

Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
(повне найменування інституту, назва факультету)
Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Система автоматизованого сортування
фруктів та овочів на основі аналізу їхньої
зрілості за кольоровими характеристиками

Виконав: студент VI курсу, групи РТ-513М
спеціальності (спеціалізації)

172 Телекомунікацій та радіоелектроніка
(код і назва спеціалізації, спеціальності)

Краснопуктський Максим Геннадійович
(прізвище та ініціали)

Керівник Малій Олександр Юрійович
(прізвище та ініціали)

Рецензент Зменкова Т.Я.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
 Кафедра інформаційних технологій електронних засобів
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 172 Телекомунікації та радіоелектроніка
(код і назва)
 Спеціалізації "Мікросистемна техніка"
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТЕЗ
Шило Т.М. *ТМ*
 "15" грудня 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Трасюнтуєському Максиму Геннадійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Система автоматизованого сортування друків на основі аналізу їхньої зрілості за кількісними характеристиками
2. Рівень проекту (роботи) Майор Олександр Юрійович КТЧ доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року № 338
4. Строк подання студентом проекту (роботи) _____
5. Вихідні дані до проекту (роботи) Мікросхема АЦП з драйверами, технічні характеристики системи та дошки, виконані УХД.
6. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно зробити) Професити огляд існуючих аналогів та технологій, розробка структурної схеми і вибір елементів, розробка конструкції виробу, розробка ПО, економічне обґрунтування, оцінка праці та безпеки у НС, висновки.
7. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Креслення плати, сборочне креслення плати, планом "1", планом "2", додаток 1 "публікації" додаток 2, "предметний".

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	Малиш О.Ю. доц. каф. ПТФЗ		
4	Остапенко В.В. доц. каф. ПТ та БД		
5	Коробко О.В. ст. вик. ОП:КС		
НКДП	Дессовєв І.Є, ст. вик. каф. ПТФЗ		

7. Дата видачі завдання 04 вересня 2018р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз області розробки і встановлення задачі	2 тижні	
2	Розробка структури схеми і вибір елементів	4 тижні	
3	Розробка конструкції пристрою	4 тижні	
4	Розробка програми забезпечення	2 тижні	
5	Експериментальне обґрунтування розробки пристрою	2 тижні	
6	Охорона праці та безпека у КС	2 тижні	

Студент

Керівник роботи

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 75 сторінок, 21 рисуноків, 9 таблиць, 19 джерел, 1 додатків.

Об'єкт досліджень: Пристрій сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору.

У першому розділі розглядаються огляд області розробки та постановка завдань дипломного проекту, використання систем автоматичного сортування фруктів та овочів за їх кольором

У другому розділі проводиться розробка та опис структурної схеми системи, вибір елементів апаратної частини системи.

У третьому розділі розробляється конструкторні елементи приладу.

Четвертий розділ включає в себе складання алгоритм програми керуючого мікроконтролера, написано та підлагоджено програму мікроконтролера.

У п'ятому розділі проводиться розрахунок економічної ефективності та теоретичної окупності науково-дослідного проекту.

У шостому розділі розглядаються питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

СИСТЕМА ОБЛІКУ, СТРУКТУРНА СХЕМА, АЛГОРИТМ, ПРОГРАМА,
ДАТЧИК, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА-ПРИНЦИПОВА, КОНСТРУКЦІЯ

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Огляд області розробки і постановка задач	8
1.1 Оптичні методи визначення зрілості фруктів	8
1.2 Огляд аналогів	16
1.3 Постановка завдань дипломного проекту	16
2 Розробка структурної схеми і вибір елементів системи	18
2.1 Структурна схема системи	18
2.2 Вибір елементів системи	19
3 Розробка конструкції пристрою	26
4 Розробка програмного забезпечення	31
4.1 Розробка блок схеми алгоритму	31
4.2 Написання тексту і налагодження програми	33
5 Економічне обґрунтування розробки пристрою сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору	42
5.1 Розрахунок собівартості розробки сортувальної машини	42
5.2 Визначення витрат на розробку	43
5.2.1 Розрахунок основної заробітної плати	44
5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати	44
5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок	44
5.2.4 Сумарна вартість зарплатні	45
5.2.5 Витрати на комплектуючі	45
5.2.6 Витрати на спеціальне обладнання та експлуатацію ЕОМ.	46
5.2.7 Інші прямі витрати	49
5.2.8 Розрахунок накладних витрат	50
5.3 Результати визначення витрат на розробку та моделювання	50
5.4 Розрахунок вартості експлуатації	51
5.5 Порівняння аналогів та виробу	54
6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	55

	6
6.1 Аналіз потенційних небезпек	55
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки	56
6.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	58
6.4 Заходи з пожежної безпеки	64
6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	66
Висновки	70
Перелік посилань	71
Додаток А Текст основного блоку програми керуючого мікроконтролеру	73

ВСТУП

Найбільш поширений метод аналізу зрілості плодів полягає у визначенні кольору плодів, як візуальному, так і з використанням оптичного устаткування, що працює за принципом зміни коефіцієнтів відбиття світла певних довжин хвиль.

Окомірна оцінка, незважаючи на очевидну легкість організації та відсутність додаткових матеріальних витрат на спеціальне обладнання, істотно залежить від індивідуальних властивостей зорового апарату оператора, освітленості, ступеня втоми, дуже трудомістка і непридатна для масового аналізу. З метою збільшення її ефективності і зниження суб'єктивного фактора вдаються до використання спеціальних колориметричних таблиць або специфічного освітлення.

Найбільш якісним, є оптичний метод недеструктивної оцінки зрілості плодів груші, томата, абрикоса, що полягає у визначенні ступеня когерентності світлорозсіяння лазерного випромінювання від екваторіальної зони поверхні плодів. Основним недоліком методу є необхідність використання складного інтерферометричного обладнання і недостатня точність в оцінці стадії зрілості плодів, близьких до повного дозрівання.

У дипломному проекті пропонується розробка приладу для автоматизованого сортування фруктів та овочів за кольором на основі датчика кольору з використання мікроконтролера.

Мета приладу, що розробляється в рамках дипломного проекту - підвищення точності і ефективності аналізу ступеня зрілості плодів за допомогою кількісної оцінки функціонального стану фото синтезуючого апарату шкірки і прилеглої до неї м'якоті за кольоровими характеристиками.

Мета дипломного проекту – аналіз існуючих методів недеструктивного оптичного аналізу стиглості фруктів та овочів за їх кольоровими характеристиками, розробка схеми, конструкції плати та програми керуючого мікроконтролера пристрою сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору.

1 ОГЛЯД ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ

1.1 Оптичні методи визначення зрілості фруктів

Оптичні методи, використовувані для неруйнуючої оцінки зрілості і якості і плодів і овочів, в залежності від принципу реєстрації інформації, можна умовно розділити на наступні групи:

- 1) колориметричні;
- 2) діагностика з залученням методів і систем технічного зору;
- 3) фотометричні і спектрометричні методи;
- 4) люмінесцентні;
- 5) лазерно-оптичні методи.

1. Колориметричні методи діагностики. Якісна оцінка плодів і овочів за кольором відображена в державних стандартах як захід із забезпечення відповідного ступеня розвиненості, свіжості, цілісності, зрілості, смаку, вмісту поживних речовин і т. П. Показників. Зміна колориметричних характеристик обумовлено старінням, зміною кількості хлорофілу, антоціанів і інших пігментів в процесі дозрівання, зберігання, теплової обробки, механічних і біотичних пошкоджень.

