

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра програмної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка програмного забезпечення для очищувально-сортувальної машини

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи СПм-61
спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва спеціальності)

Герасим В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Михалик Д.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Стоянов Ю.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Петрик М. Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Яцишин В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра програмної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)
 « » 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ Герасиму Віталію
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка програмного забезпечення для очищувально-сортувальної машини

Керівник роботи Михалик Дмитро Михайлович к.т.н, доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «_» _____ 2024 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи завдання на аналіз та розробку рішення для потреб підприємства
з розробкою власного програмного забезпечення

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Сформулювати, погодити та затвердити тему кваліфікаційної роботи;

проаналізувати завдання, зробити огляд існуючий рішень та інших сортувальних машин,

дослідити ринок;сформулювати завдання, обґрунтувати цілі дослідження;

розробити програмне забезпечення для сортування та

очищувальної машини;описати технології, етапи розробки;

дослідити та перевірити на практиці роботу очищувальної машини;

проаналізувати роботу щодо питань з дотримання положень про охорону праці та

безпеку внадзвичайних ситуаціях; оформити пояснювальну записку;

зробити відповідні висновки за результатами виконаної роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Ілюстративна частина кваліфікаційної роботи оформляється у вигляді

слайдів, висвітлює

основні розділи та етапи роботи та містить:

тему роботи, мету, предмет та об'єкт дослідження,

сформульовані завдання, перелічено етапи виконання кваліфікаційної роботи,
короткий аналіз актуальності теми, варіант архітектури програмної системи,

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надз. ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір та погодження теми з керівником. Створення та затвердження технічного завдання		
2.	Аналіз технічного завдання, аналіз існуючих платформ		
3.	Розробка ПЗ для очищувально-сортувальної машини		
4.	Тестування програмного забезпечення		
5.	Апробація результатів роботи		
6.	Перевірка програмою анти-плагіат		
7.	Охорона праці		
8.	Безпека в надзвичайних ситуаціях		
9.	Формування/зшивання записки кваліфікаційної роботи		
10.	Нормоконтроль		
12.	Попередній захист		
13.	Захист кваліфікаційної роботи		

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Атестаційна робота магістра містить с. 71, рис. 22, табл., джер. 19.

ОБ'ЄКТ, МЕТА, ПРЕДМЕТ, АНАЛІЗ,ПРОЄКТУВАННЯ,
КОНСТРУЮВАННЯ ,РОЗРОБКА,ТЕСТУВАННЯ JAVA, JAVAFX, GPIO, Pi4j,

Метою даної роботи є аналіз існуючих сортувальних машин, виведення недоліків, та на основі них розроблення нового програмного забезпечення для малих сільськогосподарських підприємств.

Метою реалізації програмного забезпечення створено на базі інструментів такі як JAVA, JAVAFX, GPIO, Pi4j. З використанням механічних пристроїв такі як оптичний датчик та повітряний клапан які допомагають проаналізувати та відсортувати сільськогосподарську культуру.

У роботі розглянуто, та проаналізовано недоліки сучасних очищувально-сортовальних машин та на основі них створено власний проект з діючими механічними пристроями. За основу інтерфейсу програми було взяти JAVAFX, та інтегровано в нього роботу GPIO. Отримано результати на реальних умовах

ABSTRACT

OBJECTIVE, PURPOSE, SUBJECT, ANALYSIS, DESIGN, CONSTRUCTION, DEVELOPMENT, TESTING JAVA, JAVAFX, GPIO, Pi4j,

The purpose of this work is to analyse existing sorting machines, identify their shortcomings, and, based on the findings, develop new software for small enterprises.

The purpose of the software implementation is based on tools such as JAVA, JAVAFX, GPIO, Pi4j. Using mechanical devices such as an optical sensor and an air valve to help analyse and sort the crop.

In this work, the disadvantages of modern cleaning and sorting machines are considered and analysed, and on the basis of them, an own project with existing mechanical devices is created. JavaFx was used as the basis for the program interface, and GPIO operation was integrated into it. The results were obtained under real conditions.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів.....	8
ВСТУП.....	9
1 Аналіз та проектування програмної системи	12
1.1 Сучасні технології автоматизації сільського господарства	12
1.1.1 Роль сортувальних машин у сільськогосподарській галузі.....	14
1.1.2 Огляд сучасних підходів сортувальних процесів	15
1.1.3 Переваги використання мови програмування Java	16
1.1.4 Сучасні системи очищення та сортування	18
1.2 Аналіз предметної області	21
1.2.1 Дослідження впливу фізичних та механічних властивостей продукції на процес сортування	22
1.3 Аналіз математичних моделей роботи сортувальних машин	23
1.3.1 Математична модель процесу сортування за розміром	24
1.3.2 Процес очищення продукції від домішок за кольором	26
1.3.3 Оптимізація алгоритмів для підвищення ефективності сортування.....	27
1.4 Висновки до розділу	28
2 Розробка програмного забезпечення.....	30
2.1 Розробка архітектури програмного забезпечення.....	30
2.1.1 Компоненти системи та їх взаємодія	35
2.1.2 Використання бібліотек Java для оптимізації роботи	36
2.2 Конструювання програмного забезпечення	37
2.2.1 Алгоритми аналізу продукції для сортування	39
2.2.2 Розробка інтерфейсу для ПЗ на JavaFX	41

2.2.3 Розробка ПЗ для компонентів системи	45
2.3 Тестування програмного забезпечення	48
2.3.1 Аналіз ефективності сортування в реальних умовах	49
2.4 Висновки до розділу	52
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .	54
3.1 Охорона праці.....	54
3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	58
Висновки	64
Перелік ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	65
ДОДАТКИ.....	68
Додаток А. Диск з роботою	69
Додаток Б. Довідка про впровадження.....	70
Додаток В. Тези конференції.....	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

WORA (Write Once Run Anywhere) – концепція Java, яка дозволяє створювати код на будь-якому пристрої, компілювати його в байт-код і виконувати на будь-якому пристрої з підтримкою JVM (Java Virtual Machine).

JAVAFX – інструментарій GUI для створення графічних інтерфейсів на мові Java.

GPIO (General-purpose input/output) – інтерфейс для зв'язку між компонентами комп'ютерної системи.

Pi4j – об'єктно-орієнтований API для Java-програмістів, що забезпечує доступ до функціоналу вводу-виводу платформи Raspberry Pi.

JVM (Java Virtual Machine) – віртуальна машина Java, яка забезпечує виконання байт-коду на різних апаратних платформах. Java Io API

RGB - розшифровується як red, green and blue

HEX - Шістнадцяткові значення кольору також підтримуються у всіх браузерах. позначається символом: #RRGGBB.

ВСТУП

Кваліфікаційна робота - це науково-практичне дослідження, метою якого є демонстрація отриманих теоретичних знань і практичних навичок, а також здатності застосовувати їх для вирішення нагальних проблем. Одним з важливих напрямків є розробка програмного забезпечення, яке не тільки відповідає сучасним вимогам, а й має практичну цінність для потреб агропромислового сектора.

Основна мета цієї роботи-створити ефективне програмне рішення для сортувальних машин, які очищають сільськогосподарську продукцію. Для досягнення цієї мети Університетські дослідження використовують знання, отримані, зокрема, в галузі інформатики, програмування та автоматизації. Кращою мовою для цього випадку є Java, яка надає широкі можливості для створення продуктивного, надійного та гнучкого програмного забезпечення.

Конкретна задача цієї роботи актуальна. Цінність цього проекту визначається не тільки його науковими інноваціями, але і його здатністю вирішувати реальні проблеми, що виникають в сільськогосподарському секторі. Таким чином, розроблене програмне забезпечення має стати корисним інструментом як для сучасної галузі, так і для її майбутніх потреб, і теорія та практика в цій роботі повинні бути враховані.

Сучасні технології значно змінили вигляд агропромислового комплексу, забезпечивши автоматизацію і підвищивши ефективність найважливіших процесів. У цьому контексті розробка програмного забезпечення для очищувально-сортувальної має вирішальне значення. Завдяки використанню сучасних мов програмування, зокрема Java, можна створювати інноваційні рішення, які значно покращують якість очищення сільськогосподарських продуктів.

Сільське господарство, що займає значну частину економіки України, постійно стикається із завданням підвищення конкурентоспроможності своєї

продукції на внутрішньому і зовнішньому рівнях. Автоматизація процесу збирання та прополки сільськогосподарських культур є важливим елементом цього процесу. Інтеграція цифрових технологій може знизити витрати, підвищити швидкість роботи обладнання та забезпечити безперервну високоякісну обробку продукції.

Програмне забезпечення Sort Machines, розроблене на основі мови Java, має багато переваг, включаючи масштабованість, інтеграцію з датчиками та іншими апаратними компонентами, а також простоту Налаштування. Як одна з найбільш універсальних мов програмування, Java може впроваджувати гнучкі системи, які можуть адаптуватися до потреб різних типів продуктів та умов експлуатації.

Робота спрямована на розробку функціональних рішень, які забезпечують ефективну роботу сортувальника, підвищують точність і швидкість очищення сільськогосподарської продукції і допомагають оптимізувати весь виробничий процес. Використання програмного забезпечення в сільському господарстві дозволить нам зробити великий крок у напрямку автоматизації та оцифрування цього сектора.

Не зважаючи на виклики, що постають перед сучасними системами автоматизації, платформи для розробки програмного забезпечення сортувальних машин можуть стати ключовим інструментом для підвищення їх ефективності. Основне завдання таких платформ – це забезпечення зручної взаємодії з даними, налаштуванням систем та оцінкою використання ресурсів і ключових метрик. Вони виконують роль проміжної або центральної ланки, що об'єднує всі елементи екосистеми – від датчиків сортувальних машин до програмного забезпечення для їх управління та аналізу.

Такі платформи, часто розгорнуті у хмарному середовищі, пропонують багатофункціональні рішення для розробки програмного забезпечення. Також мають підтримку в гнучкому налаштування, інтеграції з існуючими апаратними та програмними компонентами, це дозволяє забезпечувати високу масштабованість і сумісність. Вони ефективно розширюють можливості сортувальних машин шляхом інтеграції нових функцій і сервісів.

Для розробників такі платформи стають незамінним інструментом, оскільки пропонують широкий набір готових рішень, які спрощують створення додатків для сортування та обробки сільськогосподарської продукції. Вони також відкривають нові можливості для розробки інноваційних функцій, спрямованих на підвищення продуктивності та конкурентоспроможності аграрного сектору.

Сільськогосподарський регіон становить більше 65% від загальної площі, більша частина якої припадає на зернові культури, такі як пшениця, ячмінь та жито.

Сільськогосподарський сектор української економіки забезпечує близько 15% валового внутрішнього продукту, що підкреслює його важливість і необхідність подальшого розвитку. Однак, згідно з недавнім дослідженням, лише 29% компаній у цій галузі впровадили технології Інтернету речей у свою діяльність, демонструючи великий потенціал для розширення та інновацій. Розробка системи, що забезпечує можливість аналізу та візуалізації метричних даних, може стати важливим фактором підвищення конкурентоспроможності продуктів і підвищення якості.

1 АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

Метою роботи була обрана Розробка програмного забезпечення для автоматизації роботи сортувальника типу Sortex, який очищає і сортує гірчицю. Система повинна забезпечувати високий рівень точності, автоматизації та простоти використання завдяки використанню новітніх технологій.

Для досягнення цієї мети визначено наступні завдання:

- Знайомство з сучасними технологіями автоматизації в сільськогосподарському секторі;
- Вивчення методу обробки та аналізу даних, одержуваних з датчика сортувальної машини;
- Аналіз існуючих рішень на ринку програмного забезпечення для сортування, їх можливостей і обмежень;
- Розробка алгоритмів автоматичного визначення якості сировини на основі візуальних і фізичних параметрів;
- Створення системи моніторингу та управління, що дозволяє користувачам швидко оцінювати результати сортування;
- Впровадження інструментів візуалізації даних для полегшення аналізу продуктивності системи.

Розробка програмного комплексу спрямована на підвищення ефективності виробничого процесу і зниження витрат за рахунок інтеграції інтелектуальних технологій в автоматизацію і роботу сортувальника.

1.1 Сучасні технології автоматизації сільського господарства

Сучасні технології автоматизації сільського господарства спрямовані на оптимізацію сільськогосподарських процесів, підвищення ефективності

використання ресурсів і підвищення стійкості. Останні розробки спрямовані на інтеграцію цифрових інструментів, датчиків та програмного забезпечення для ефективного управління та моніторингу сільськогосподарської діяльності.

Точне землеробство: це включає картографування та управління полями за допомогою таких технологій, як gps та ГІС. Такі інструменти, як датчики ґрунту та монітори врожайності, збирають дані в режимі реального часу для прийняття обґрунтованих рішень щодо посадки, поливу, внесення добрив, зменшення відходів та підвищення врожайності.

Моніторинг посівів: такі технології, як безпілотні літальні апарати та дистанційні датчики, дозволяють отримувати зображення полів з високою роздільною здатністю, що дозволяє фермерам швидко виявляти зони стресу та зараження шкідниками. Це сприяє цілеспрямованому втручанню, зменшенню використання пестицидів та захисту сільськогосподарських культур.

Автоматизоване обладнання: досягнення робототехніки та механізації зменшили залежність від ручної праці. Автоматичні системи посіву, прополки і збору врожаю економлять час і підвищують продуктивність, особливо на великих фермах

Екологічний розвиток: технологія підтримує екологічно чисті методи ведення сільського господарства, такі як точне зрошення та водозберігаючі стічні води, а також точне управління поживними речовинами для мінімізації забруднення. Рішення щодо відновлюваних джерел енергії, такі як системи сонячної енергетики, також підвищують стійкість сільського господарства

Ці досягнення демонструють потенціал технологій для трансформації сільського господарства шляхом підвищення продуктивності праці, зменшення впливу на навколишнє середовище та вирішення проблеми глобального зростання населення.

1.1.1 Роль сортувальних машин у сільськогосподарській галузі

На сьогоднішній день є велика кількість сортувальних машин для автоматизації сільської продукції, їхній вплив є рішучим фактором для кінцевого продукту. Ніхто не буде купувати зерна пшениці чи кукурудзи для свого бізнесу зі залишками пилу чи іншими видами сміття.

