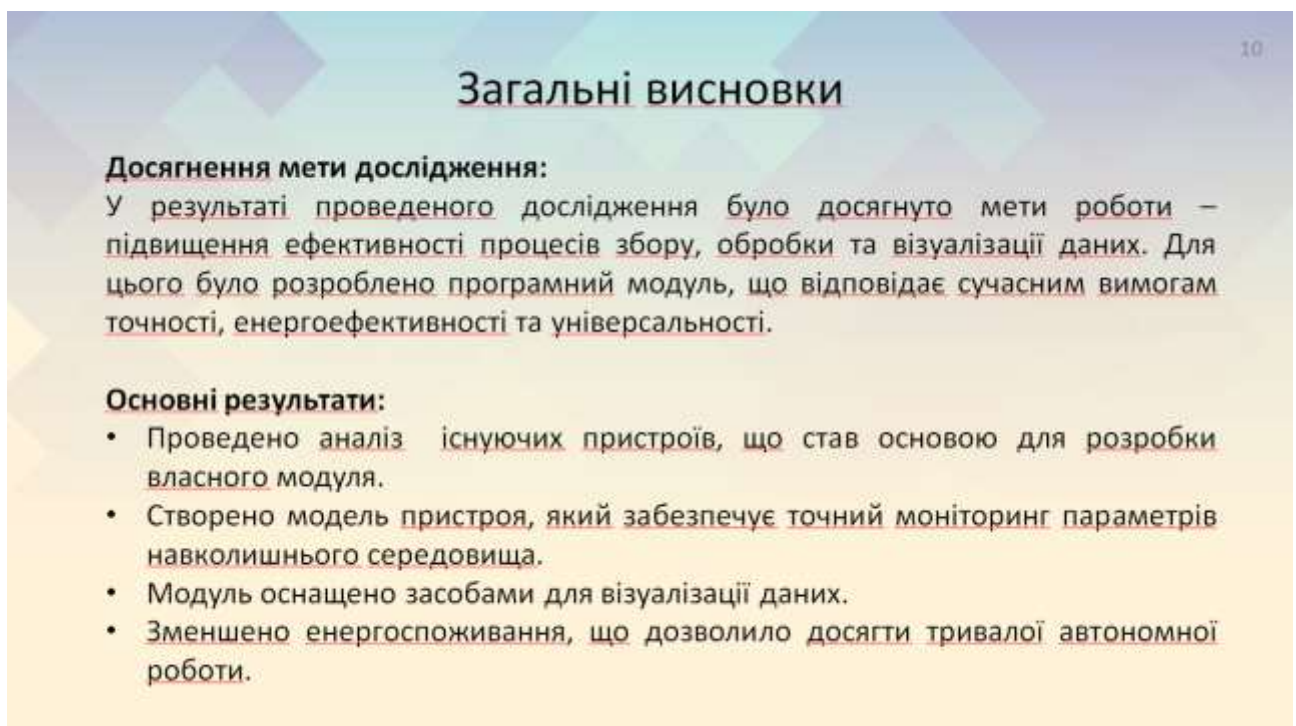
**Наукова новизна:**

- Інтеграція адаптивних алгоритмів обробки даних для зменшення інформаційного "шуму".
- Покращення енергоспоживання в умовах обмежених ресурсів.
- Використання сучасних компонентів для реалізації доступного та ефективного рішення.

**Апробація результатів дослідження:**

- Результати роботи представлені на VIII Міжнародній конференції "Виробництво & Мехатронні Системи 2024".

Рисунок Б.9 – Дев'ятий слайд



10

## Загальні висновки

**Досягнення мети дослідження:**

У результаті проведеного дослідження було досягнуто мети роботи – підвищення ефективності процесів збору, обробки та візуалізації даних. Для цього було розроблено програмний модуль, що відповідає сучасним вимогам точності, енергоефективності та універсальності.

**Основні результати:**

- Проведено аналіз існуючих пристроїв, що став основою для розробки власного модуля.
- Створено модель пристроя, який забезпечує точний моніторинг параметрів навколишнього середовища.
- Модуль оснащено засобами для візуалізації даних.
- Зменшено енергоспоживання, що дозволило досягти тривалої автономної роботи.

Рисунок Б.10 – Десятий слайд



11

## Перспективи для подальших досліджень

**Пропозиції щодо подальших досліджень:**

- Інтеграція додаткових сенсорів для розширення функціональності (температура, вологість, тиск).
- Розробка модуля з бездротовою передачею даних для роботи у розподілених системах (IoT-мережах).
- Удосконалення програмного забезпечення з використанням алгоритмів машинного навчання для аналізу даних.
- Підвищення рівня захисту корпусу (наприклад, до стандарту IP65).
- Розробка енергоефективних рішень для забезпечення тривалої автономної роботи.

Рисунок Б.11 – Одинадцятий слайд



# ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Рисунок Б.12 – Дванадцятий слайд