2. Системи технічного зору (СТЗ) останнє десятиліття завоювали абсолютну першість у всіх галузях науки, техніки, медицини, сфери обслуговування. Поєднання функцій двовимірного сканування з фотоелектричним перетворенням інформації, високу просторову роздільну здатність, достатня чутливість, поява кольорових відеокамер і гнучких алгоритмів цифрової обробки зображень, все це зумовило ефективність використання СТЗ для отримання багатопараметричної інформації про досліджуваний об'єкт і навколишнього його тла. Класичним прикладом такого підходу для оцінки якості плодів є одночасне вимірювання діаметра, висоти, площі, форми і кольору фруктів і овочів з подальшим розрахунком обсягу (маси) об'єкта, класифікації дефектів і визначенні товарної категорії.

3. Спектрофотометричні методи засновані на явищі виборчого поглинання електромагнітного оптичного випромінювання в залежності від молекулярного

складу об'єкта. У таких об'єктах, як свіжі фрукти та овочі, вода міститься в переважаючих кількостях (78 - 90%), тому їх оптичні властивості визначаються, головним чином, оптичними властивостями води. Типовим для більшості овочів і плодів є також процес розпаду хлорофілу і синтез каротиноїдів у міру дозрівання, окислення всередині - клітинного вмісту при механічних пошкодженнях, фізіологічних і грибних захворюваннях. Тому характер залежностей спектральних кривих різних фруктів і овочів аналогічний, відмінності позначаються тільки у видимій області (за рахунок кольору) і в абсолютних значеннях коефіцієнта відображення.

Спектрометрії відбитого потоку в різний час успішно втілювали в промислових пристроях сортування картоплі, цибулі, цитрусових, персиків і томатів, яблук, редиски, груш, чорносливу, суниці та ін.

Історично склалося два частково незалежні напрямки використання спектрометрії відбитого потоку: перше - для оцінки ступеня зрілості, внутрішнього якості плодів і прогнозу лежкоздібності; друге - для товарної сортування по поверхневим дефектам. Це обумовлено істотно різними вимогами до технічних засобів знімання та обробки відбитого оптичного сигналу.

Використання спектрометрії відображення при оцінці зрілості і внутрішнього якості плодів засновано на зв'язку їх хімічного складу з спектрами відображення в діапазоні довжин хвиль 400-2500 нм. З кінця сімдесятих почалися широкомасштабні дослідження спектрофотометричних методів для аналізу сільськогосподарських і харчових продуктів, промислових кормів, молочної продукції, ґрунту. Сучасні розробки відрізняються серйозною електронікою, волоконної оптикою, методичним і технічним забезпеченням калібрування. Наприклад, в Австралії використовується більше 500 ІК-приладів для аналізу зерна, плодів та інших продуктів.

Спектри відображення (гіпер - або мультиспектральний аналіз) використовуються для неруйнівного визначення сухих і розчинних речовин в цибулі, динях, персиках, мандаринах, при оцінці вміст цукру, кислот і твердих речовин в плодах сливи, ананаса і манго, твердості, вмісту сухих і розчинних речовин, загальної кислотності в яблуках, томатах, і цитрусових, оцінки зрілості:

качанового салату, суниці, мандарин, моркви, груш. Виявлено суттєві кореляції між вмістом хлорофілу, каротиноїдів, загальних цукрів, кислот і спектральними характеристиками відображення плодів персика, апельсина, мандарина, хурми, банана, яблуні.

У Боннському університеті провели порівняльне вивчення традиційних деструктивних методів і методів неруйнівного оптичного контролю за оцінкою споживчої якості щойно зібраного яблук, цитрусових і желтомясних персиків. Оцінювали зв'язок оптичних властивостей з вмістом хлорофілу, твердих розчинних речовин, твердості м'якоті і цукристості плодів яблуні. Специфіка спектра відбиття в діапазоні 400 - 1100 нм корелює з рефрактометричними вимірами цукристості ($r = 0,62 - 0,68$), вмістом хлорофілу ($r > 0,7$) і показаннями пенетрометра. Найбільш точний зв'язок ступеня зрілості і оптичних властивостей спостерігається у яблук з твердістю м'якоті понад 6 кг / см².

При аналізі цілих плодів сильний вплив на результат аналізу надає розмір, форма і текстура поверхні. Як правило, ця проблема вирішується використанням першої та другої похідної спектру відображення. Наприклад, друга похідна спектра відбиття в діапазоні від 750 нм до 2000 нм дозволяє розділяти плоди ананаса і манго на 2-3 категорії за рівнем споживчої зрілості, вмістом розчинних речовин і крохмалю.

Спектрометрія відображення при дефектоскопії зерняткових плодів (яблука, груші) в основному застосовується для виявлення поверхневих дефектів - гнилей та механічних пошкоджень, найбільш поширеними з яких є удари. Дослідження відбивних властивостей здорових ділянок поверхні яблук і мають механічні ушкодження (удари) дозволили встановити наступні закономірності:

1. Коефіцієнт відображення в області 700 - 2200 нм менше у пошкодженій поверхні. Спектральні криві якісних плодів в цій області тотожні незалежно від сорту або стиглості.

2. Найкращими для виявлення ударів є спектральні області поблизу 0,8 мкм, 1,2 мкм і 1,7 мкм, де середній коефіцієнт відображення удару не менш як на 15% нижче, ніж у непошкодженій поверхні (рис. 1.1).

3. Фіксується спад коефіцієнта відбиття спостерігається лише через кілька годин після пошкодження (4-8 годин при кімнатній температурі); величина середнього коефіцієнта відбиття місця удару описується функцією виду: $R = ae^{-bt}$, де t - час, що минув з моменту нанесення удару.

4. Виразність змін спектрів відбиття залежить також від енергії удару і глибини пошкодження.

5. Коефіцієнти відбиття здорової поверхні з віком плодів зменшуються незначно.

Дані закономірності лягли в основу перших експериментально - технологічних установок для сортування яблук, розроблених в Корнельському університеті США і в Московському інституті інженерів сільськогосподарського виробництва. В якості інформаційного сигналу використовували коефіцієнт відображення на довжині хвилі 0,8 ... 0,9 мкм. Амплітуда відбитого випромінювання порівнювалася з наперед заданим значенням, відповідним коефіцієнту відображення здорової поверхні.

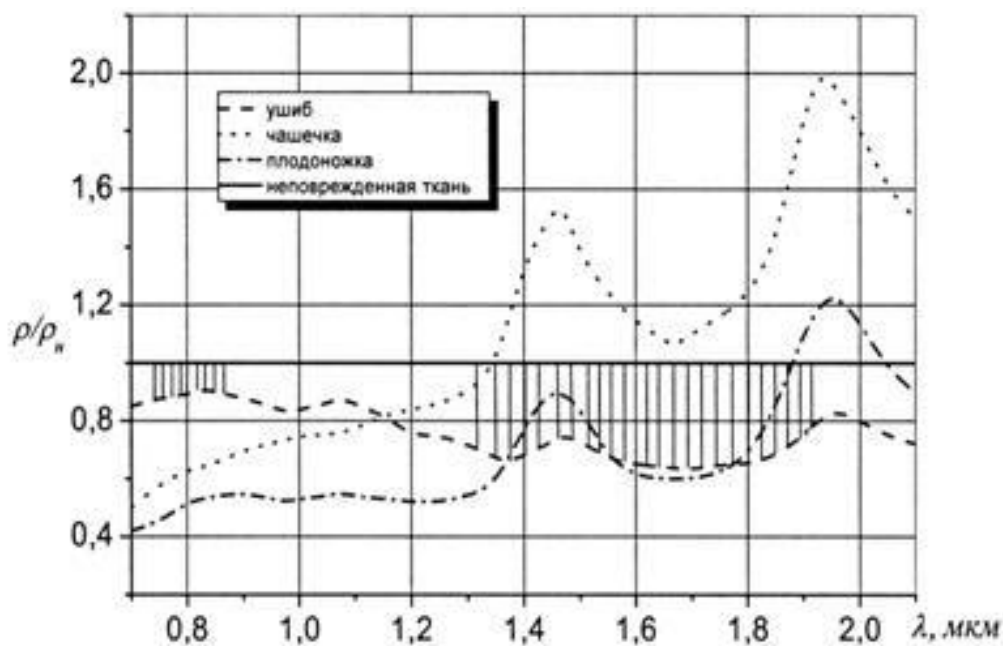


Рисунок 1.1 – Залежність відносних коефіцієнтів дифузного відбиття від довжини хвилі здорових і пошкоджених плодів сорту Ред Делішес