Зазвичай на малих підприємствах використовують машини з механічною роботою, а саме без програмного забезпечення та логіки самої машини, це в більшості тільки сортувальні станки. Розвиток технології сортування пшениці пішов далеко від традиційних методів.

На великих підприємствах або агрохолдингах використовують сортувальні машини кольором, за формою, розміром. Ці всі процеси відбуваються настільки швидко що за робочий день можливо очистити велику кількість продукції, значно покращуючи якість продукції, зменшуючи відходи та підвищуючи ефективність процесів

Сортувальники стали революційною технологією в сільськогосподарській промисловості, пропонуючи неперевершену точність контролю якості та ефективність. Оскільки ці машини продовжують розвиватися, вони готові відігравати ще більшу роль у модернізації переробки пшениці, дозволяючи фермерам і переробникам задовольняти постійно зростаючі потреби зростаючого населення світу.

Впроваджуючи ці інновації, пшенична галузь не тільки покращує свої прибутки, але й робить внесок у більш стійкий і надійний ланцюг постачання продуктів харчування. Оскільки технології продовжують розвиватися, майбутнє сортування пшениці виглядає яскравішим, ніж будь-коли.

1.1.2 Огляд сучасних підходів сортувальних процесів

У минулому сортування було в основному ручним процесом, який вимагав кваліфікованих робітників, щоб перевіряти та відокремлювати пшеницю вручну. Цей метод був не тільки трудомістким, але й схильним до помилок, що призводило до невідповідності якості сортованого зерна. Поява механічних сортувальних машин у 20 столітті почала автоматизувати цей процес, але вони були обмежені у своїй здатності виявляти незначні відмінності в якості зерна. Ранні механічні сортувальники покладалися на основні критерії, такі як розмір і вага, які не могли ефективно усунути дефекти, пов'язані з кольором. У результаті їм було важко усунути певні домішки, як-от зерна, уражені грибковими захворюваннями, або зерна з різним рівнем вологості, які можна виявити за змінами кольору.

Ранні оптичні сортувальники використовували базові кольорові датчики для виявлення варіацій, але з розвитком технологій ці системи ставали все складнішими, об'єднуючи мультиспектральні камери, які можуть ідентифікувати навіть найменші відмінності в кольорі та текстурі. Сьогодні сучасні кольорові сортувальники можуть розрізняти широкий спектр недоліків, від злегка знебарвлених зерен до тих, що заражені комахами або пошкоджені посухою.

Застосування сортувальників пшеничного кольору надає фермерам і переробникам зерна кілька переваг, серед яких покращена якість, підвищення ефективності та зменшення відходів:

- Покращена якість продукту : видаляючи дефектні зерна з надзвичайною точністю, кольорові сортувальники гарантують, що лише високоякісна пшениця потрапляє на ринок. Це не тільки сприяє дотриманню жорстких експортних стандартів, але й сприяє кращому ціноутворенню та підвищенню конкурентоспроможності на світовому ринку. Постійність якості також створює довіру покупців і споживачів, що веде до довгострокових ділових відносин.

- Збільшена швидкість обробки : сучасні сортувальники пшениці працюють на неймовірній швидкості, обробляючи кілька тонн зерна на годину. Це значно скорочує час, необхідний для сортування великої кількості пшениці, дозволяючи переробникам обробляти великі обсяги без шкоди для якості. Для великомасштабних операцій ця економія часу безпосередньо перетворюється на підвищення пропускну здатності та прибутковості.
- Зменшення втрат після збору врожаю : Виявляючи та видаляючи дефектні зерна на ранній стадії ланцюга обробки, кольорові сортувальники допомагають мінімізувати втрати після збору врожаю. Вони дозволяють переробникам врятувати зерно, яке інакше могло б бути викинуто через забруднення або недосконалість, сприяючи вищій врожайності та кращому використанню ресурсів. Це зменшення відходів є особливо важливим, оскільки продовольча безпека залишається глобальною проблемою.
- Ефективність робочої сили : автоматизація процесу сортування означає, що для контролю якості потрібно менше фізичних працівників, зменшуючи витрати на робочу силу та пом'якшуючи ризики, пов'язані з людською помилкою. Такий перехід дозволяє сільськогосподарським підприємствам переорієнтувати свою робочу силу на інші важливі сфери виробництва, такі як логістика та пакування

1.1.3 Переваги використання мови програмування Java

Будь-яку мову можна вважати простою, якщо її легко вивчити і зрозуміти. Синтаксис Java простий і зручний для написання, вивчення, підтримки та розуміння, а його код легко налагоджувати. Крім того, Java менш складна, ніж такі мови, як C і C++. Це пояснюється тим, що багато складних функцій цих мов було видалено з Java. Наприклад, концепція явних покажчиків, класи зберігання,

перевантаження операторів і багато іншого.

Java - об'єктно-орієнтована мова, яка допомагає зробити код гнучкішим і багаторазово використовуваним; концепція ООП дає змогу легко повторно використовувати об'єкти в інших програмах [1].

Безпеку також можна підвищити, згрупувавши дані та функціональність в єдине ціле і не дозволяючи доступ ззовні. Великі модулі можуть бути згруповані в більш дрібні для полегшення сприйняття,

Java знижує загрози і ризики безпеки за рахунок відмови від використання явних покажчиків. Покажчики зберігають у пам'яті адреси різних значень, що може призвести до несанкціонованого доступу до пам'яті. Ця проблема вирішується шляхом відмови від концепції покажчиків. Крім того, у Java є менеджер безпеки для кожної програми, який може визначати правила доступу для класів Java-програми недорогі в розробці та підтримці, оскільки їх виконання залежить від конкретної апаратної інфраструктури. Оскільки вони можуть бути легко запущені на будь-якій машині, додаткові витрати на обслуговування знижуються.

Java пропонує дуже ефективну перевагу для користувачів, надаючи незалежну від платформи можливість, звану функцією Write Once Run Anywhere (WORA). Скомпільований код, тобто байткод Java, є платформонезалежним і може виконуватися на будь-якій машині, незалежно від операційної системи. Як показано на діаграмі нижче, код може бути виконаний на будь-якій машині, що підтримує віртуальну машину Java (JVM):

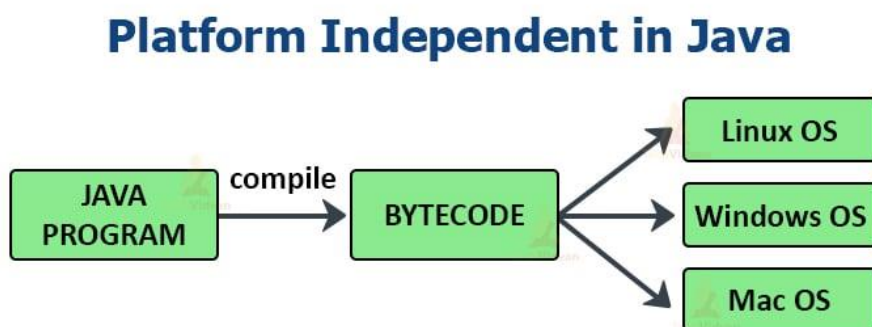


Рисунок 1.1 – Java незалежний від платформи

1.1.4 Сучасні системи очищення та сортування [2]

Одним із популярний в Україні на малих підприємствах є вид сортувальних машин «Зерновий сепаратор БЦС-25» рисунок 1.2. Сортувальник сільськогосподарських культур БЦС-25 забезпечує 25 тонн обробки сільськогосподарських культур. Його основними характеристиками є надійність, продуктивність, безпека (при дотриманні правил) і економічність. Він ідеально підходить для невеликих ферм, цехів з переробки зерна в якості додаткового об'єкта для зернової промисловості. жовтень. Основна мета його використання- видалення домішок із загального стоку зерен. Це один з найпростіших вібросепараторів які виробляють в Україні та його ефективність від сміття не є великим. Він більше призначений великих сміттєвих залишків такі як: каміння, великі комахи, та плід буряна [3].



Рисунок 1.2 – Зерновий сепаратор БЦС-25

Також існують Сепаратори повітряні наприклад «марки АСХ-10» із замкнутим циклом повітря Рисунок 1.3 і діаметральним вентилятором призначені для поділу продуктів лущення круп'яних культур (відбору лузги і мучки, контролю лузги, контролю готової продукції) і для очищення зерна пшениці від аеродинамічних легких домішок [4].

Сепаратори повітряні із замкнутим циклом повітря призначені для поділу сипучих продуктів за допомогою повітряного потоку на основі відмінності аеродинамічних властивостей частинок компонентів суміші. Сепаратори повітряні можуть застосовуватися як окремі одиниці обладнання, наприклад, для відділення лушпиння і мучки на млинах, крупозаводах, маслопресових і олійноекстракційних заводах, так і в комплексі з сепараторами зерноочисними на елеваторах, зерноприймальних та інших зернопереробних підприємствах.



Рисунок 1.3 – Повітряний сепаратор АСХ-10

Також існує аспіраційний сепаратор БСХ-100 він призначений для альтернативних і універсальних очищувальних машин, призначена для первинної очистки як оберемків колосових культур (пшениця, жито, овес і т.д.), так і зернобобових, технічних і олійних культур, насіння трав від легких, великих і дрібних, засмічують і зірнових домішок, різних геометричних розмірів і аеродинамічних характеристик, відокремлюваних повітряним потоком і ситом, для доведення вміст домішок в зібраному зерні визначається відповідно до правил проведення технічних процесів на елеваторах, фабриках, зернофабриках,

комбикормових заводах та іншими нормативними документами. Аж до показників, які регулюються [5].

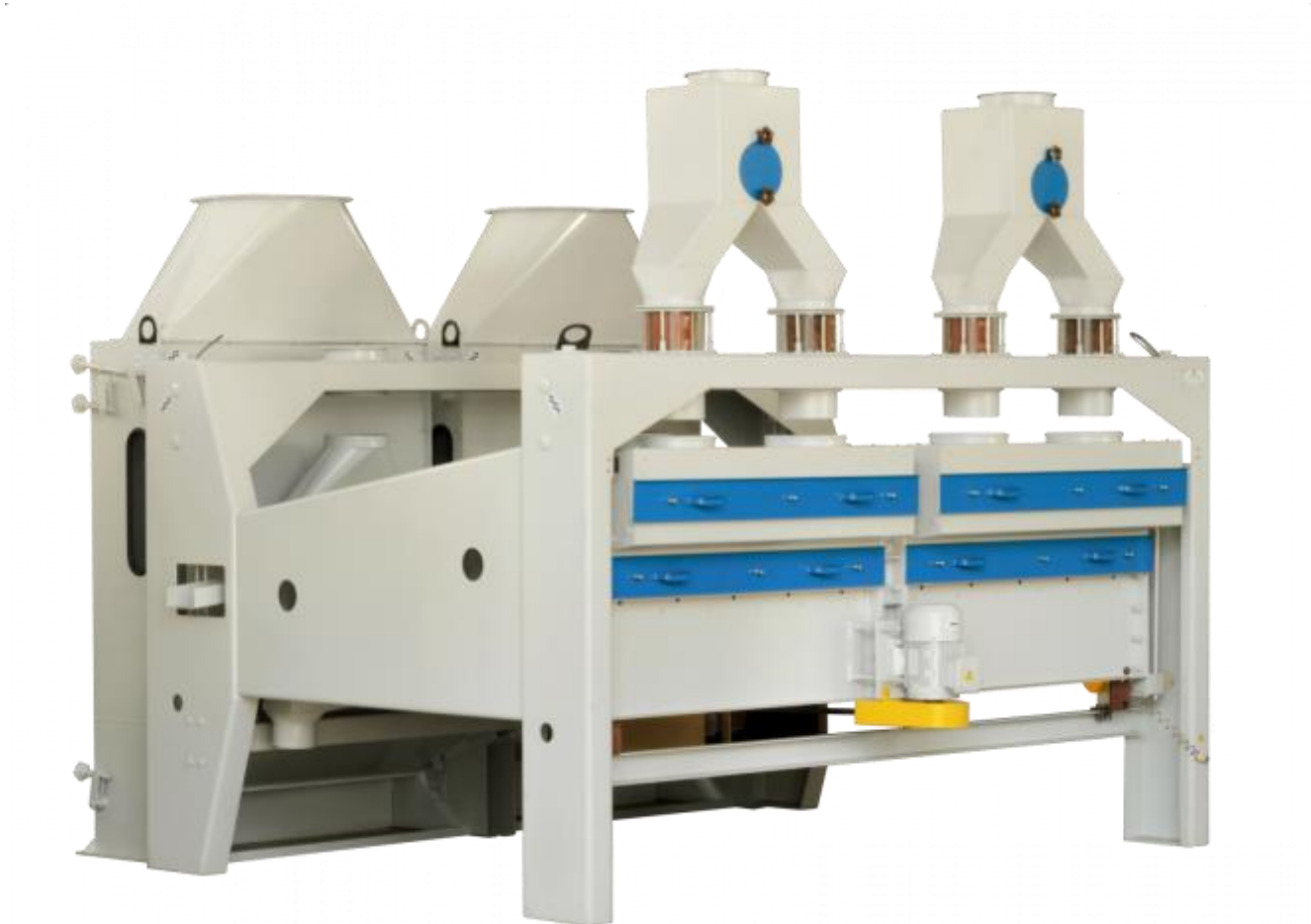


Рисунок 1.4 – Сепаратор універсальний БСХ-100

Цих всіх сепараторів не достатньо для отримання ідеальної продукції щоб виготовити із зернових культур готові товари такі як: (гречка для споживання, мука, гірчиця для перетворення і тд.).

1.2 Аналіз предметної області

З кожним днем сільськогосподарський бізнес розвиває технології щоб покращити якість продукції та її ефективність особливо в контексті післязбиральної обробки продукції, значну увагу приділяють сортуванню зерна як важливому етапу забезпечення його якості. Недостатньо просто зібрати врожай; необхідно забезпечити його якісне сортування, оскільки механічні домішки, дефектні зерна та інші невідповідності можуть негативно вплинути на кінцеву продукцію. Якщо чистота зерна становить лише 90%, то його ринкова вартість може бути втричі нижчою порівняно з культурою, де рівень чистоти досягає 96%. Це підкреслює критичне значення якісного сортування для забезпечення конкурентоспроможності та економічної ефективності зернової продукції.

