

ДОДАТОК А

Апробація результатів роботи

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

З МАТЕРІАЛАМИ ІХ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

13 ЧЕРВНЯ 2025 РІК

М. ЛУЦЬК, УКРАЇНА

**«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ
МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ НАУКОВИХ ДОСЯГНЕНЬ»**



СЕКЦІЯ XII. АТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

4D BOUNDARY PROBLEM FOR 3D BIANCHI EQUATION IN VIBRATION MODELING Ilgar Mamedov, Aynura Abdullayeva	219
АНАЛІЗ КОНТЕКСТНОЇ РЕКЛАМИ ТА МЕТОДИ ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ ДЛЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ Сапельник А.В.	227
РОЗРОБЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТУ РОБОТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНО-МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ Вільчинський Д.В.	233

СЕКЦІЯ XIII. ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

ВІРТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ПІДСИЛЮВАЧА ПОТУЖНОСТІ КЛАСУ D Горжій О.С., С'янов О.М.	236
-----------------------------------------------------------------------------------	-----

СЕКЦІЯ XIV. ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

OpenLSA, МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ Кравченко В.О., Юрик В.О., Ширай А.В.	240
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

СЕКЦІЯ XV. КОМП'ЮТЕРНА ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ

РОЗРОБКА WEB-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ОСОБИСТОГО ЧАСУ ЯК МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ІТ-ПРОЄКТ Корляков Д.С.	249
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

СЕКЦІЯ XVI. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИБОРУ ОЗНАК НА ТОЧНІСТЬ МОДЕЛЕЙ КЛАСИФІКАЦІЇ Вавринюк К.В.	251
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОПОМІТНИХ БПЛА ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ Скаліш Р.Д.	253

РОЗРОБЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТУ РОБОТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЯНКИ ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНО-МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ

Вільчинський Денис Васильович

здобувач вищої освіти спеціальність 151

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Науковий керівник: Новоселов Сергій Павлович

Проф. каф. КІТАР

кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Автоматизація складських приміщень є сучасним трендом у виробництві який дозволяє підвищити щільність зберігання, підвищити швидкість обробки запитів, зменшити витрати на обслуговування, підвищити безпеку, а також спростити облік товарів.

Метою роботи – є розроблення лабораторного макету роботизованої виробничої ділянки зберігання товарно-матеріальних цінностей для наглядної демонстрації принципів роботи подібних систем, підвищення рівня навчання, та застосування на практиці отриманих навичок у процесі навчання. Під час виконання роботи було проведено аналіз сучасних роботизованих складських систем, спроектовано лабораторній макет, реалізовано програмну логіку керування макетом.

Було проведено системний аналіз вже існуючих роботизованих складських систем, під час цього процесу було з'ясовано що існують декілька основних видів систем таких як: Unit load AS/RS, Mini load AS/RS, Shuttle AS/RS, Carousel AS/RS, Depp Lane AS/RS [1]. Данні системи мають характеристики які зазначені в таблиці 1.1. Також під час роботи було спроектовано макет у програмі Fusion 360. Також було розроблено програмне забезпечення для демонстрації роботи.

Таблиця 1.1

Характеристики кожного типу систем

Тип AS/RS системи	Продуктивність	Щільність зберігання	Масштабованість	Універсальність товарів	Складність обслуговування
Unit Load AS/RS	Середня	Середньо-Висока	Складна	Висока	Середня

Продовження табл. 1

Тип AS/RS системи	Продуктивність	Щільність зберігання	Масштабованість	Універсальність товарів	Складність обслуговування
Mini Load AS/RS	Висока	Середньо-Висока	Середня	Висока	Середня
Shuttle AS/RS	Дуже висока	Середньо-Висока	Висока	Висока	Середня
Carousel AS/RS	Середньо-низька	висока	Обмежена	Висока	Висока
Deep Lane AS/RS	Висока	Дуже висока	Висока	Низька	Низька – Середня

В результаті роботи було створено модель макету роботизованої виробничої ділянки зберігання товарно-матеріальних цінностей приклад зазначено на рисунку 1.1.