Подальший розвиток пристроїв сортування плодів йшло по шляху збільшення точності розпізнавання ударів за рахунок усунення неінформативних факторів, для чого на додаток до основного ознакою оцінювали коефіцієнти відображення на

інших довжинах хвиль для компенсації адитивних, наприклад, $(R\lambda_1 - R\lambda_2)$ і Мультикативное, наприклад $(R\lambda_1 / R\lambda_2)$ перешкод. Спільною особливістю цих методів є використання опорної довжини хвилі, коефіцієнт відображення на якій мінімально залежить від якості об'єкта. Це дозволило забезпечити максимальну різницю коефіцієнтів відбиття пошкоджених і здорових ділянок незалежно від морфологічних особливостей плодів (рис.1.1).

Випробування пристроїв сортування, заснованих на методах спектрофотометрії плодів показали, що реальна чутливість розпізнавання дефектів помітно нижче розрахункової. Відзначалася істотна залежність результату сортування від просторової і спектральної стабільності освітлення. Сильні спотворення і збої в роботі вносилися дзеркальної складової відображення (відблиски) від кутикулярного (воскового) шару плодів.

В останні роки, для збільшення точності розпізнавання, особливо при створенні багатопараметричних пристроїв сортування, привертають комбіновані методи, наприклад, відображення + флуоресценція і цифрову обробку зображень. Використовуючи статистичні параметри зображень вибірки плодів, спочатку формується еталонний цифровий образ показників якості. Зображення контрольованого об'єкта за допомогою комп'ютерної програми розпізнавання образів порівнюють з наявними в пам'яті ЕОМ еталонами дефектів. На підставі результатів порівняння здійснюється класифікація плодів за категоріями якості, відбір і вибракування некондиційної продукції. Програмним шляхом можна встановлювати еталонні характеристики в залежності від вимог споживача, проводити швидке переналагодження пристроїв сортування при зміні типу або сорту плодів.

5. Люмінесцентні методи Люмінесценція виникає в результаті поглинання речовинами - флуорофор енергії оптичного випромінювання і перетворення її у вторинне випромінювання. Зміни, що відбуваються в плодах при дозріванні або гнитті, впливають на його хімічний склад, приводячи до зміни спектра люмінесценції. Багато гриби, цвілі та інші мікроорганізми, а також продукти їх життєдіяльності - мікотоксини, мають відмінний від здорового плоду колір світіння.

Спектр люмінесценції залежить від вмісту протеїну, вітамінів, крохмалю, ступеня озеленення бульб картоплі, наявності гнилей та хвороб плодів цитрусових, цибулі, картоплі і винограду, ураження яблук засмагою. Виявлено можливість використання спектрів флуоресценції в УФ і синьому світлі для прогнозу швидкості і ступеня дозрівання яблук сортів Голден Делішес і Ред Делішес. Комбінація трьох методів: відображення, флуоресценція в видимому діапазоні і УФ флуоресценція дає можливість багатопараметричної класифікації ушкоджень яблук (нормальні, з гіркою ямчатою, з чорною гниллю, загниванням серцевини, слабким сонячним опіком і сильним сонячним опіком). Зміна показників флуоресценції хлорофілу зеленого перцю дозволяє неструктурно оцінити ступінь переохолодження плодів до появи його зовнішніх симптомів (у вигляді зміни забарвлення і появи ямок на поверхні). Спектрально-флуоресцентний метод може бути використаний для ранньої діагностики основних хвороб коренеплодів картоплі, буряка і моркви.

Відносна інтенсивність флуоресценції хлорофілу (параметр F_v / F_m), що міститься в плодах яблуні, корелює з такими якісними показниками ступеня зрілості, як виділення етилену, вміст крохмалю, щільність м'якоті, зміст сухих речовин, що дозволило вченим Боннського університету на базі хлорофіл-флуориметра рама-2000 року розробити метод оптимального знімання врожаю яблук.

6. Лазерні методи діагностики плодів. Лазерний промінь, завдяки високій спектральної яскравості, спрямованості, монохроматичності, поляризації, просторової і часової когерентності, є надзвичайно зручним інструментом для створення різноманітних багатофункціональних вимірювальних приладів.

Колімірований потік від лазерних випромінювачів дозволяє з малими втратами проводити точкову (менш мікрона) фокусування променя. Це дозволяє виявляти малорозмірні дефекти на поверхні с. х. об'єктів. Прикладом цього служить розроблені в університеті штату Іллінойс (США) метод і лазерний пристрій для виявлення механічних пошкоджень зерен кукурудзи. Тріщини шириною менше 0,1 мм виявляються з надійністю 80%.