Використання сучасних сортувальних машин допомагає мінімізувати втрати зерна та підвищити його товарну цінність. Це підкреслює важливість розробки програмного забезпечення, здатного ефективно керувати сортувальними процесами, аналізувати дані в реальному часі та оптимізувати якість обробки зернових культур.

В більшості малі сільськогосподарські підприємства не мають коштів щоб купити собі якісну та ефективну очищувальна-сортувальну машину та обирають більш дешеві. Але кожна з них має свій функціонал вібраційні можуть очищувати від камінь та інших велико габаритних сміттєвих залишків. Повітряні в більшості призначені для малих сміттєвих залишків. Очищувальна-сортувальну машину за кольором є одним з найдорожчих та вони мають свою логіку та програмне забезпечення.

Щоб отримати якісну очищувальна-сортувальну машину за кольором потрібно розуміти логіку та важливість програмного забезпечення. Вона дозволяє налаштовувати параметри сортування, інтегрувати дані для аналітики та забезпечувати адаптацію машин до різних типів культур. Вибір мови програмування, фреймворків та алгоритмів залежить від складності системи та потреб замовника. Ефективне програмне забезпечення сприяє підвищенню

точності сортування, оптимізації витрат і зниженню впливу людського фактора на якість роботи обладнання.

Таким чином, аналіз предметної області демонструє важливість розробки програмного забезпечення в даній сфері діяльності та інтеграції сучасних технологій у процеси сортування для покращення економічної ефективності агровиробництва та забезпечення стабільно високих стандартів продукції.

1.2.1 Дослідження впливу фізичних та механічних властивостей продукції на процес сортування на прикладі зерна

Самі зерна мають такі ключові фізичні властивості: колір, розмір, вага, форма, текстура, вологість. Більшість сучасних сортувальних машин використовують сита або оптичні сенсори для відбору зерна за розміром і формою. Наприклад, овальні чи круглі зерна пшениці легко відокремлюються від подовжених або плескатих часток сторонніх матеріалів. Оптичні сортувальні машини використовують датчики, які аналізують спектр кольорів зерна, що дозволяє відокремлювати дефектні зерна або домішки (наприклад, камінці чи залишки рослин). Текстура зерна може впливати на точність роботи сенсорів, тому налаштування обладнання є важливим етапом. Одним з головних методів також є і вібраційні сортувальні машини які під час руху двигуна заставляють рухатись зерна по столу сортувальні машини та проникати у сито за розміром і легко можна від'єднати зерна від камінців та сіна і інших видів сміттєвих залишків.

Дослідження цих параметрів дозволяє розробляти алгоритми програмного забезпечення для сортувальних машин, які забезпечують високу точність і швидкість роботи. Наприклад, аналіз розміру та кольору зерен за допомогою комп'ютерного зору може значно підвищити якість сортування, зменшивши частку помилкових рішень.

Застосування таких методик сприяє зменшенню втрат продукції, підвищенню її вартості та конкурентоспроможності на ринку

Домішки зернових мас	Розміри, мм			Щільність домішок, г/см³	Маса 1000 зерен, г	Критична швидкість подачі повітря, м/с
	довязна	ширина	товщина			
Вівсюг звичайний	8,0 – 20,0	1,7 – 3,0	1,2 – 3,0	0,9 – 1,1	15,0 – 25,0	5,5 – 8,3
Гречка татарська	4,0 – 5,6	2,2 – 3,6	2,2 – 3,6	1,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,5 – 9,0
Кукіль звичайний	2,8 – 4,4	2,0 – 3,0	1,6 – 3,0	1,1 – 1,3	7,0 – 10,0	6,0 – 9,8
Різань	2,0 – 8,5	1,0 – 3,0	0,8 – 1,8	0,9 – 1,1	2,0 – 2,2	—
Релька дика	3,0 – 8,1	2,0 – 5,8	1,7 – 5,0	0,8 – 1,0	8,0 – 10,0	—
Гречка витка березковидна	2,0 – 3,6	1,6 – 2,8	1,6 – 2,6	3,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,7 – 7,4
Березка польова	2,4 – 4,3	1,4 – 3,4	1,1 – 2,8	0,97	10,0 – 11,1	4,6 – 8,0
Стоколос житній	7,0 – 10,0	1,7 – 2,0	1,5 – 1,7	0,3 – 0,4	6,0 – 8,0	—
Голівки осоту	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	0,74	0,37	—
Просо						
курчає	2,4 – 5,0	1,2 – 2,6	0,7 – 2,0	0,8 – 1,2	1,5 – 2,0	2,5 – 6,5
рисове	3,0 – 3,5	2,0 – 2,5	1,2 – 2,0	1,1 – 1,2	4,0 – 3,0	—
Волошка синя	2,3 – 3,0	1,2 – 1,7	0,8 – 1,2	—	4,0 – 5,9	4,2 – 6,5
В'язіль	4,0 – 8,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2	—	—	—
Осот польовий	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	—	0,37	—
Пелюшка	4,8 – 8,0	4,5 – 8,0	3,2 – 8,0	—	—	11,0 – 16,0
Пирій повзучий	6,0 – 12,5	1,4 – 2,4	0,6 – 1,6	—	4,0 – 5,0	4,8 – 7,2

Рисунок 1.5 – Класифікація та характеристика зерна [6]

На Рисунку 1.5 показано приблизний розмір зерна та щільності потенційних домішок, які не повинні потрапляти до готового продукту. Окрім того, визначено критичну швидкість подачі повітря, яка дозволяє ефективно очищувати зерно без ризику його пошкодження. Якщо швидкість перевищує допустимі значення, зерна можуть зазнати механічних пошкоджень, що унеможливує їх використання для харчових цілей. Дотримання цих параметрів є ключовим для забезпечення якості продукції та збереження її харчової цінності.

1.3 Аналіз математичних моделей роботи сортувальних машин

На рисунку 1.5 представлено основні параметри зерна, такі як його розміри, форма та інші фізичні властивості. На основі цих даних будуть виведені формули, що дозволять сортувальній машині виконувати очищення та сортування залежно

від заданих критеріїв. Для різних потреб сортування будуть застосовуватись відповідні алгоритми, що враховують розмір, форму та інші характеристики зерна, забезпечуючи максимальну ефективність процесу.

1.3.1 Математична модель процесу сортування за розміром

Процес сортування зерна за допомогою вібраційного методу базується на механічному розділенні продукції відповідно до розмірних характеристик. Вібраційні машини створюють контрольовані коливання ситового полотна, що дозволяє зерну проходити через отвори відповідного розміру та розділятися на фракції.

Зерно описується розмірами L, W, T (довжина, ширина, товщина), а також масою m . Ситове полотно моделюється параметрами діаметра отворів D , їх щільності та форми (круглі, овальні, прямокутні).

Для руху зерна по сити визначається рівнянням динаміки:

$$F = m \cdot a, \quad (1.1)$$

де F — сила, яка діє на зерно через вібрацію, a — прискорення, що виникає внаслідок коливань.

Ефективність сортування залежить від амплітуди A і частоти f вібрації, які пов'язані з інтенсивністю розподілу зерна, де v — швидкість руху поверхні сита.:

$$v = 2\pi f A, \quad (1.2)$$

Для проходження зерна через отвори сита виконується умова що забезпечує розділення зерна на фракції:

$$T < D \quad \text{і} \quad L, W \leq D, \quad (1.3)$$

Ці формули дозволяють легко вичислити частоту вібрацій та амплітуду для сортування за розміром. Крім того, математична модель вібраційного процесу є інструментом для мінімізації пошкодження зерна. Завдяки точному розрахунку механічних впливів на зерно під час сортування вдається уникнути його руйнування, що особливо важливо для зернових культур, які призначені для харчової промисловості.

Щоб розрахувати розмір отвору для сортувальної машини залежно від параметрів зерна, можна використовувати таку формулу:

$$D = d + k \cdot \sigma \quad (1.4)$$

D — діаметр або розмір отвору сита, який потрібно визначити (мм), d — середній розмір зерна для певної культури (мм), k — коефіцієнт, що враховує допуски та необхідний запас для пропуску зерна, σ — стандартне відхилення розміру зерен у партії (мм).

Середній розмір зерна (d) визначається з аналізу партії сировини шляхом обчислення середнього арифметичного розміру всіх зерен. Стандартне відхилення (σ) враховує розкид розмірів зерен у партії, що важливо для уникнення забивання сит. Коефіцієнт (k) обирається залежно від умов сортування, таких як щільність, форма зерна та вимоги до точності сортування. Зазвичай, k коливається в межах 1,1–1,5.

Для пшениці із середнім розміром зерна $d = 4$ мм, стандартним відхиленням $\sigma = 0,2$ мм, і коефіцієнтом $k = 1,2$: $D = 4 + 1,2 \cdot 0,2 = 4,24$ мм.

$$D = 4 + 1,2 \cdot 0,2 = 4,24 \text{ мм.} \quad (1.5)$$

Застосування цієї моделі також дозволяє оптимізувати конструкцію ситових полотен. Аналіз геометричних параметрів отворів у ситі та їх розташування сприяє зниженню втрат продукту під час сортування та збільшує продуктивність обладнання. Використання моделі дає можливість адаптувати сортувальну машину до різноманітних культур, що є важливим для підприємств, які працюють із широким асортиментом зернових.

Ще однією перевагою застосування моделі є зниження енергоспоживання сортувальних машин. моделювання та ідентифікації параметрів складних процесів n -компонентної компетитивної адсорбції в нанопористих кіберсистемах зі зворотними зв'язками. Запропоновано ефективне розпаралелювання векторних складових розв'язку моделі з використанням перетворення Лапласа та операційного методу Гевісайда з декомпозицією нелінійної системи з умовами адсорбційної рівноваги типу Ленгмюра. Вибір оптимальних параметрів вібрації дозволяє забезпечити ефективну роботу обладнання за мінімальних витрат енергії. Це має особливе значення в сучасних умовах, коли питання енергоефективності стають пріоритетними для агропромислового комплексу.

1.3.2 Процес очищення продукції від домішок за кольором

Сортування за кольором є одним із найскладніших процесів так як має присутній не тільки механічне очищення а правильно написане програмне забезпечення що отримати ідеальний результат. Для моделювання процесу кольорового сортування можна використовувати алгоритми обробки зображень, які оцінюють відхилення кольорових характеристик від еталонного значення. Формула для визначення відхилення кольору в просторі RGB може бути:

$$D_{\text{color}} = \sqrt{(R_1 - R_0)^2 + (G_1 - G_0)^2 + (B_1 - B_0)^2}, \quad (1.6)$$

Де – R_1, G_1, B_1 — компоненти кольору аналізованого зерна; R_0, G_0, B_0 — еталонні значення кольору для допустимого зерна; D_{color} — відхилення кольору. Якщо D_{color} перевищує заданий поріг $D_{threshold}$, зерно визначається як домішка та видаляється.

Якщо $D_{color} > D_{threshold}$ (порогове значення для допустимого відхилення кольору), зернина визначається як домішка. При виявленні домішки активується повітряний струмінь, який видаляє її з потоку де (Trigger Airflow) — активація механізму подачі повітря. . Умову можна записати у вигляді:

$$\text{if } D_{color} > D_{threshold} \Rightarrow \text{Trigger Airflow}, \quad (1.7)$$

Сканер кольору оцінює кожну зернину. Якщо відхилення кольору перевищує допустиму межу, подається короткий імпульс повітря, який направляє домішку в окремий контейнер. Якщо зернина відповідає еталону, вона залишається в основному потоці продукції.

Цей підхід забезпечує точне відокремлення домішок на основі кольорових характеристик у реальному часі.

1.3.3 Оптимізація алгоритмів для підвищення ефективності сортування

Одним з головних пунктів це є оптимізація та використання меншої кількості енергії та пам'яті машини, це все має відбуватися з набуттям практики та вдосконаленням коду, в теперішньому світі немає нічого ідеально потрібно кожного дня щось вдосконалювати на краще, щоб бути одним із перших

Оптимізація алгоритмів є важливим фактором поліпшення роботи сортувальних машин, призначених для переробки зернових культур. Вдосконалені алгоритмічні рішення дозволяють знизити втрати продукції, підвищити якість готових матеріалів і знизити енерговитрати.

Сучасні сортувальні машини використовують алгоритми, які аналізують

розмір, форму і колір зерен, щоб визначити їх відповідність критеріям. Таке вдосконалення алгоритму дозволяє скоротити кількість некоректних відхилень, а витрати на повторне сортування зводяться до мінімуму. Оптимізація передбачає використання передових методів аналізу зображень і класифікації даних для більш швидкої і точної роботи.

Алгоритми сортування також повинні враховувати змінні умови, такі як розмір партії зерен і їх змішування з домішками. Для цього використовується адаптивний підхід, який автоматично регулює параметри системи. Наприклад, алгоритм може змінювати критерії відбору залежно від рівня забруднення або типу продукту, який був оброблений.

Крім того, оптимізація підвищує енергоефективність процесу сортування. Використання більш економічних обчислювальних рішень та скорочення часу виконання операцій можуть допомогти зменшити споживання енергії. Це особливо актуально для великих компаній, які щодня переробляють велику кількість зерна.

Тому оптимізація алгоритму є незамінним елементом при розробці технології сортування, яка забезпечує підвищення ефективності, результативності та якості виробничого процесу.

1.4 Висновки до розділу

Наприкінці цього розділу проаналізовано висновки до цього розділу на рахунок сучасних технологій що використовуються у сільському господарстві.

Одним із головних формул це 1.7 та 1.10 які задають основу для сортувальних машин . Аналіз показав, що сортувальні системи є невід’ємною складовою аграрного виробництва, допомагаючи зменшити втрати та підвищити рентабельність. Висвітлено новітні підходи до сортувальних процесів, які спираються на фізичні, механічні й оптичні властивості продукції.

Особливу увагу приділено математичним моделям і алгоритмам, які покращують точність сортування та знижують ризик механічних пошкоджень зерна. Переваги мови програмування Java для створення програмного забезпечення також підкреслено, оскільки вона дозволяє розробляти стабільні та масштабовані рішення.

Отримані висновки створюють основу для подальших досліджень і вдосконалення програмно-апаратних рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи сортувального обладнання.