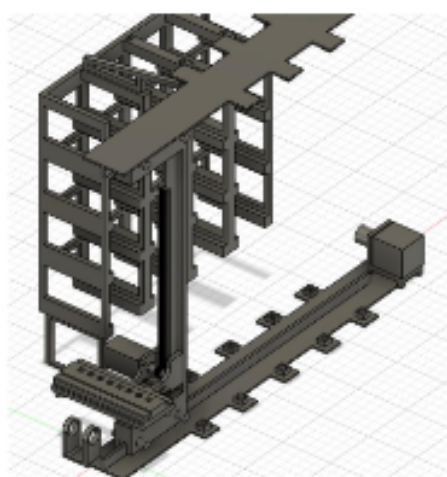


Рис. 1.1 Приклад спроектованої моделі

Також було обрано компонентну базу. В якості основного мікроконтролеру використовується STM32F767ZI оскільки він має 114 GPIO виходів та доволі швидкий процесор [2], для переміщення шатлу між стелажми використовуються двигун типу NEMA 11 з ремінним приводом gt2 за принципом роботи чимось схоже на 3d друкер, для переміщення по горизонтальній осі використовуються двигун типу NEMA 8 [3] з прямим зчеплення між шестернею на осі мотора та рейкою

на балці основними характеристиками обраного двигуна є маса 80 грам та обертальний момент 4 Ncm при використанні шестерні на 25 зубців з модулем 0.2 приблизна маса яку зможе підняти даний двигун є 400-500 грам, для висування вилки було обрано два малих шагових двигуна які не мають стандартизованого типу, в якості сканеру для qr кодів було обрано плату ESP32-CAM оскільки це універсальний варіант та дешевше ніж модуль 2D-TTL який працює швидше і зчитує більшу кількість видів кодів але він є занадто специфічним. Оскільки ми обрали шагові двигуни для них потрібні драйвери в якості яких було обрано TMC2209 він підходить по параметрах для всіх вище перелічених двигунів а також має функцію мікро шагу до $1/256$ [4].

Розроблений макет може використовуватися для підготовки фахівців з автоматизації виробництва.

Список використаних джерел:

1. Automated Storage and Retrieval Systems [ASRS Meaning + Types] [Електронний ресурс] // Modula. - Режим доступу: <https://modula.us/blog/automated-storage-retrieval-system/> (дата звернення: 09.06.2025).
2. STM32 Nucleo-144 development board with STM32F767ZI MCU, supports Arduino, ST Zio and morpho connectivity [Електронний ресурс] // st.com. - Режим доступу: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-f767zi.html> (дата звернення: 25.05.2025)
3. 8HS15-0604S Full Datasheet Nema 8 [Електронний ресурс] // omc-stepperonline.com. - Режим доступу: <https://www.omc-stepperonline.com/download/8HS15-0604S.pdf> (дата звернення: 25.05.2025)
4. TMC2209 Datasheet [Електронний ресурс] // alldatasheet.com. - Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1180128/TRINAMIC/TMC2209.html> (дата звернення: 25.05.2025)

ДОДАТОК Б

Лістинг програми

```
#include <Arduino.h>
#include <ESP32QRCodeReader.h>
#include "esp_camera.h"
#define FLASH_LED_PIN 4
// Ініціалізація UART1 для передачі даних на STM32 (TX=GPIO14, RX=GPIO15)
ESP32QRCodeReader reader(CAMERA_MODEL_AI_THINKER);
void setup() {
  Serial.begin(9600); // TX=1, RX=3
  pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT); // flash
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, LOW); // flash
  camera_config_t config;
  config.frame_size = FRAMESIZE_VGA; // 640×480
  config.jpeg_quality = 12;
  reader.setup();
  reader.beginOnCore(1);
  xTaskCreatePinnedToCore(onQrCodeTask, "onQrCode", 4 * 1024, NULL, 2, 0, 0);
}
void onQrCodeTask(void *pvParameters) {
  struct QRCodeData qrCodeData;
  while (true) {
    if (reader.receiveQrCode(&qrCodeData, 100)) {
      if (qrCodeData.valid) {
        String payload = String((const char *)qrCodeData.payload);
        int value = payload.toInt();
        if (value >= 1 && value <= 32) {
          Serial.println(value); // Відправда числа по UART1
          digitalWrite(FLASH_LED_PIN, HIGH);
        }
      }
    }
  }
}
```

```
    }  
  }  
  vTaskDelay(100 / portTICK_PERIOD_MS);  
  digitalWrite(FLASH_LED_PIN, LOW);  
}  
}  
void loop() {  
  delay(100);  
}
```

ДОДАТОК В
Демонстраційний матеріал