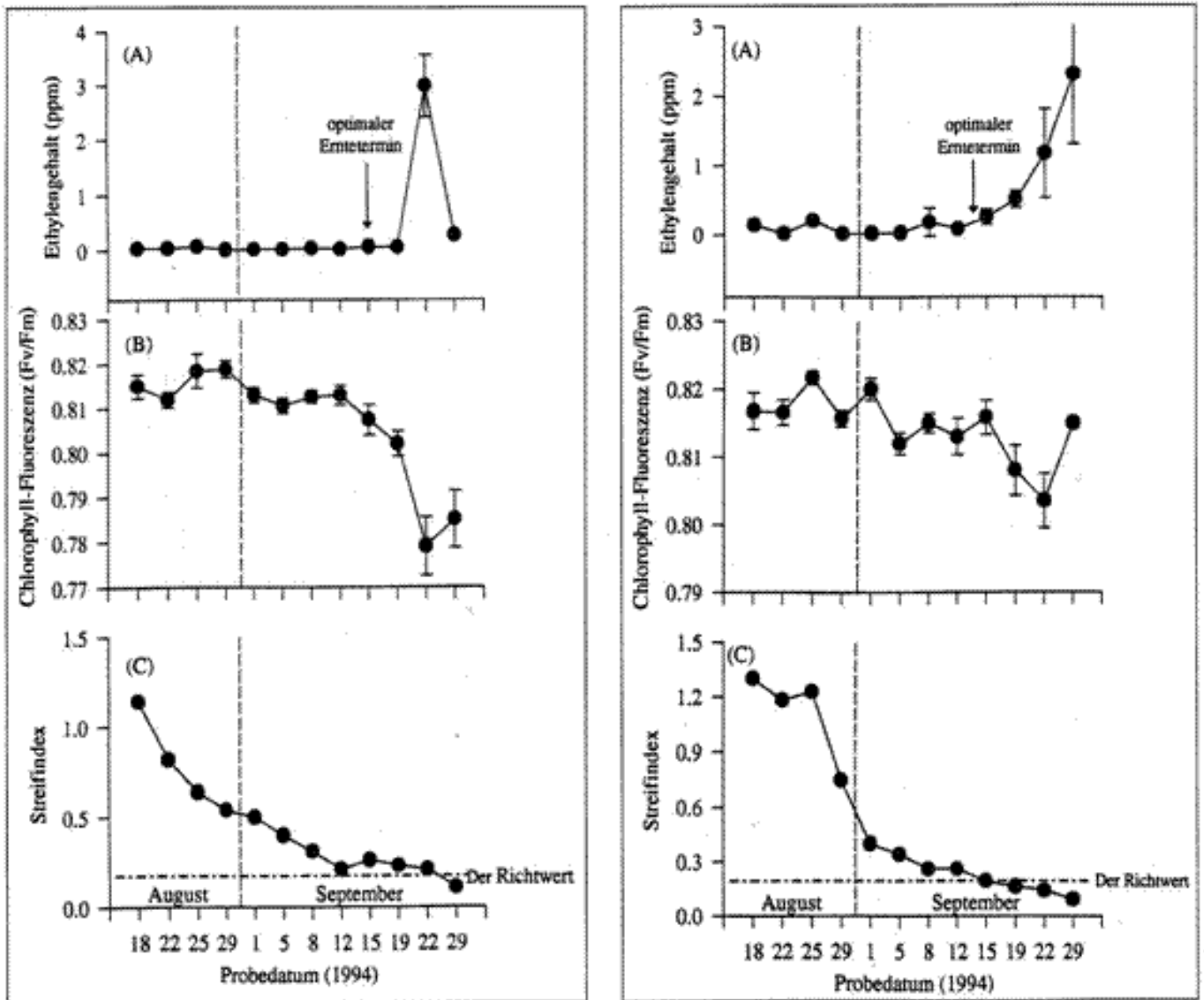


Рисунок 1.2 – Залежність виробництва етилену (А), флуоресценції хлорофілу (В) і індексу зрілості (С) від дати знімання проб. Стрілкою показано початок оптимального періоду збирання врожаю. Індекс зрілості оцінювали як F / RS , де F -твердість, R - коефіцієнт заломлення, S - вміст крохмалю. Зліва - плоди яблуні сорту "Boskoop", праворуч - "Cox Orange"

Широко використовуються для аналізу біологічних об'єктів методи, засновані на явищі пружного світлорозсіювання лазерних пучків. Базова фізична принцип дослідження характеристик пружного розсіювання заснований на реєстрації зміни просторового розподілу розсіяного світла від кута розсіяння (індикатриса розсіювання або нефелометрія). Відомо використання методу лазерної нефелометрії при аналізі якості продуктів харчування і лікарської сировини, для моніторингу

якісних змін яблук в процесі дозрівання; для визначення об'ємного відсотка вмісту крохмалю в зернових культурах.

Ефективно використання лазерів також для оцінки доплерівського зсуву частоти при вимірюванні швидкостей повільно рухаються потоків (капілярні потоки, рух цитоплазми в клітині, рух мікроорганізмів, органоїдів і т. П.). В Японії лазерний доплерівський метод успішно використовували для вивчення фізичних (в'язко-еластичних) властивостей плодів, таких, як ківі, томати, яблука і груші.

Лазер надає додаткові переваги при роботі з рослинними об'єктами складної об'ємної форми, обумовлені можливістю багатовимірної просторової розгортки променя. Це дозволяє робити точні вимірювання розміру і форми складних об'ємних об'єктів. Так, в Японії розроблена лазерна система для оцінки форми і розміру плодів 58 видів цитрусових рослин. Дані морфологічні ознаки є одним з основних і найважливіших показників якості та сортової приналежності плодів. У Мексиці розроблена і випробувана автоматична установка для сортування стручкового перцю по ширині і наявності гнилі з використанням лазера і фотодіодного сканера.

Китайські дослідники використовували лазерний промінь (650 нм, 25 мВт) при дистанційній оцінці якості яблук сортів Ред Фуджі і Гала (моніторинг плодів, що ростуть на дереві).

Метод лазерної поляризаційної інтерферометрії використовувався автором для вирішення проблеми автоматизації товарної сортування яблук. Відмінною особливістю методу, у порівнянні з традиційною спектрометрією, є висока чутливість виявлення механічних пошкоджень, незалежно від часу їх нанесення, забарвлення плоду, біохімічного стану тканини і інтенсивності (стабільності) зондуючого випромінювання. Додатковим і істотним гідністю поляризаційних інтерферометрів є висока вібростійкість, світлосила і можливість роботи з сильно поглинаючими і розсіюючими середовищами.

В останні роки бурхливий розвиток отримала техніка лазерної спекл-інтерферометрії. При висвітленні лазерним пучком дисперсної середовища розсіяне випромінювання відчуває множинну взаємну інтерференцію, в результаті чого утворюється характерна плямиста картинка, названа спекл-структурою. Просторово-

часові параметри спеклів тісно пов'язані з характеристиками розсіює середовища. При дослідженні біологічних об'єктів було відзначено мерехтіння спекл-картини, викликане рухливістю складових її елементів. Це специфічне явище отримало назву «біоспеклов». Феномен біоспеклов успішно був використаний японськими та англійськими дослідниками для аналізу динаміки процесів старіння рослин по параметрам мерехтіння спекл-картини. У Агрофізичні інституті Польської академії наук спільно з Українським фізико-механічних інститутом аналогічний принцип був використаний для оцінки втрати якості яблук в процесі зберігання. Віртуальна інтерференція спекл-картин із застосуванням відеокамер і цифрового аналізу зображень, використана в Японії для аналізу форми коливань тканин яблука в процесі вібрації з наступним розрахунком їх фізико-механічних характеристик, зокрема, щільності. Об'єднана група Агроінженерія і фізиків Бразилії використовує цифровий аналіз біоспеклов для оцінки дефектності і якості фруктів, життєздатності насіння і виявлення бобів квасолі, заражених грибною інфекцією.

1.2 Огляд аналогів

С кінця вісімдесятих років, колориметрические системи аналізу кольору на базі кольорових відеокамер складають основу автоматизованих пристроїв контролю якості різних плодів - томатів, огірків, баклажанів, перцю, персиків, мандаринів, лимонів, хурми і т.д. Вони широко використовуються в універсальних комплексах для сортування плодоовочевої продукції, що випускаються зарубіжними фірмами Barwell International Ltd Tamkin LDT (Великобританія), GMB & CO (Німеччина), FMC (Італія), AWETA (Нідерланди), MAF (Франція), Greefa і Hortegro (Голландія), Aid, (Італія), Buhler Sortex (Великобританія).

1.3 Постановка задач дипломного проекту

З огляду на можливість тестування якості фруктів та овочів без руйнування їх структури оптичними методами, у дипломному проекті проводиться розробка

пристрою, що дозволить проводити аналіз плодів фруктів та овочів по заздалегідь введеному діапазону параметрів кольору, що відповідає якісному (без ушкоджень) та стиглому плоду.

Прилад, що розробляється має забезпечувати наступні параметри:

- живлення від мережі 220В та від акумулятора;
- можливість передачі даних на персональний комп'ютер чи промисловий контролер для ведення статистики та керування механізмами сортування;
- можливість розрізняти не менш як 1млн. кольорів;
- можливість введення параметрів плодів, що тестуються з клавіатури та через комп'ютер;
- можливість вказання рівня відповідності плода що тестується оптимальному непошкодженому стиглому плоду;
- швидкодію не менше 1 плод за 1 секунду;
- індикація для оператора про відповідність плоду, що тестується рівню що задано параметрами.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ

2.1 Структурна схема системи

Структурна схема розробленої системи наведена на рис.2.1.