2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Основне завдання роботи полягає в розробці програмного забезпечення для автоматизації збору та аналізу параметрів роботи сортувальних машин. Це включає оцінку ключових показників, що впливають на якість сортування зерна, виявлення критичних відхилень у властивостях продукції, а також забезпечення адаптації процесу під зміну характеристик зернових культур. Реалізація такого ПЗ дозволяє оптимізувати сортувальний процес, забезпечити стабільну якість продукції та зменшити ризики помилок у роботі системи.

2.1 Розробка архітектури програмного забезпечення

Розробка програмного забезпечення є центральним напрямком діяльності організації в області інформаційних технологій. Збільшення швидкості розробки дуже важливо для підвищення продуктивності. Щоб розробники могли просувати інновації вперед, їм потрібно створити відповідне середовище та усунути всі перешкоди. Для підвищення ефективності розробки програмного забезпечення використовується організаційна структура програмної системи. Використання такої структури надасть розробникам програмного забезпечення готовий набір інструментів для подальших удосконалень і ще більше знизить витрати на його обслуговування. При створенні такого фреймворку найголовніше-визначити ключові моменти, які вимагають додаткового структурування при створенні програмного забезпечення, а модульність компонентів системи дозволяє передавати частини проекту між командами. Це полегшує розробку, висвітлює ідею компонентів програми для подальшого повторного використання та спрощує процес взаємодії між розробниками.

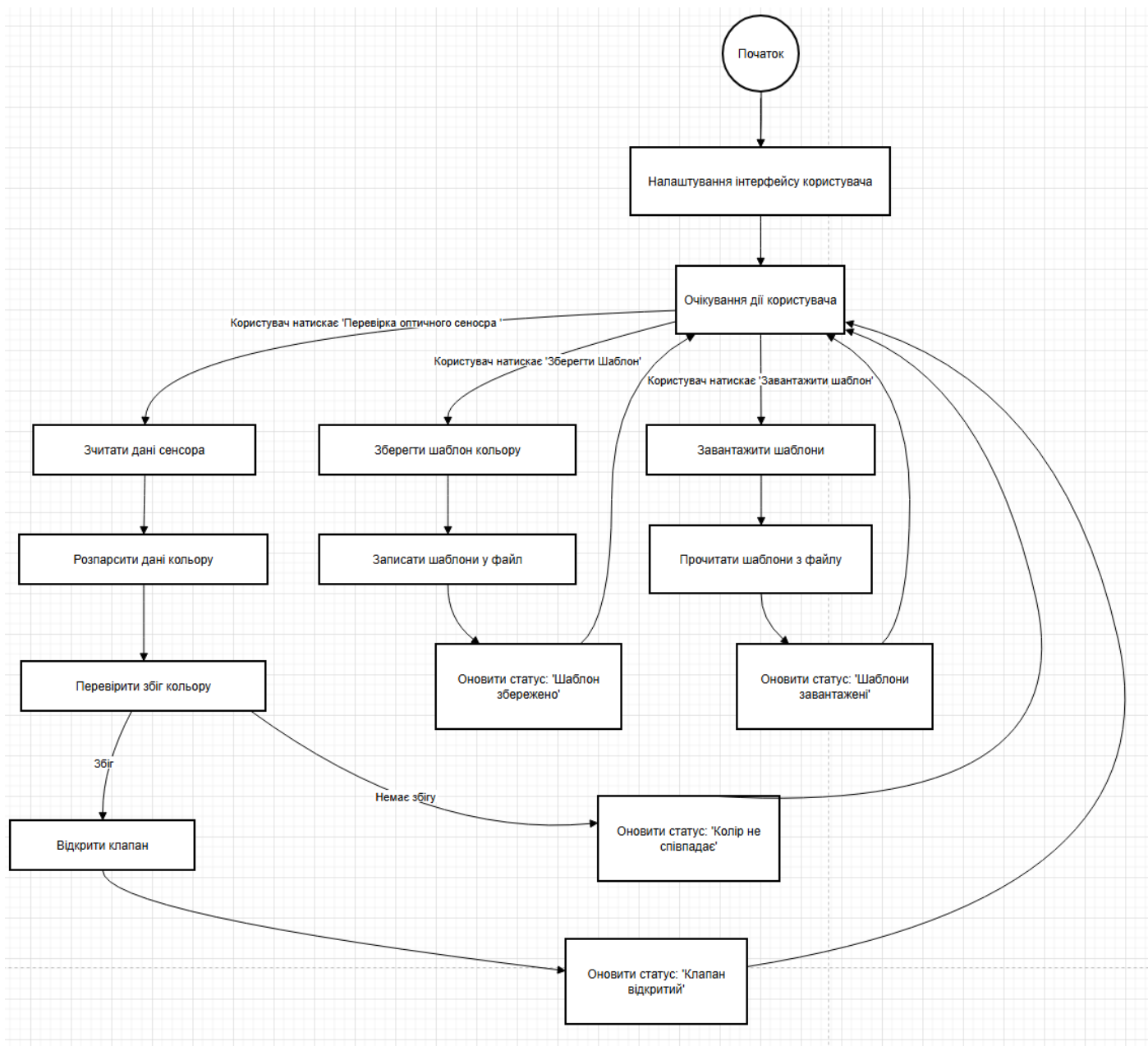


Рисунок 2.1 UML діаграма дії

На рисунку 2.1 показана UML діаграма дії. Ця діаграма відображає робочий процес програми сортування кольорів, яка поєднує роботу з GPIO, серійним портом та інтерфейсом користувача. Опис основних етапів діаграми:

Початок:

- Програма починається зі стартової точки Start.

Налаштування:

- Налаштування інтерфейсу користувача (UISetup): Відображення

графічного інтерфейсу для користувача.

Очікування дій користувача:

- Програма переходить у стан `WaitForAction`, очікуючи взаємодію від користувача.

Перевірка кольору:

- Коли користувач натискає `Перевірка оптичного сенсора`, зчитуються дані з сенсора (`ReadSensor`).
- Дані розпарсуються у формат RGB (`ParseColor`).
- Визначається, чи співпадає отриманий колір із цільовим (`CheckMatch`).
- У разі збігу: відкривається клапан (`ReleaseAir`), і статус оновлюється на `Клапан відкритий`.
- У разі відсутності збігу: статус оновлюється на `Колір не співпадає`.

Збереження шаблону:

- При натисканні `Зберегти шаблон`, обраний шаблон кольору зберігається (`SaveTemplate`).
- Шаблони записуються у файл (`SaveToFile`), а статус оновлюється на `Шаблон збережено`.

Завантаження шаблонів:

- При натисканні `Завантажити шаблон`, шаблони кольорів завантажуються з файлу (`LoadTemplates`).
- Шаблони читаються із файлу (`ReadFromFile`), а статус оновлюється на `Шаблони завантажені`.

Повернення в стан очікування:

- Після кожної дії (перевірка кольору, збереження шаблону або завантаження шаблонів), програма повертається до стану очікування користувацької дії.

Ця діаграма ілюструє інтерактивний цикл роботи програми, де кожна дія користувача активує відповідний функціонал.

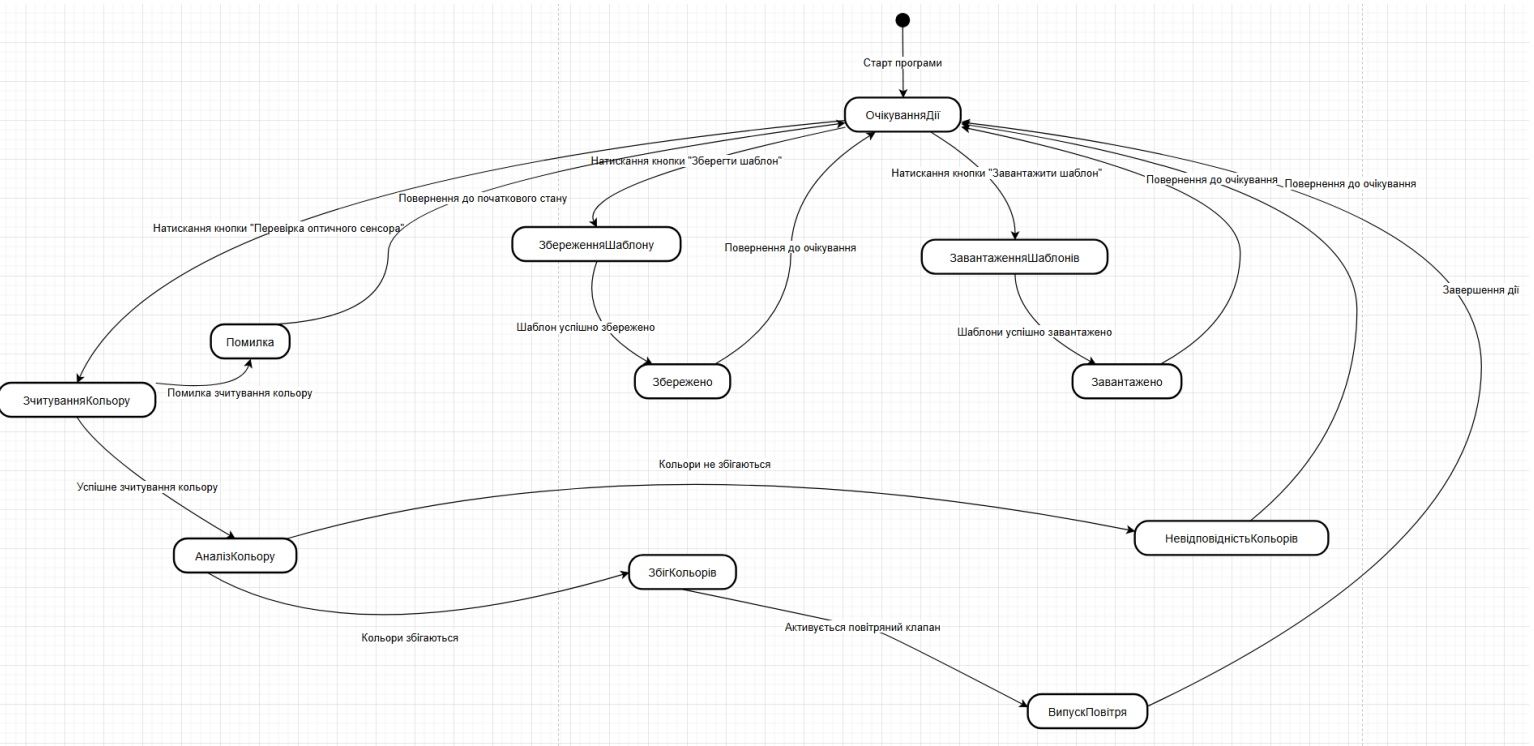


Рисунок 2.2 UML діаграма станів

Ця діаграма описує основні стани роботи програми для сортування кольорів, включаючи обробку даних із сенсора, управління шаблонами та реагування на помилки. Опис ключових станів:

Старт програми:

- Початкова точка: перехід до стану ОчікуванняДії, де програма чекає на взаємодію з користувачем.

Перевірка кольору:

- Натискання кнопки Перевірка оптичного сенсора переводить програму в стан Зчитування Кольору.
- Якщо зчитування кольору успішне, програма переходить до стану Аналіз Кольору.
- У разі помилки під час зчитування — перехід до стану Помилка, після чого повертається до Очікування Дії.

Аналіз кольору:

- У стані Аналіз Кольору перевіряється відповідність зчитаного кольору заданому шаблону.
- Якщо кольори збігаються, програма переходить до стану Збіг Кольорів, де активується повітряний клапан (Випуск Повітря), після чого повертається до Очікування Дії.
- У разі невідповідності кольорів програма переходить у стан Невідповідність Кольорів і повертається до Очікування Дії.

Збереження шаблону:

- Натискання кнопки Збереження Шаблону ініціює стан Збереження Шаблону, де шаблон успішно записується в пам'ять.
- Після завершення збереження програма повертається до стану Очікування Дії.

Завантаження шаблонів:

- Натискання кнопки Завантаження шаблону активує стан Завантаження Шаблонів.
- Після успішного завантаження шаблонів програма переходить до стану Завантажено, а потім повертається до Очікування Дії.

Обробка помилок:

- У стані Помилка програма реагує на проблеми зчитування кольору та повертається до початкового стану Очікування Дії для повторення операції.

Ця діаграма демонструє послідовний перехід між станами програми, забезпечуючи обробку дій користувача, аналіз даних і управління станами у разі успішних чи невдалих операцій.

2.1.1 Компоненти системи та їх взаємодія

Система для автоматизації сортування продукції складається з кількох ключових компонентів, кожен з яких виконує певну функцію, а їх взаємодія забезпечує ефективність та точність сортувального процесу. Нижче описані основні елементи системи:

Датчики є основою для збору інформації про продукцію, яка сортується. Вони включають:

- Оптичні сенсори — для визначення кольору, розміру та форми зерен.
- Фотометричні датчики — дозволяють оцінити різницю в текстурі та поверхневих властивостях.
- Датчики ваги — для вимірювання щільності та маси зерен.
- Температурні сенсори — відстежують зміни температури для запобігання перегріву під час сортування.

Центральна частина системи, яка використовує дані від датчиків для сортування продукції. Цей механізм може включати:

- Систему конвеєрів для переміщення зерен.
- Вібраційні сита для поділу за розмірами.
- Повітряні форсунки для видалення небажаних домішок.

ПЗ є "мозком" системи, що обробляє дані, отримані від датчиків, та приймає рішення щодо сортування. Воно включає:

- Алгоритми аналізу даних для визначення відповідності кожного зерна заданим стандартам.
- Систему оптимізації для підвищення точності сортування.
- Інтерфейс для користувача для налаштування параметрів і моніторингу процесу.

Графічний інтерфейс забезпечує зручне управління системою. Користувач може встановлювати критерії сортування, переглядати статистику та звіти, а також виконувати калібрування сенсорів і механізмів.

Контролери відповідають за синхронізацію роботи всіх компонентів. Вони забезпечують коректну взаємодію між сенсорами, механічними елементами та програмним забезпеченням.

Старт програми починається зі збору інформації про продукцію за допомогою датчиків. Отримана інформація передається далі по програмі, яка проводить аналіз відповідно до класифікації які вказані під час запуску. На основі цього проводиться аналіз в контролери які передають інформації в механізм, який очищує продукцію, в той час оператор спостерігає як працює програмне забезпечення, та може вносити свої коригування. Це дозволяє забезпечити швидке реагування на точне сортування продукції, що зменшує втрати продукції.