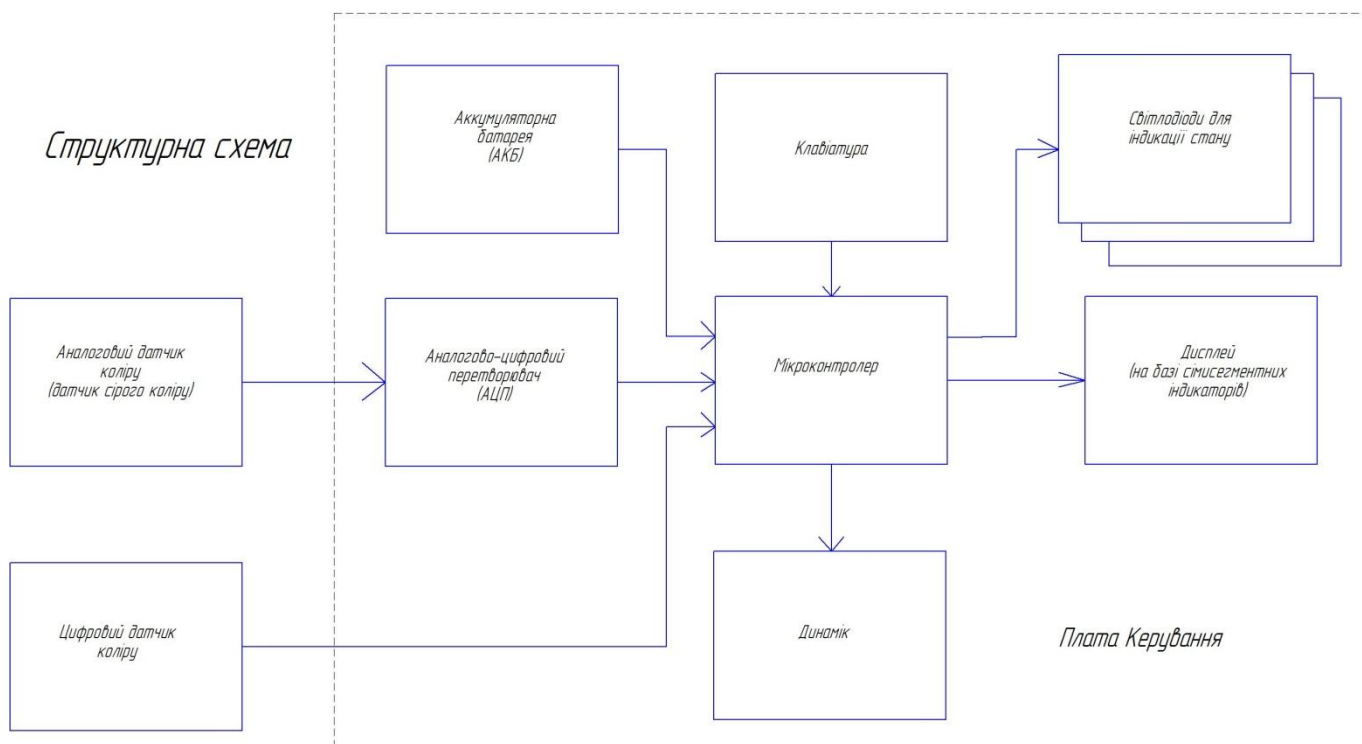


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи

Пристрій складається з плати керування та двох датчиків кольору.

Аналоговий датчик кольору використовується для визначення моменту початку тестування плода, а також для внесення корегування в залежності від рівня освітленості в кольорові параметри отримані з цифрового датчика кольору, оскільки цифровий датчик кольору отримує рівень кожного з трьох основних кольорів, але не отримує рівень освітленості, що впливає на якість порівняння отриманого кольору з встановленим діапазоном значень.

Цифровий датчик кольору отримує насиченість кожної складової кольору у 16ти бітному форматі та передає їх зручним для плати керування протоколом для подальшої обробки.

Плата керування складається з мікроконтролера, який керує всіма процесами обробки, зберігання, пересилання та виведення даних.

Система може живитися як від мережі змінної напруги 220В так і від акумуляторної батареї. Для введення параметрів для оцінки плодів в системі передбачено клавіатуру. Для виведення повідомлень користувачу під час налаштування та в процесі тестування плодів в пристрої передбачено дисплей на базі сімисегментних індикаторів. Для повідомлення користувача про те що плод, що тестується не задовольняє введеним параметрам на платі використовується динамік.

2.2 Вибір елементів системи

У якості керуючого мікроконтролера обрано мікроконтролер STC89C58 з системою команд Intel.

Характеристики мікроконтролера STC89C58:

- 8-розрядний 8051-сумісний мікроконтролер (MCU) з вбудованою пам'яттю SuperFlash;

- повністю Intel сумісне програмне забезпечення;

- Інструментарій розробки сумісний

- частота тактового генератора від 0 до 40 МГц при 2.7-5.5 В

- 34 Кбайт одиночного блоку EEPROM SuperFlash з двома перегородками

- 32 Кбайт первинний розділ + 2 Кбайт вторинний розділ

- Flash Block ділиться на чотири програми сторінки (8 Кбайт) та одна сторінка завантажувача (2 Кбайт);

- індивідуальний захист від читання;

- адресація до 64КВ для зовнішньої пам'яті даних;

- програмування по шині ISP;

- програмування в програмі IAP;

- мала секторна архітектура: розмір 128-байтового сектора;

- загальний об'єм оперативної пам'яті 1 Кбайт;

- подвійний удосконалений SMBus до 400 Кбіт / сек;

- повнодуплексний, покращений UART;
- виявлення помилок кадрів;
- автоматичне розпізнавання адрес;
- дев'ять джерел переривань на 4х пріоритетних рівнях;
- три 16-розрядних таймери / лічильники;
- програмований сторожовий таймер (WDT);
- два регістри опосередкованої адресації DPTR;
- чотири 8-бітні порти вводу / виводу (32 канали вводу/ виводу)
- режими низької потужності:
 - режим живлення в режимі очікування з вимкненням зовнішніх переривань;
 - режим очікування;
- діапазони температури:
 - промислові (від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$)
 - комерційний (від 0°C до $+70^{\circ}\text{C}$)
- доступні корпусні виконання:
 - 44-виводний PLCC;
 - 44-виводний TQFP;
 - 40-контактний WQFN.

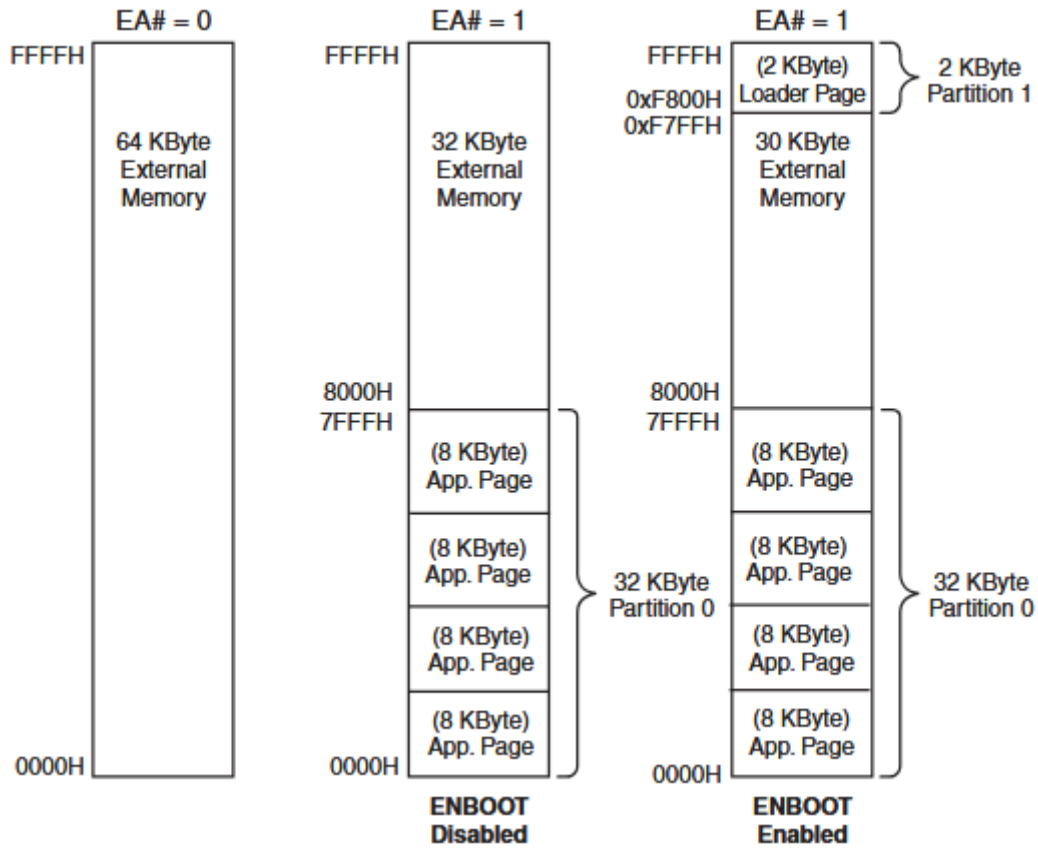


Рисунок 2.2 – Структура оперативної пам'яті мікроконтролера

У якості аналогового датчика кольору (датчику відтінків сірого) було обрано датчик DFR0022.



Рисунок 2.3– Датчик відтінків сірого DFR0022

В якості цифрового датчика кольору було обрано ISL29125.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд датчика кольору ISL29125

ISL29125 це датчик низької потужності, високої чутливості, датчик світла червоного, зеленого і синього кольорів (RGB) з I2C (сумісний з SMBus) інтерфейсом. Його сучасна фотодіодних матриця забезпечує точну спектральну характеристику RGB і відмінне змін джерела світла до джерела світла. (LS2LS). ISL29125 призначений для придушення інфрачервоного випромінювання в джерелах світла, що дозволяє пристрою працювати в умовах від сонячного світла до темних кімнат. Інтегруючий АЦП пригнічує мерехтіння 50 Гц і 60 Гц, викликане штучними джерелами світла. Вибраний діапазон дозволяє користувачеві оптимізувати чутливість, яка підходить для конкретного застосування. У звичайному режимі роботи пристрій споживає 56 мкА, що знижує до 0,5 мкА в режимі відключення живлення. ISL29125 підтримує програмовані користувачем апаратні і програмні пороги переривань. Функція збереження переривання зменшує помилкове спрацьовування повідомлення. Пристрій працює від джерел живлення (VDD) від 2,25 В до 3,63 В, від джерела I2C від 1,7 В до 3,63 В і робочої температури від -40 ° С до + 85 ° С.

Характеристики датчика кольору ISL29125:

- робочий струм 56 мкА, струм відключення 0,5 мкА;
- обираємий діапазон (через I2C);

- I2C (SMBus-сумісний) вихід;
- розрядність АЦП 16 бит;
- вектори переривань, що програмуються;
- два діапазона оптичної чутливості:
 - діапазон 0 = 5,7 м люкс до 375 люкс;
 - діапазон 1 = 0,152 люкс до 10000 люкс;
- робоче джерело живлення від 2,25 до 3,63 В;
- I2C блок живлення від 1,7 до 3,63 В;
- 6 Ld ODFN (1,65x1,65x0,7 мм) корпус.

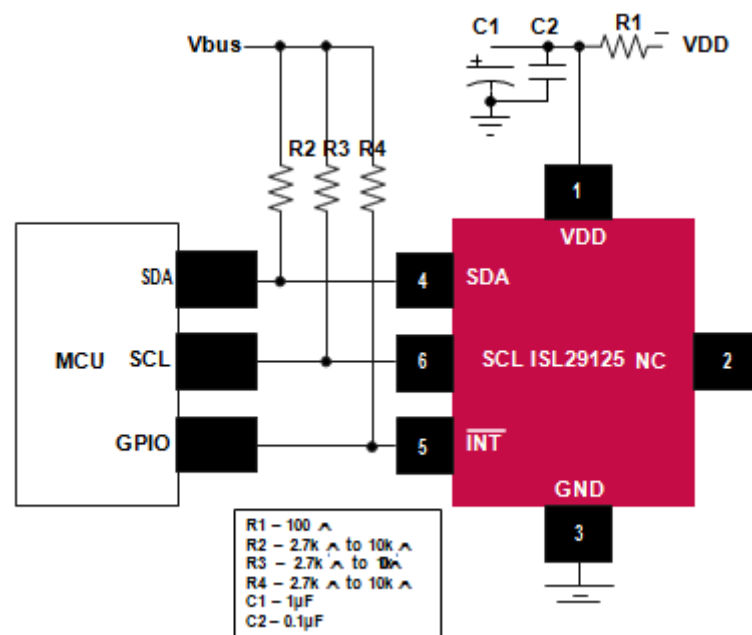


Рисунок 2.5 – Типова схема підключення датчика ISL29125 до керуючого елемента (мікроконтролера).

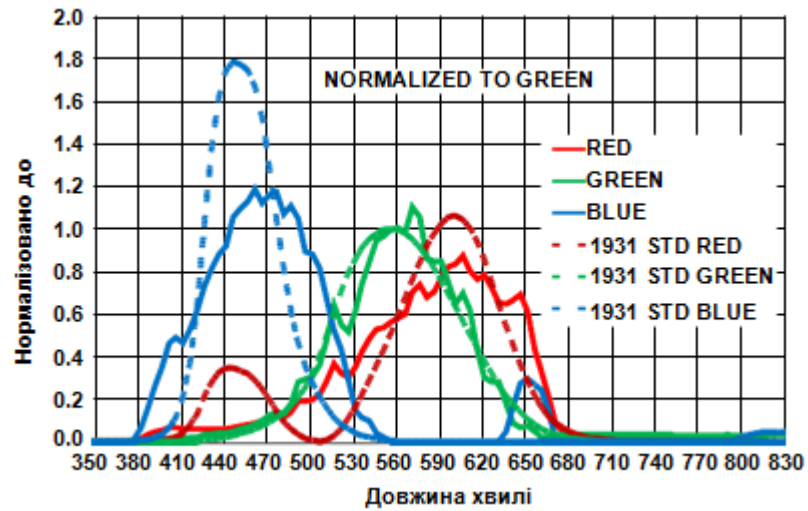


Рисунок 2.6 – Нормалізована спектральна реакція на червону, зелену та синю чутливість

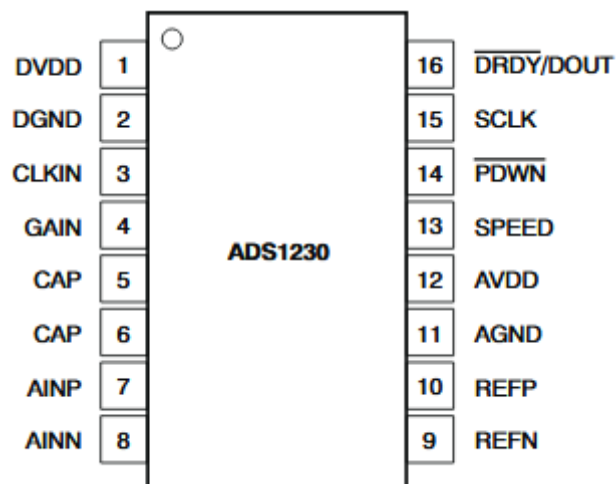


Рисунок – Розташування виводів мікросхеми АЦП

Таблиця – Характеристики АЦП ADS1230

Розділ	Аналогово цифрові перетворювачі (АЦП)
Розрядність АЦП	20
Кіл-ть вимірювальних каналів	1
Частота захвату сигналу	20Гц
Цифровий інтерфейс	SPI

Конфігурація аналогового входу	0.5Vref/PGA (1,2,64,128)
Ефективна розрядність АЦП	19.5
Споживна потужність	2.9мВт
Діапазон напруги живлення аналогової частини	2,7...2,3В
Діапазон напруги живлення цифрової частини	2,7...5,3В
Корпус	TSSOP-16
Діапазон робочих температур	-40°C...+85°C

3 РОЗРАБОТКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

Наступним етапом розробки пристрою в дипломному проекті була розробка керуючою плати.