2.1.2 Використання бібліотек Java для оптимізації роботи

Оптимізація роботи програмних систем за допомогою Java-бібліотек дозволяє розширити функціонал, зменшити роботу розробки та забезпечити ефективне застосування апаратних ресурсів. Кожні бібліотеки мають свої плюсові та негативні сторони, для більшої оптимізації програми варто зазначити що потрібно мати достойний знань практики на власному досвіді. До уваги припали такі бібліотеки Java як JavaFX, Swing, Pi4J, Java IO API, Serial.

Pi4j спеціалізується на роботі з GPIO та розробці програм для платформи Raspberry Pi. На відміну від стандартних бібліотек Java, які не мають вбудованої апаратної підтримки, Pi4J надає набір розширень для прямого управління контактами, датчиками та виконавчими механізмами. Це скорочує час розробки і забезпечує високу стабільність системи. Використовуючи Pi4J, термінал можна легко налаштувати, наприклад, для управління пневматичним клапаном. Для цього в стандартній бібліотеці потрібно створити низькорівневу оболонку або стороннє рішення.

Бібліотека Pi4J serial спрощує використання послідовного порту, особливо

для зчитування даних з датчиків. Використовуючи стандартний Java Io API, ви також можете працювати з послідовними портами, але для цього потрібна більш складна конфігурація та більше рядків коду. Serial надає методи для читання та запису даних з мінімальними налаштуваннями. Наприклад, у вашому коді використовується `serial.read()`. Це набагато простіше, ніж аналогічні операції через стандартний API [8].

У JavaFX об'єкти `Color` надають високорівневі методи для роботи з кольоровими даними. Це дозволяє виконувати порівняння, обчислення відстаней між кольорами та створення динамічних ефектів без написання складних алгоритмів. На відміну від цього, у стандартних підходах або в Swing необхідно реалізовувати ці функції вручну, працюючи з окремими каналами RGB, що додає зайву складність і знижує гнучкість коду [10].

Поєднання бібліотек JavaFX, Pi4J і serial створює ефективну, сучасну, багатофункціональну екосистему для проектів, що поєднують графічні інтерфейси з управлінням обладнанням. Swing та стандартна бібліотека Java можуть виконувати ті самі завдання, але вони не забезпечують такої зручності та функціональності, як сучасні рішення.

2.2 Конструювання програмного забезпечення

Архітектура системи сортування продукції базується на модульному підході, що забезпечує високу гнучкість, масштабованість і простоту конфігурації. Система складається з інтегрованого апаратного та програмного забезпечення для автоматизації процесу аналізу та сортування.

Апаратне забезпечення включає датчики для зчитування параметрів продукту, мікроконтролери для обробки сигналів, виконавчі механізми, такі як пневматичні клапани та приводи, а також інтерфейси для взаємодії з користувачем. Основними елементами є датчики, які отримують інформацію про

фізичні або хімічні властивості об'єкта. У випадку сортування за кольором для зчитування параметрів кольору в режимі реального часу використовуються оптичні датчики або камери з високою роздільною здатністю.

Програмна частина реалізує алгоритми обробки даних, керування приладом та взаємодії з користувачем. Центральним компонентом є програмне забезпечення, яке аналізує показання даних, порівнює їх із заздалегідь визначеними шаблонами і приймає рішення про дії. Програмне забезпечення також включає модулі для калібрування системи, зберігання і завантаження шаблонів сортування та моніторингу роботи системи.

Загальна архітектура системи розроблена з урахуванням можливості подальшого вдосконалення, що дозволяє легко додавати нові функції або адаптувати її до специфічних вимог конкретного виробництва.

2.2.1 Алгоритми аналізу продукції для сортування

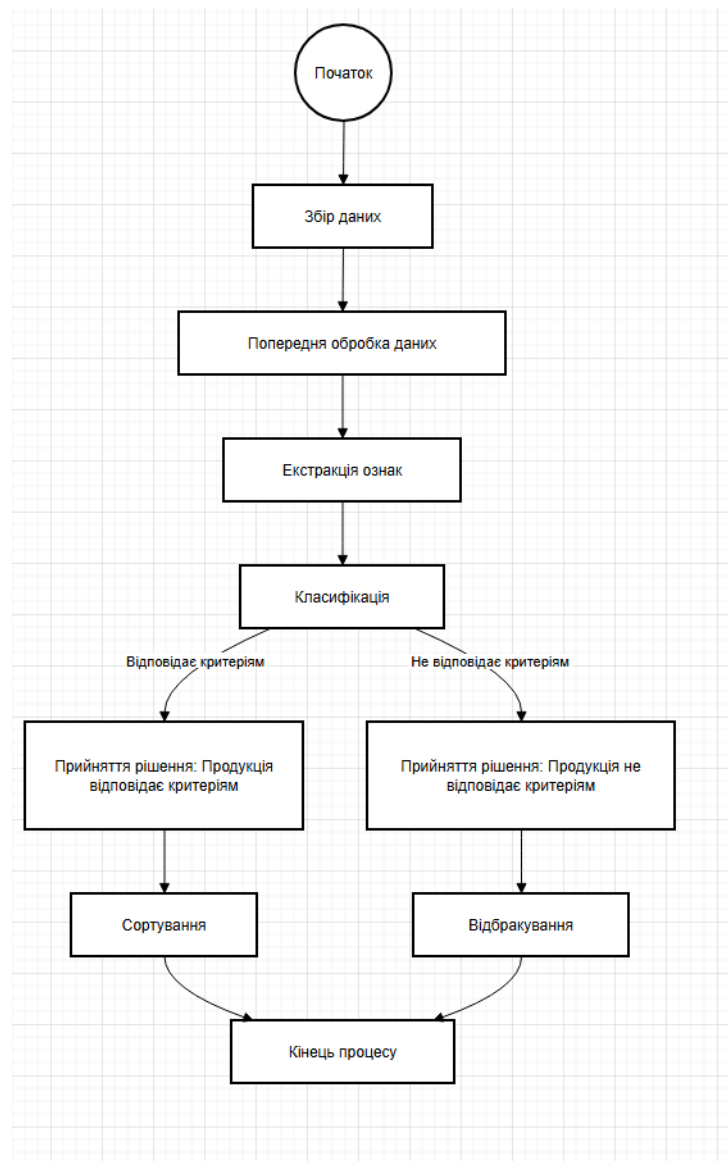


Рисунок 2.3 Алгоритм сортування

Алгоритми аналізу продукції відіграють ключову роль у процесі автоматичного сортування, оскільки вони забезпечують точність визначення характеристик продукції та прийняття рішень про подальшу обробку. Основна мета таких алгоритмів — ідентифікація необхідних параметрів, їх порівняння з еталонними значеннями та класифікація продукції відповідно до заданих критеріїв

Етапи алгоритму аналізу:

1. Збір даних:

- На цьому етапі інформація про продукцію отримується з датчиків або камер. Наприклад, для аналізу кольору використовуються оптичні сенсори або камери, які забезпечують дані про спектральні характеристики об'єктів.

2. Попередня обробка:

- Дані, отримані з сенсорів, проходять фільтрацію для усунення шумів і покращення якості сигналу. Попередня обробка включає нормалізацію, видалення аномалій і перетворення сигналів у придатний для аналізу формат.

3. Екстракція ознак:

- Визначаються ключові параметри, які впливають на класифікацію продукції. Наприклад:
- Колір (відтінок, насиченість, яскравість);
- Розмір;
- Форма;
- Текстура поверхні.

Ці ознаки формують вектор характеристик, який передається на наступний етап.

4. Класифікація:

- Вектор характеристик порівнюється з еталонними значеннями, визначеними під час калібрування системи. Для цього застосовуються різні алгоритми класифікації.

5. Прийняття рішення:

- На основі результатів класифікації алгоритм визначає, чи відповідає продукція заданим критеріям. Продукти, які не відповідають вимогам, можуть бути відсортовані або відхилені для подальшого аналізу.

2.2.2 Розробка інтерфейсу для ПЗ на JavaFX

Інтерфейс має мати структуровано зрозумілу форму для читання та виконання повсякденних дій, щоб оператор мав можливість виконати дії з легкістю та не замислювався над інтерфейсом.

При включенні машини інтерфейс програми має автоматично загрузатися і виходити на головний екран. На головному екрані мають присутні бути такі клавіші як: «Створити шаблон», «Обрати існуючий шаблон». Це буде давати можливість оператору знаходити одразу йому в систему та обирати потрібний йому взірець для очистки. Обираючи новий шаблон оператор переходить на іншу сторінку де він може задати параметри такі як колір готового продукту який має відсортовуватися, швидкість подачі зерна та швидкість подачі повітря. Для запуску програми оператор має зайти в збережений шаблон та активувати кнопку «старт».

На етапі розробки інтерфейсу було вирішено використовувати сучасні інструменти та фреймворки, які забезпечують гнучкість і масштабованість. Наприклад, для реалізації GUI можна використовувати таку технологію як JavaFX – для створення функціонального і сучасного графічного інтерфейсу.

У порівнянні з іншими фреймворками, такими як Swing чи бібліотеки на основі HTML/CSS/JavaScript, JavaFX пропонує зручніший і потужніший набір функцій. У той час як Swing обмежений у своїх можливостях стилізації та сучасного вигляду, JavaFX дозволяє створювати інтерактивні інтерфейси, що задовольняють сучасні стандарти UI/UX. У порівнянні з веб-фреймворками, JavaFX має перевагу в продуктивності, оскільки використовує ресурси безпосередньо через JVM [10].

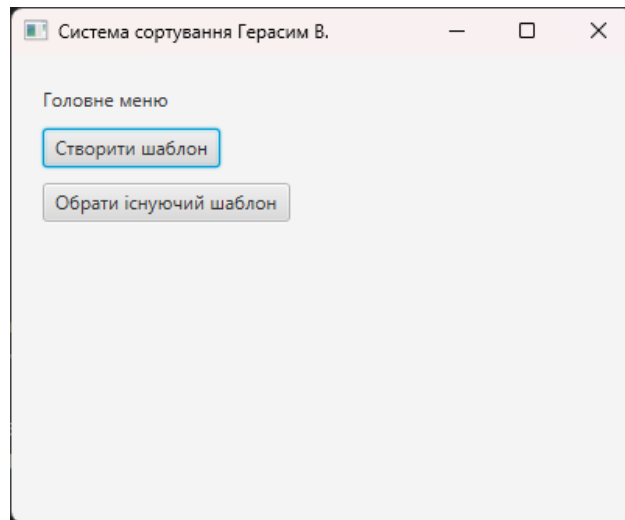


Рисунок 2.4 Головне меню програми

На рисунку 2.4 зображено як виглядатиме головне меню програми

```
VBox mainMenu = new VBox(10);
    mainMenu.setStyle("-fx-padding: 20;");

    Label title = new Label("Головне меню");
    Button createTemplateBtn = new Button("Створити шаблон");
    Button selectTemplateBtn = new Button("Обрати існуючий шаблон");

    createTemplateBtn.setOnAction(e -> showCreateTemplatePage());
    selectTemplateBtn.setOnAction(e -> showSelectTemplatePage());

    mainMenu.getChildren().addAll(title, createTemplateBtn, selectTemplateBtn);
    primaryStage.setScene(new Scene(mainMenu, 400, 300));
    primaryStage.setTitle("Система сортування Герасим В.");
    primaryStage.show();
```

Рисунок 2.5 Лістинг головного меню

Реалізовано дві клавіші які направлятимуть оператора для створення нового шаблону та обрати існуючий шаблон. Натиснувши клавішу «Створити шаблон», ми переходимо в меню де можемо його налаштувати.

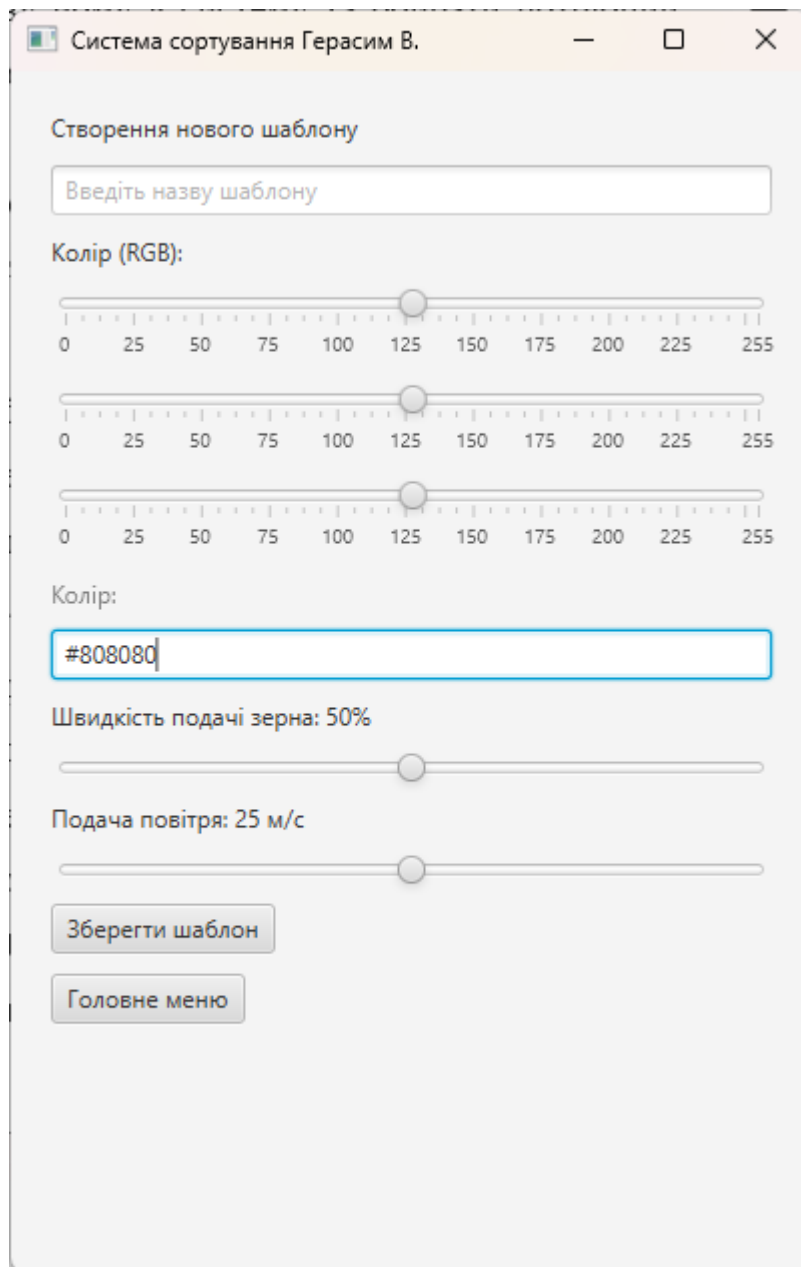


Рисунок 2.6 Меню «Створити шаблон»