Для з'єднання радіоелементів електричної схеми між собою, в якості базової несучої конструкції вибираємо двосторонню друковану плату виготовлену комбінованим позитивним методом по полуаддитивній технології. З огляду на те, що при проектуванні ПП використовуються ІС, а також високий рівень насиченості ПП навісними елементами по ГОСТ 23751-86 вибираємо четвертий клас точності.

Відповідно до того, що максимальний діаметр виводів навісних елементів, розміщених на платі, дорівнює 0,7 мм, то обираємо товщину плати рівну 1,5 мм.

Як матеріал проектованої ДПП обираємо склотекстоліт нагрівостійкості вищого сорту, товщиною 1,5 мм, облицьований з двох сторін мідною оксидною фольгою, товщиною 50 мкм СФ-2Н-50Г-1,5в.с. ГОСТ 10316-78.

В конструкції даного пристрою застосовуються стандартні ЕРЕ, що мають вологозахисне покриття та низьку інтенсивність відмов, що забезпечує надійну працездатність пристрою протягом гарантованого терміну служби при впливі на нього несприятливих кліматичних факторів. ЕРЕ кріпляться на платі за допомогою пайки.

Номінальні діаметри отворів для кріплення складають 2 мм.

Друкована плата була розтрассірована на двох сторонах. Ширина трас з'єднань 0,5 мм. Допуск між провідником і елементом друкованої плати 0,5 мм, допуск між провідником і отвором 0,25 мм, допуск між провідником і краєм друкованої плати 2 мм, допуск відстаней елементів друкованої плати 0,15 мм.

Отримане креслення сторони установки елементів поверхневого монтажу наведено на рис. 3.2. Креслення сторони установки елементів об'ємного монтажу наведено на рис. 3.1.

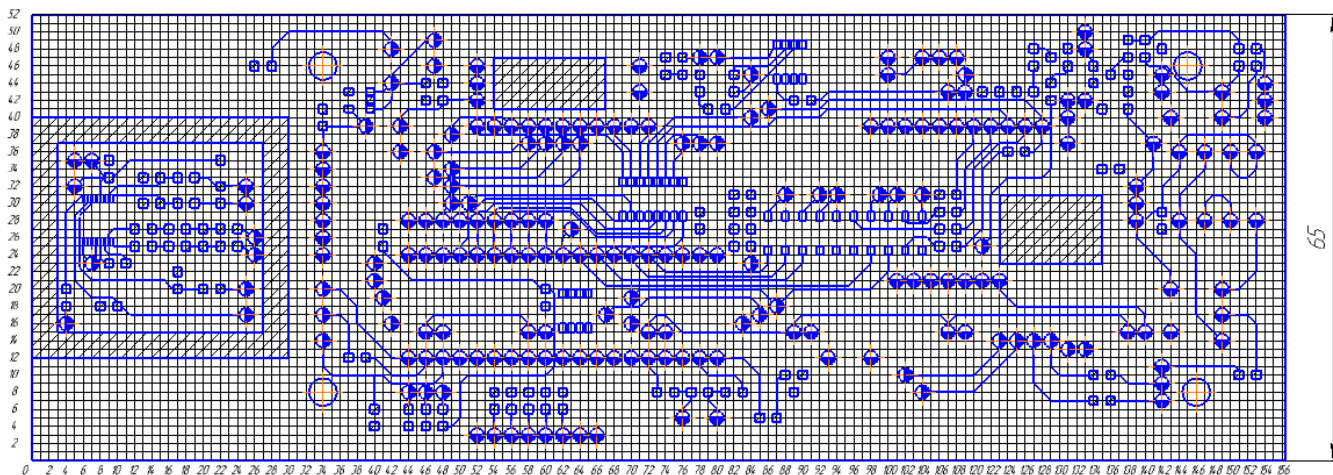


Рисунок 3.1 – Малюнок провідників розробленої друкованої плати (сторона встановлення мікроконтролера)

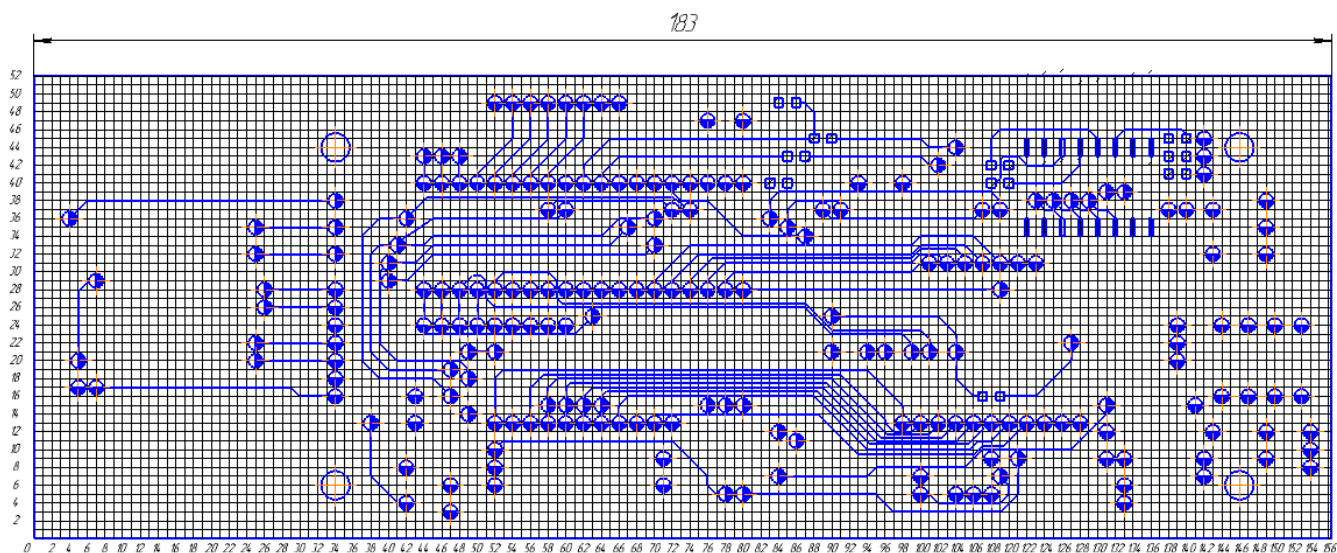


Рисунок 3.2 – Малюнок провідників розробленої друкованої плати (сторона встановлення індикатора)

Компонування приладу зроблена таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до елементів схеми при регулюванні і заміні в разі виходу їх з ладу.