В даному меню ми маємо можливість обрати Назву нового шаблону, назовемо цей шаблон «Гірчиця-1». Колір зерна який потрібно очистити у форматі RGB та HEX. Швидкість подачу зерна, на скільки % буде відкритий люк для подачі зерна якщо 100% люк повністю відкритий, при 50% люк на половину відкритий. Швидкість повітря, максимальна допустима швидкість 50 м\с, мінімальна 0 м\с. Швидкість повітря потрібно обирати з Рисунку 1.5 інші види культур будуть додані пізніше.

```

Label rgbLabel = new Label("Konip (RGB):");
Slider redSlider = new Slider(0, 255, 128);
redSlider.setShowTickLabels(true);
redSlider.setShowTickMarks(true);
Slider greenSlider = new Slider(0, 255, 128);
greenSlider.setShowTickLabels(true);
greenSlider.setShowTickMarks(true);
Slider blueSlider = new Slider(0, 255, 128);
blueSlider.setShowTickLabels(true);
blueSlider.setShowTickMarks(true);

Text rgbPreview = new Text("Konip:");
rgbPreview.setFill(Color.rgb(128, 128, 128));

TextField hexField = new TextField("#808080");
hexField.setPromptText("Введіть HEX код");

redSlider.valueProperty().addListener((obs, oldVal, newVal) -> updateColor(rgbPreview, hexField, redSlider, greenSlider, blueSlider));
greenSlider.valueProperty().addListener((obs, oldVal, newVal) -> updateColor(rgbPreview, hexField, redSlider, greenSlider, blueSlider));
blueSlider.valueProperty().addListener((obs, oldVal, newVal) -> updateColor(rgbPreview, hexField, redSlider, greenSlider, blueSlider));

hexField.textProperty().addListener((obs, oldVal, newVal) -> {
    try {
        Color color = Color.web(newVal);
        redSlider.setValue(color.getRed() * 255);
        greenSlider.setValue(color.getGreen() * 255);
        blueSlider.setValue(color.getBlue() * 255);
        rgbPreview.setFill(color);
    } catch (IllegalArgumentException ignored) {
    }
}

```

Рисунок 2.7 Лістинг коду Реалізація вибору кольору по RGB та HEX

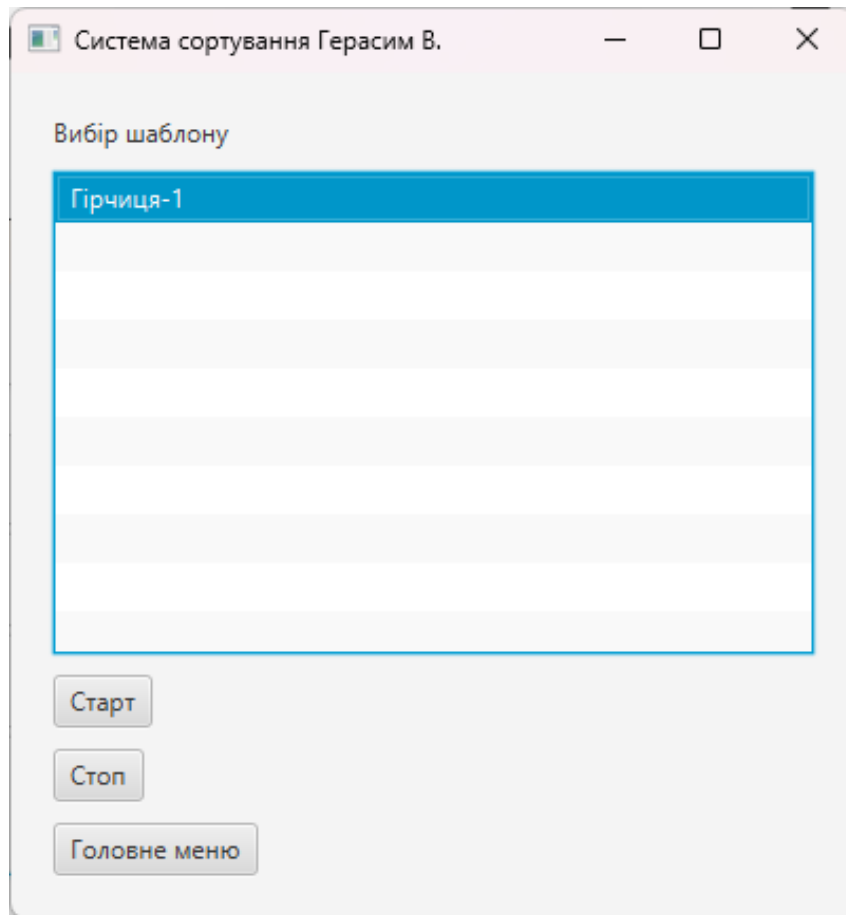


Рисунок 2.8 Меню Вибір шаблону

Повертаючись в головне меню нажимаємо клавішу «Обрати існуючий шаблон» на Рисунку 2.4. Бачимо на Рисунку 2.8 наш збережений шаблон та нові клавіші «Старт» та «Стоп» які дають доступ запустити машину та зупинити її.

2.2.3 Розробка ПЗ для компонентів системи

На основі інтерфейсу потрібно розробити програмне забезпечення для компонентів системи такі як оптичний сенсор та повітряний клапан. Для цього нам потрібно інтегрувати функціонал роботи з GPIO в існуючий інтерфейс.

. GPIO (General Purpose Input Output) - це низькорівневий інтерфейс вводу/виводу з прямим керуванням, і для цього на платі Raspberry Pi 3 є 40-контактний роз'єм GPIO. Через цей роз'єм Raspberry може отримувати сигнали

стану логічних 0 і 1. GPIO забезпечує інтерактивність між апаратними і програмними компонентами, роблячи його важливим інструментом у сучасних інтегрованих системах [9].

Потрібно додати імпорти для GPIO та серійного порту до нашого інтерфейсу. Рисунок 2.9

```
import com.pi4j.io.gpio.*;
import com.pi4j.io.serial.*;
```

Рисунок 2.9 Лістинг коду імпорти для GPIO

Потрібно додати поля для GPIO та серійного порту до класу SortingMachineApp Рисунок 2.10

```
private GpioPinDigitalOutput airValveControl;
private Serial serial;
```

Рисунок 2.10 Лістинг коду поля GPIO та серійного порту

Потрібно налаштувати GPIO і серійний порт і додати метод для ініціалізації: Рисунок 2.11

```
private void initializeHardware() {
    GpioController gpio = GpioFactory.getInstance();
    airValveControl = gpio.provisionDigitalOutputPin(RaspiPin.GPIO_02, "AirValve", PinState.LOW);

    serial = SerialFactory.createInstance();
    try {
        serial.open(Serial.DEFAULT_COM_PORT, 9600);
    } catch (Exception e) {
        System.err.println("Помилка підключення серійного порту: " + e.getMessage());
    }
}
```

Рисунок 2.11 Лістинг коду ініціалізації GPIO

Потрібно додати метод для зчитування кольору Рисунок 2.12

```
private String readColorFromSensor() {
    try {
        serial.write("READ_COLOR\n");
        String response = serial.read();
        return response.trim(); // Очікується формат "R,G,B"
    } catch (Exception e) {
        System.err.println("Помилка зчитування кольору: " + e.getMessage());
        return null;
    }
}
```

Рисунок 2.12 Лістинг коду функція зчитування кольору

Далі у метод `showCreateTemplatePage` потрібно додати функцію зчитування кольору та кнопку зчитування кольору із сенсора якщо оператор захоче протестувати чи працюють оптичні пристрої Рисунок 2.13

```
Button readSensorColorBtn = new Button("Зчитати колір із сенсора");
readSensorColorBtn.setOnAction(e -> {
    String colorData = readColorFromSensor();
    if (colorData != null) {
        String[] rgb = colorData.split(",");
        int r = Integer.parseInt(rgb[0]);
        int g = Integer.parseInt(rgb[1]);
        int b = Integer.parseInt(rgb[2]);

        redSlider.setValue(r);
        greenSlider.setValue(g);
        blueSlider.setValue(b);
        updateColor(rgbPreview, hexField, redSlider, greenSlider, blueSlider);
    } else {
        Alert alert = new Alert(Alert.AlertType.ERROR, "Не вдалося зчитати колір.");
        alert.showAndWait();
    }
});
```

Рисунок 2.13 Лістинг коду логіка оновлення кольору

Далі у методі `showSelectTemplatePage` потрібно реалізувати логіку активацію клапана. Рисунок 2.14

```

Button activateAirBtn = new Button("Активувати клапан");
activateAirBtn.setOnAction(e -> {
    airValveControl.high();
    try {
        Thread.sleep(1000); // 1 секунда активації
    } catch (InterruptedException ex) {
        System.err.println("Помилка таймера: " + ex.getMessage());
    }
    airValveControl.low();
    Alert alert = new Alert(Alert.AlertType.INFORMATION, "Повітря активовано.");
    alert.showAndWait();
});

```

Рисунок 2.14 Лістинг коду логіка повітряного клапана.

На цьому моменті можна сказати що програма готова для тестування, та випробовувань на реальних умовах.

2.3 Тестування програмного забезпечення

Тестування програмного забезпечення - важливий етап розробки сортувальної системи, що забезпечує коректну роботу, відповідність технічним вимогам і стабільність в реальному середовищі. Метою тестування є виявлення помилок, перевірка функціональності, продуктивності та надійності, а також забезпечення відповідності вимогам користувачів. Процес тестування починається з аналізу системних вимог і створення тестових сценаріїв, що охоплюють всі можливі варіанти використання. Зазвичай використовується як функціональне, так і нефункціональне тестування. Функціональне тестування перевіряє правильність виконання програмним забезпеченням заданих функцій, наприклад, алгоритмів аналізу, класифікації та прийняття рішень. Нефункціональні тести зосереджені на перевірці продуктивності, швидкості, стійкості до високих навантажень і сумісності з апаратним забезпеченням. Для забезпечення цілісності тесту використовуються різні методи, зокрема модульне, інтеграційне та системне тестування. Модульне тестування фокусується на

перевірці окремих компонентів системи, таких як алгоритми обробки даних та інтерфейси з датчиками. Інтеграційне тестування перевіряє взаємодію між компонентами та забезпечує коректний обмін даними. Системні тести оцінюють всю систему, включаючи апаратне та програмне забезпечення. Важливим аспектом тестування є тестування в реальному середовищі. Для цього систему встановлюють на виробничу лінію і перевіряють її здатність справлятися з різними типами продукції в таких умовах, як шум і коливання температури. Це допомагає виявити проблеми, які, можливо, не були враховані на етапі лабораторних випробувань. Результати тестування документуються у вигляді звіту, що містить інформацію про знайдені помилки, їхній пріоритет, вплив на роботу системи та пропозиції щодо їхнього усунення. Після виправлення помилок проводиться регресійне тестування, щоб переконатися, що виправлення не спричинило нових проблем. Таким чином, тестування програмного забезпечення є важливим процесом для забезпечення якості, стабільності та надійності системи сортування на практиці.

2.3.1 Аналіз ефективності сортування в реальних умовах

В тестах програмного забезпечення на етапі очистки була присутня сільськогосподарська культура «гірчиця жовта». На початку очистки гірчиця мала 17% сміттєвих залишків, після очищення забрудненість гірчиці становила 1-2%. Це доволі хороший результат, надалі програмне забезпечення буде адаптуватися під інші зернові культури та збільшувати свою ефективність та якість очищування. Далі розглянемо рисунки. 2.15, 2.16, 2.17.



Рисунок 2.15 – Початковий продукт

На рисунку 2.15 бачимо початковий продукт який має забрудненість близько 17%. Видно що є багато чорного, коричневого та зеленого кольору сміттєвих залишків. Які потрібно відсортувати від готового продукту.



Рисунок 2.16 – Готовий продукт

На рисунку 2.16 бачимо готовий продукт в якому набагато менше забрудненості та чистота сягає близько 98-99%. В загальному результат позитивний але не ідеальний. Програмне забезпечення можна покращувати та вдосконалювати з часом.



Рисунок 2.17 – Відходи після очистки\

На рисунку 2.17 бачимо відходи після самої очистки. В результаті до відходів потрапили зерна гірчиці також але в більшості все це відходи. Програмне забезпечення не ідеальне і його потрібно вдосконалювати та і потрібно вдосконалювати компоненти такі як оптичний сканер та повітряний клапан, для більшої ефективності та якості результату.

2.4 Висновок до розділу

Розробка програмного забезпечення для автоматизації сортувальних машин є ключовим аспектом оптимізації процесу сортування зерна. Використання

сучасних підходів до архітектури ПЗ, модульного дизайну та інтеграції різних компонентів, таких як датчики, контролери та механічні елементи, дозволяє забезпечити високу точність і стабільність роботи системи.

Описані UML-діаграми станів та дій наочно демонструють робочі процеси системи, її здатність до адаптації під зміну параметрів продукції, а також реагування на помилки. Використання спеціалізованих Java-бібліотек, таких як Pi4J та JavaFX, сприяє оптимізації розробки та ефективному використанню апаратних ресурсів. Завдяки цьому ПЗ забезпечує гнучкість у налаштуванні, легкість в обслуговуванні та можливість швидкого реагування на зміну умов сортування.

Цей підхід сприяє зменшенню втрат продукції, підвищенню ефективності процесу та забезпеченню стабільної якості продукції, що є ключовим завданням автоматизованої системи сортування.

Протестовано програмне забезпечення на реальних умовах з хорошим результатом сортування та очистки.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Охорона праці

При розробці програмного забезпечення для очищувально-сортувальних машин інженер-програміст працює з персональними комп'ютерами та автоматизованими системами керування. У зв'язку з цим, дотримання правил охорони праці є критично важливим для забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

Питання охорони праці регулюються чинними законодавчими та нормативно-правовими актами України. Основні обов'язки роботодавця полягають у створенні комфортних та безпечних умов для виконання робіт, зокрема, і в середовищі розробки програмного забезпечення. Це закріплено в частині 2 ст.2 та частині 1 ст.21 Кодексу законів про працю України та в ст.13 Закону України «Про охорону праці», де визначено ключові положення конституційного права працівників на безпечні умови праці. У процесі розробки програмного забезпечення для очищувально-сортувальних систем компанія має враховувати розмір проекту та кількість залучених працівників. Від цих факторів залежить структура та обсяг роботи служби охорони праці, яка відповідає за дотримання технічних і організаційних стандартів безпеки. Згідно з чинним законодавством України, служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю та контролює безпечність робочого середовища як для інженерів-програмістів, так і для технічного персоналу, залученого до створення та обслуговування програмних продуктів для очищувально-сортувальних машин.

Роботодавець має право передати функціональне управління діяльністю служби охорони праці іншим посадовим особам, наприклад, головному інженерові або заступнику директора з охорони праці. У контексті розробки програмного забезпечення для очищувально-сортувальних машин, така передача повноважень є важливою для підтримання систематичної організації охорони праці на підприємстві.

Основні функції служби охорони праці включають:

1. Підготовка проєктів наказів та розпоряджень з питань охорони праці і подання їх на затвердження керівництву. Це відбувається у співпраці з представниками інших підрозділів компанії та за участю профспілкових організацій, якщо такі є на підприємстві.
2. Проведення інструктажів для працівників, зокрема вступного інструктажу, а також періодичних інструктажів, що стосуються охорони праці під час розробки програмного забезпечення та налаштування очищувально-сортувальних машин.
3. Облік та аналіз причин нещасних випадків і професійних захворювань, які можуть виникати під час розробки та впровадження програмних рішень. До цієї функції також належить аналіз аварійних ситуацій на виробництві та оцінка заподіяної шкоди.
4. Оформлення та зберігання документації, пов'язаної з охороною праці. Служба охорони праці забезпечує належне ведення необхідної документації, її систематизацію та передачу до архіву для довгострокового зберігання відповідно до встановлених норм і стандартів.
5. Складання звітності з охорони праці відповідно до встановлених нормативних форм. Регулярне звітування забезпечує прозорість і контроль за дотриманням правил безпеки під час виконання робіт на підприємстві.
6. Формування переліків професій, посад і видів робіт, для яких необхідно розробити відповідні інструкції з охорони праці. Цей процес здійснюється спільно з керівниками підрозділів, що займаються розробкою програмного забезпечення для управління очищувально-сортувальними машинами. Служба охорони праці надає методичну допомогу у створенні та впровадженні таких інструкцій.
7. Інформування співробітників про чинні вимоги законодавчих і нормативно-правових актів, що регулюють охорону праці у процесі

розробки програмних рішень. Це включає як загальні вимоги, так і специфічні правила для робіт, пов'язаних з ІТ-розробками на виробничих підприємствах.

8. Аналіз ситуацій, пов'язаних з небезпечними умовами праці, зокрема випадків, коли працівник відмовляється виконувати завдання через загрозу для життя чи здоров'я. Розгляд подібних ситуацій відбувається відповідно до чинного законодавства.
9. Забезпечення підрозділів нормативно-правовими документами та навчальними матеріалами, що регламентують вимоги охорони праці на підприємстві. Особлива увага приділяється наданню актуальних інструкцій для роботи програмістів та операторів, які обслуговують програмне забезпечення для очищувально-сортувальних систем[16].

На перший погляд, робота розробників програмного забезпечення може здаватися безпечною, оскільки основна діяльність виконується за комп'ютером. Однак недооцінка ризиків може спричинити значні проблеми зі здоров'ям, зокрема через тривалу роботу в сидячому положенні, інтенсивне розумове навантаження та вплив стресових факторів.

Професія інженера-програміста, задіяного в розробці інноваційного програмного забезпечення для очищувально-сортувальних машин, вимагає значної концентрації уваги та інтелектуальної праці. Через захопленість роботою фахівці часто не роблять належних перерв для відпочинку, що може негативно вплинути на їхнє фізичне та ментальне здоров'я. Навіть у вільний час вони продовжують обмірковувати робочі завдання, вивчають нові технології або займаються іншими суміжними ІТ-активностями, такими як верстка систем чи вивчення нових мов програмування. Під час роботи за персональним комп'ютером ступінь розумового навантаження істотно зростає, що може призводити до емоційного виснаження та професійного вигорання. Окрім інтенсивної розумової діяльності, на працівників впливають фізичні навантаження, зокрема напруження зору та м'язів рук під час використання клавіатури та миші. Ефективність і продуктивність програміста, що займається

розробкою систем для очищувально-сортувальних машин, тісно залежать від рівня втомлюваності чи, навпаки, бадьорості під час робочого процесу.

Згідно з Державними санітарними правилами і нормами роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСанПіН 3.3.2.007-98), організація робочого місця програміста повинна відповідати встановленим ергономічним вимогам, що враховують специфіку трудової діяльності. Це особливо важливо при виконанні високоточних завдань зі створення програмного забезпечення для автоматизованого управління очищувально-сортувальними системами [12].

- Під час розробки програмного забезпечення слід враховувати такі санітарні вимоги до робочого середовища:
- Освітлення робочої зони повинне забезпечувати мінімальну напругу зору та комфортні умови для роботи.
- Ступінь вібрації та рівень шуму, які не повинні перевищувати допустимі межі для підтримки здоров'я працівника.
- Вимоги до вогнестійкості приміщення, що гарантують безпеку робочого процесу.

Дотримання нормативів ДСанПіН 3.3.2.007-98 є обов'язковим для створення комфортного та безпечного робочого середовища під час проектування програмних рішень для очищувально-сортувальних машин. Забезпечення відповідних умов праці допомагає мінімізувати професійні ризики, підтримувати продуктивність працівників та запобігати їхньому передчасному виснаженню.

Для об'єктивного оцінювання умов праці на робочому місці здійснюється його атестація відповідно до «Гігієнічної класифікації праці». Показники шкідливих та загрозливих чинників залежать як від виробничого середовища, так і від напруженості трудового процесу [12]. Під час розробки програмного забезпечення для кваліфікаційної роботи магістра, зокрема бази даних і графічного інтерфейсу для взаємодії користувача з системою, особлива увага приділяється організації комп'ютеризованих робочих місць в офісному

приміщенні. Приміщення повинне відповідати всім чинним державним нормам та законодавчим актам.

Згідно з ДБН В.2.5-28:2018, приміщення для програмної розробки повинно забезпечувати як природне, так і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід. Коефіцієнт природної освітленості має бути не нижче 1,5%. У приміщеннях глибиною понад 6 метрів слід застосовувати світловідбивні екрани та жалюзі на вікнах для ефективного перерозподілу світлового потоку в глибину кімнати. Під час роботи за комп'ютером інженери-програмісти зазнають впливу різних небезпечних і шкідливих для здоров'я чинників. До психофізіологічних належать: підвищене навантаження на увагу, пам'ять і зір; необхідність обробки великого обсягу інформації за короткий проміжок часу; а також у деяких випадках – монотонність виконуваних завдань. Фізичні фактори включають підвищені рівні інфрачервоного, ультрафіолетового та рентгенівського випромінювання, а також нерівномірність освітлення робочого простору.

Таким чином, система управління сортувально-очищувальних машин, що забезпечує взаємодію з користувачем, повинна відповідати вимогам техніки безпеки. Правильна організація робочого простору є ключовим елементом, який дозволяє уникнути незручностей у розташуванні обладнання та робочих засобів.

здоров'я і безпеки працівників, а також сприяє загальному покращенню організації робочого процесу.

3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Ефективність взаємодії людини з комп'ютером багато в чому залежить від її функціонального стану. Психофізіологічне та емоційне перенапруження, а також втома оператора можуть спричинити помилки в роботі комп'ютеризованих систем управління, що, у свою чергу, призводить до значних економічних втрат.

Робота користувачів комп'ютерів відбувається у специфічних умовах виробничого середовища, яке істотно впливає на їх функціональний стан.

Найбільш значущими є фізичні фактори, такі як електромагнітне випромінювання різних частот, електростатичні поля, шум, параметри мікроклімату та світлотехнічні характеристики.

Трудова діяльність користувачів комп'ютерів також суттєво впливає на їх психофізіологічний стан. Вона характеризується значними статичними навантаженнями, обмеженою руховою активністю, напруженням сенсорного апарату та нервових центрів, що відповідають за увагу, мислення і регуляцію рухів. Крім того, робота супроводжується високим рівнем інформаційного навантаження.

Професійні навички та досвід користувачів визначають їх здатність до надійного і безпомилкового виконання завдань. Вони дозволяють ефективно вирішувати виробничі проблеми, навіть у нестандартних ситуаціях, з дотриманням безпеки. Ергономіка робочого місця також відіграє важливу роль. Зовнішні фактори, такі як організація робочого простору, форма і розташування обладнання, допомагають зменшити фізичне і психофізіологічне навантаження на користувачів, створюючи комфортні умови для їхньої діяльності.

Психологічний захист населення спрямовується на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення НС [13].

Основні заходи включають:

- своєчасне застосування ліцензованих та дозволених до застосування в Україні інформаційних, психопрофілактичних і психокорекційних методів впливу на особистість;
- виявлення за допомогою психологічних методів чинників, які сприяють виникненню соціально-психологічної напруженості;
- використання сучасних психологічних технологій для нейтралізації негативного впливу чинників НС на населення.

Оскільки діяльність користувачів комп'ютерів часто передбачає активну взаємодію з іншими людьми, виникає необхідність оптимізації міжособистісних стосунків. Це питання охоплює як психологічні, так і соціально-психологічні

аспекти трудових взаємовідносин, які можуть виступати факторами ризику, суттєво впливаючи на функціональний стан працівників.

Аналіз і вивчення факторів, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів, дають змогу виявити основні причини виникнення напруження, втоми та стресу, а також розробити ефективні профілактичні заходи для мінімізації їх негативного впливу.

Отже, до основних факторів, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютера належать:

1. середовище – характеризується такими шкідливими факторами:
 - фізичні: електромагнітні хвилі різних частотних діапазонів, електростатичні поля, шум, параметри мікроклімату та ряд світлотехнічних показників;
 - хімічні: пил, шкідливі хімічні речовини, які виділяються при роботі принтера і копіювальної техніки;
 - біологічні: підвищений вміст в повітрі патогенних мікроорганізмів, особливо у приміщенні з великою кількістю працюючих, при недостатній вентиляції, особливо у період епідемій;
 - психофізіологічні: напруження зору та уваги, інтелектуальні та емоційні навантаження, тривалі статичні навантаження і монотонність праці\
2. трудовий процес – характеризується значними статичними фізичними навантаженнями; недостатньою руховою активністю; напруженнями сенсорного апарату, вищих нервових центрів, які забезпечують функції уваги, мислення, регуляції рухів. Окрім того, трудовий процес користувачів комп'ютерів відзначається значними інформаційними навантаженнями;
3. внутрішні засоби діяльності – це професійні риси та виробничий досвід, які обумовлюють надійну та безпомилкову діяльність користувачів комп'ютерів, дозволяють знаходити безпечні методи

розв'язання виробничих завдань навіть у нестандартних ситуаціях;

4. зовнішні засоби діяльності — визначаються ергономічними показниками щодо організації робочого місця, форми та параметрів його елементів, просторового розташування основного і допоміжного устаткування, які можуть суттєво знизити фізичні та психофізіологічні навантаження, що діють на користувачів комп'ютерів;
5. соціально-психологічні фактори трудових взаємовідносин.

У професійних операторів частіше зустрічаються порушення органів зору, опорно-рухового апарату, центральної нервової, серцево-судинної, імунної та статеві системи, захворювання шкіри. Зафіксована значна кількість скарг операторського персоналу на загальне недомогання, передчасне стомлювання, головний біль, порушення функцій органів зору, які здійснювали несприятливий психофізіологічний вплив на самопочуття та працездатність операторів.

Сучасна професія користувача ВДТ належить до розумової праці, яка характеризується: високою напруженістю зорових функцій; одноманітною позою; великою кількістю стереотипних висококоординованих рухів, що виконуються лише м'язами кистей рук на фоні малої загальної рухової активності; значним нервовоемоційним компонентом, особливо в умовах дефіциту часу; роботою з великими масивами інформації, що викликає активізацію уваги та інших вищих 50 психічних функцій. Крім того, при роботі з дисплеями на електроннопроменевих трубках виникає вплив на користувача цілої низки факторів фізичної природи — електростатичні поля, радіочастотне та рентгенівське випромінювання тощо.

Діяльність професіоналів можна поділити на три групи:

1. Діяльність, яка пов'язана з виконанням нескладних багаторазово повторюваних операцій, що не вимагають великого розумового напруження. Наприклад, робота операторів комп'ютерного набору, працівників довідкових служб.
2. Діяльність, яка пов'язана із здійсненням логічних операцій, що постійно повторюються. Це робота інженера-економіста, інженера-

проектувальника, оператора автоматизованого виробництва

3. Діяльність, коли в процесі роботи необхідно приймати рішення за відсутності заздалегідь відомого алгоритму. Наприклад, робота інженера програміста, диспетчерів руху залізничного транспорту, аеропортів тощо.

У користувачів, які інтенсивно використовують комп'ютер в умовах значних розумових напружень досить часто (40—70%) виникають психологічні та поведінкові порушення (нервозність, роздратування, тривога, нерішучість, замкнутість тощо). Серед користувачів ВДТ в США і Європі значного поширення набуло специфічне захворювання, яке отримало назву синдром комп'ютерного стресу (СКС). СКС супроводжується головним болем, запаленням очей, алергією, роздратованістю, млявістю і депресією. Інформаційне перевантаження користувачів ВДТ супроводжується низкою специфічних захворювань, які називають інформаційними. Першим симптомом їх є головний біль. Дослідження, проведені в США, Німеччині, Швейцарії та інших країнах, показали, що робота з обслуговування ВДТ супроводжується підвищеним напруженням зору, інтенсивністю і монотонністю праці, збільшенням статичних навантажень, нервово-психічним напруженням, впливом різного виду випромінювань та ін. Внаслідок цього серед операторів ВДТ, як зазначають фахівці Всесвітньої організації охорони здоров'я, частіше, ніж в інших групах працюючих, трапляються такі професійні захворювання, як передчасна стомлюваність, погіршення зору, 51 м'язові і головні болі, психічні й нервові розлади, хвороби серцево-судинної системи, онкологічні захворювання та ін. Вважається, що стан організму операторів ВДТ визначається комплексним впливом факторів трудового процесу і середовища, значення яких є неоднаковим. На операторів з малим стажем роботи на ВДТ домінуючий вплив чинять фактори середовища, а на операторів зі стажем понад 5 років – фактори трудового процесу.

Комп'ютерний зоровий синдром (КЗС) – комплекс порушень здоров'я, який може виникати у користувачів персональних комп'ютерів (ПК) [14]. У користувачів ПК дуже поширені кон'юнктивіти і блефарити, патогенетично

пов'язані з КЗС. Синдром розвивається при умові, що робоче місце організовано неправильно – у користувача незручне крісло, відсутні пюпітри для паперів, підставки для ніг та кистей рук, не встановлена висота і нахил монітора відносно очей, відстань від очей до екрана. За таких умов тіло людини при роботі займає вимушене положення: спина статично напружена, шия витягнута, плечі жорстко фіксовані. Напружені м'язи погіршують кровотік у сонних артеріях, а недостатнє кровозабезпечення головного мозку веде до очманіння, появи головного болю. На фоні шийного остеохондрозу з'являється відчуття випирання очних яблук, туману в очах, мушок та райдужних кіл у полі зору. Розвитку КЗС сприяє поганий мікроклімат приміщення, значна загальна іонізація та мікробне забруднення, а також куріння.

Національною радою з наукових досліджень США для стану зорового дискомфорту був уведений термін "астенопія", який означає "будь-які суб'єктивні зорові симптоми чи емоційний дискомфорт, що є результатом зорової діяльності". Симптоми астенії були класифіковані на "очні" (біль, печія та різь в очах, почервоніння повік та очних яблук, ломота у надбрівній частині тощо) та "зорові" (пелена перед очима, мерехтіння, швидка втома під час зорової роботи та ін.).

Таким чином, функціональний стан користувача комп'ютера визначається впливом комплексу факторів, які включають фізичні, психофізіологічні, ергономічні та соціально-психологічні аспекти. Усвідомлення характеру, ступеня та якості цього впливу є ключовим для створення ефективної системи заходів, спрямованої на забезпечення безпеки праці.

Розробка таких заходів дозволяє не лише мінімізувати негативний вплив факторів, але й сприяє підвищенню продуктивності роботи, підтриманню оптимального рівня працездатності та збереженню здоров'я користувачів комп'ютерів. Впровадження сучасних ергономічних рішень, організація комфортного робочого середовища та профілактика стресових станів є важливими складовими цього процесу, які забезпечують гармонійний баланс між вимогами трудового процесу та можливостями працівника.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи було розглянуто теоретичні основи, проаналізовано практичні аспекти та здійснено експериментальне дослідження, пов'язане із сортувальною машиною типу Sortex для очищення гірчиці. Основною метою роботи було дослідження ефективності використання сортувальних технологій та розробка пропозицій для їх удосконалення.

Результати дослідження підтвердили, що використання сортувальної машини типу Sortex значно покращує якість очищення гірчиці, забезпечуючи високу точність видалення домішок. Завдяки інноваційним технологіям оптичного сортування вдається досягти оптимального рівня очищення, що позитивно впливає на подальше використання гірчиці у харчовій промисловості та інших галузях.

Наукова новизна роботи полягає у вдосконаленні параметрів роботи сортувальної машини для очищення гірчиці та розробці рекомендацій для підвищення ефективності процесу сортування. Практична цінність результатів дослідження підтверджується можливістю їхнього впровадження на підприємствах, які займаються переробкою сільськогосподарської продукції.

У ході виконання роботи було досягнуто мети та виконано всі поставлені завдання. Отримані результати а сама початкова чистота продукту близько 83% вдалось отримати готовий продукт з чистотою 98-99%, створюють основу для подальших досліджень у сфері автоматизації сортування сільськогосподарської продукції та розширення можливостей застосування технологій оптичного сортування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Концепція об'єктно-орієнтованого програмування JAVA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://javarush.com/ua/groups/posts/uk.1265.koncepcja-obktno-orntovanogo-programuvannja-java>
2. Why Kotlin? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://blog.stackademic.com/why-kotlin-c8e1e147aee0>
3. Вібраційний відцентровий сепаратор БЦС-25 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://teteriv2.com.ua/blog/item/1>
4. Сепаратор повітряний АСХ-10 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/aspiratoryi/separator-vozdushnii-ash-10>
5. Сепаратор зерноочишувальний БСХ-100 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-zernoochistitelnii-bsh-100>
6. Способи очистки, сушіння і зберігання зерна за державними стандартами якості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/010041cg-834b.docx.html>
7. Mykhalyk, D. , Petryk, M. , Maria Petryk, K. , Petryk, O. , Mudryk, I Mathematical Modeling of Hydrocarbons Adsorption in Nanoporous Catalyst Media using Nonlinear Langmuir's Isotherm using Activation Energy. Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT, 2019, pp. 72–75, 8779905
8. Pi4J – бібліотека для взаємодії Java з GPIO. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://www.pi4j.com/>
9. Методичні вказівки до лабораторної роботи № R02 “Робота з портами GPIO за допомогою бібліотеки WiringPi” з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації". Марущак П.О., Медвідь В.Р., Пісьціо В.П., Тернопіль: ТНТУ, 2021 - 12 с.
10. Using JavaFX with Maven and Gradle [Електронний ресурс]. – Режим

доступу URL: <https://openjfx.io/>

11. «Java Color API» – офіційна документація Oracle [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://docs.oracle.com/en/>

12. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text>

13. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

14. Комп'ютерний зоровий синдром [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://linza.com.ua/uk/articles/blog/kompyuternyyzritelnyy-sindrom-simptomy-i-lechenie/>.

15. М.Р. Петрик, Д.М. Михалик, О.Ю. Петрик, Г.Б. Цуприк. Методичні вказівки до виконання атестаційної роботи магістра за спеціальністю 121 – “Інженерія програмного забезпечення” для усіх форм навчання [Текст] – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя – 2020.

16. Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98#Text>

17. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., –156 с.

18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18#n14>.

19. Техноекоекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека».

Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулля, 2022. – 150 с.

ДОДАТКИ

Додаток А. Диск з роботою

Додаток Б. Довідка про впровадження

**ECOPRODUCT
— INVEST —**

Довідка

Цим підтверджується, що магістерська робота студента Герасима Віталія на тему «Розробка програмного забезпечення для очищувально-сортувальних машин» була впроваджена на EcoproductInvest для оптимізації роботи обладнання з очищення та сортування сільськогосподарської продукції.

Розроблене програмне забезпечення дозволило:

- підвищити точність сортування матеріалів;
- зменшити час обробки сировини;
- знизити витрати енергії під час експлуатації сортувальних машин.

Інноваційний підхід, застосований у програмному забезпеченні, сприяв покращенню ефективності технологічного процесу на підприємстві.

«11» «листопада» 2024 р.
(дата)

Головний Інженер В.С. Новіцький



Додаток В. Тези конференції

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ім. ШЕВЧЕНКА**

МАТЕРІАЛИ

ХІІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



18-19 грудня 2024 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2024**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Приймак Микола – професор кафедри комп'ютерних систем та мереж, д.т.н., професор.

Співголови: Марущак Павло – проректор з наукової роботи, докт. техн. наук, професор.

Баран Ігор – канд. техн. наук, доцент, декан факультету ФІС.

Науковий секретар: Надія Крива – старший викладач.

Члени: Василь Кривень - завідувач кафедри математичних методів в інженерії д.ф.-м.н., професор; Галина Осухівська – завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж, к.т.н., доцент; Микола Карпінський - професор кафедри кібербезпеки, д.т.н., професор; Жанна Баб'як - завідувач кафедри української та іноземних мов, к.пед. н., доцент; Ярослав Литвиненко – професор кафедри комп'ютерних наук, д.т.н., професор; Михайло Петрик - завідувач кафедри програмної інженерії, д.ф.-м.н., професор; Наталія Загородна – завідувач кафедри кібербезпеки, к.т.н., доцент.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Скоренький Юрій Любомирович – канд. техн. наук, доцент кафедри фізики.

Члени: доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н. В. Никитюк; доцент кафедри програмної інженерії, к.т.н. Д. Михалик; доцент кафедри кібербезпеки, к.т.н. М. Стадник; доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, к.т.н. Є. Тиш; ст. викладач Л. Джиджора.

М34 Матеріали XII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 18–19 грудня 2024 р.). – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001, тел. (0352) 52-41-33, факс (0352) 25-49-83.

E-mail: conffis2024@gmail.com

Редагування, оформлення та верстка: Надія Крива

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- Математичне моделювання
- Інформаційні системи та технології, кібербезпека
- Комп'ютерні системи та мережі
- Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем
- Новітні фізико-технічні та освітні технології

В збірнику надруковано тези доповідей XII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 18–19 грудня 2024 р.) за такими науковими напрямками: математичне моделювання; інформаційні системи та технології, кібербезпека; комп'ютерні системи та мережі; програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем; новітні фізико-технічні та освітні технології.

Розрахований на науковців, викладачів та студентів вузів.

За зміст тез та дотримання норм академічної доброчесності відповідальність несе автор.

Г. Франчевська, Є. Яворська УДОСКОНАЛЕНИЙ АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ ПЛОДА	
H. Franchevska, E. Yavorska, ADVANCED ALGORITHMIC APPROACH FOR FETAL ELECTROCARDIOGRAM SIGNAL EXTRACTION	146
Т. Щур, Г. Осухівська ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ІНВЕНТАРЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	
T. Shchur, H. Osukhivska EFFECTIVE INVENTORY MANAGEMENT USING DRONES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE	148
В. Яцишин, А. Демиденко, В. Яцишин ЛОГІСТИЧНА РЕГРЕСІЯ В ЗАДАЧАХ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ ТРАФІКУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	
V. Yatsyshyn, A. Demydenko, V. Yatsyshyn LOGISTIC REGRESSION IN COMPUTER NETWORK TRAFFIC ANOMALIES DETECTION PROBLEMS	149
СЕКЦІЯ 4. ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ	
А. Бачинський, А. Бачинський ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНВЕРТАЦІЇ МЕДІА ФАЙЛІВ У ТЕКСТОВИЙ ФОРМАТ	
A. Bachynskiy, A. Bachynskiy RESEARCH OF SOFTWARE DEVELOPMENT TOOLS FOR CONVERTING MEDIA FILES INTO TEXT FORMAT	150
А. Бачинський, А. Бачинський ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ З АУТЕНТИФІКАЦІЄЮ КОРИСТУВАЧІВ	
A. Bachynskiy, A. Bachynskiy SOFTWARE DEVELOPMENT TOOLS RESEARCH FOR REAL-TIME MESSAGING WITH USERS AUTHENTICATION	152
О. Бойко, Г. Цуприк ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА САЙТУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ДЕКОРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ DJANGO	
O. Boiko, H. Tsupryk DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN ONLINE DECOR STORE WEBSITE USING THE DJANGO FRAMEWORK	154
А. П. Бортняк, О. А. Пастух АВТОМАТИЗАЦІЯ КАДРОВОЇ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ	
A. P. Bortnyak, O. A. Pastukh AUTOMATION OF ENTERPRISE HR WORK	155
В. Герасим, Д. Михалик РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СОРТУВАЛЬНИХ ТА ОЧИЩУВАЛЬНИХ МАШИН	
V. Herasym, D. Mykhalyk SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SORTING AND CLEANING MACHINES	156
Н. Б. Войцеховський, Ю. Б. Паляниця, ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ.	
N. B. Voytsekhovskiy, Y. B. Palyanytsia JUSTIFICATION OF THE METHOD OF INFORMATION SIGNAL TRANSMISSION TO	157

УДК 004.415

В. Герасим, Д. Михалик канд. техн. наук, доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СОРТУВАЛЬНИХ ТА ОЧИЩУВАЛЬНИХ МАШИН

V. Herasym, D. Mykhalyk PhD, Assoc. Prof.

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SORTING AND CLEANING MACHINES

Сортувальні машини для зернової продукції відіграють ключову роль у забезпеченні якості сільськогосподарських продуктів і підвищенні економічної ефективності галузі. Наявність сторонніх домішок у зібраному врожаї значно знижує його ринкову вартість. За оцінками, близько 65% малих фермерських господарств змушені продавати своє зерно за зниженими цінами через високий вміст сміття після збору врожаю. Це знижує їхню прибутковість і економічну стабільність[1].

Метою цього дослідження є вивчення існуючих рішень і розробка власного програмного забезпечення для автоматизації процесу сортування. Ефективна система дозволить підвищити продуктивність і забезпечити високу якість кінцевої продукції. Впровадження такого програмного забезпечення сприяє мінімізації людського втручання, забезпеченню стабільності роботи та максимізації прибутку підприємства.

Розробка програмного забезпечення для сортувальних машин є складним завданням, яке потребує детального аналізу ринку, ретельного тестування і вдосконалення. Для досягнення конкурентоспроможності в цьому секторі необхідно забезпечити високу точність роботи алгоритмів, адаптивність системи під різні типи зернових культур і зручність у користуванні. Враховуючи швидкі темпи впровадження автоматизованих технологій, така розробка є стратегічно важливою як для малих фермерів, так і для великих агрохолдингів[2].

Для розробки програмного забезпечення сортувальної машини було обрано мову програмування Java через її стабільність, що забезпечує ефективну роботу. Використано фреймворки JavaFX для створення користувацького інтерфейсу, що дозволяє реалізувати зручне та інтуїтивне управління системою.

Таким чином, впровадження сучасних програмно-апаратних рішень у сортувальні машини відкриває нові можливості для розвитку аграрного сектору, дозволяючи забезпечити високу якість готової продукції та економічну стабільність підприємств.

Література:

1. Steponavičius D., Špokas L., Petkevičius S., The influence of sorting machines in the present time. *Agronomy Research*, 2011. С. 377-385
2. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / За редакцією О. В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 488 с.