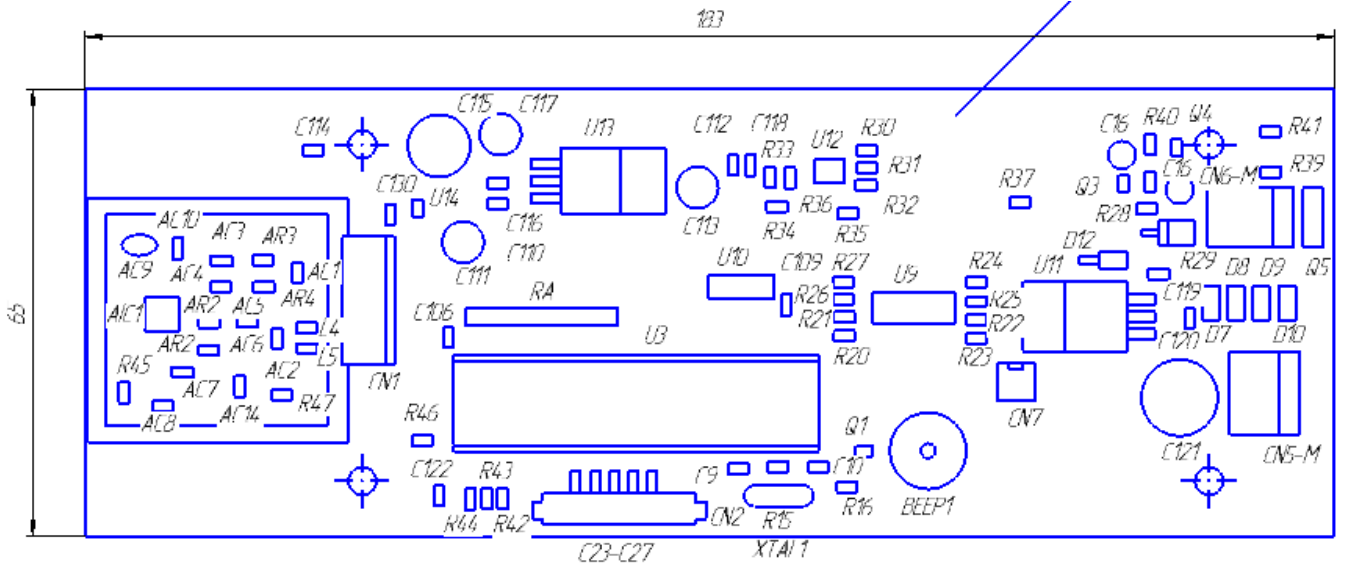


Рисунок 3.3 – Конструкція плати з встановленими елементами зі сторони встановлення мікроконтролеру

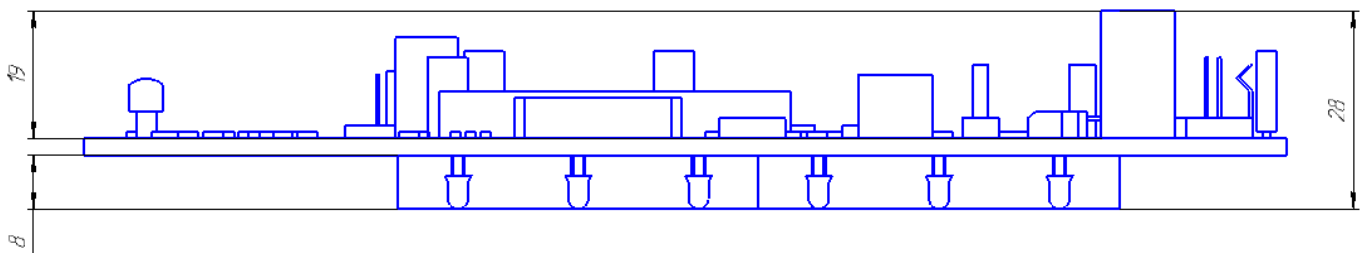


Рисунок 3.4 – Конструкція плати вигляд збоку

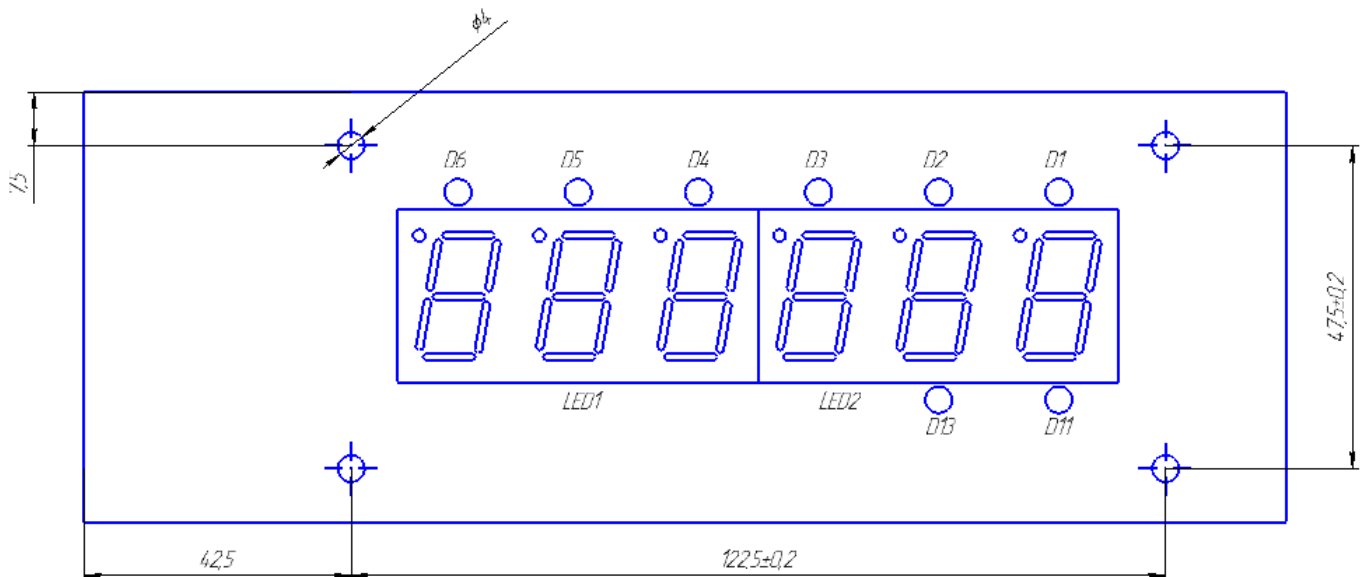


Рисунок 3.5 – Конструкція плати з встановленими елементами зі сторони встановлення індикаторів

Для виготовлення друкованої плати був обраний комбінований позитивний метод. Як матеріал друкованої плати був обраний текстоліт товщиною 1,5 мм.

Даний метод був обраний з урахуванням наступних чинників виготовлення друкованої плати:

- проєктована пристрій виконаний по одношарової, двосторонньої технології з SMD монтажем;

- необхідна висока точність друкованого малюнка;

- необхідна висока надійність і якість друкованого малюнка.

Переваги:

- створення елементів друкованого малюнка з високою точністю – при використанні фольги товщиною 9 мкм досяжна ступінь допуску провідників і проміжків між ними – 75 мкм;

- практично на всіх етапах техпроцесу фольга захищає діелектричну підставку від впливу технологічних розчинів; цим досягається висока якість поверхні діелектрика і, як наслідок, висока надійність ізоляції;

- добра адгезія (міцність зчеплення) елементів друкованого малюнка і діелектричного підстави плати.

Недоліки: Операцій травлення призводить до виникнення бокового підтраву провідників. Це обмежує роздільну здатність процесу.

Комбінований позитивний метод застосовується при виробництві двосторонніх друкованих плат. За своєю суттю комбіновані способи виготовлення плат відносяться до полуаддитивним. Як і при субтрактивному методі, для виготовлення плат по полуаддитивній технології використовуються фольговані діелектрики. Формування малюнка провідників відбувається, як і при адитивних методах, шляхом гальванічного осадження міді з застосуванням фотошаблонів.

Формування виводів і установка елементів є стандартною по ОСТ 4ГО.010.030, крім елементів зазначених на кресленні – плата в зборі. Кількість типорозмірів елементів зведено до мінімуму.

Завдяки тому, що майже всі елементи встановлюються на одній стороні плати, і як було сказано раніше, застосована стандартна елементна база, для установки і

пайки ЕРЕ використовуються автоматизовані системи, добре відпрацьовані на виробництві. Таким чином, можна використовувати групову пайку, зокрема пайку хвилею, установку елементів здійснювати шляхом використання спеціалізованих автоматів. Це в свою чергу зменшить витрати часу, фінансові та трудові ресурси на виробництво даного виробу при великосерійному типі виробництва.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Розробка блок схеми алгоритму

При створенні програмного забезпечення першим етапом є розробка блок схеми алгоритму. На рис.4.1 наведено схему алгоритму програми керуючого мікроконтролера в режимі тестування плодів овочів та фруктів при вже заданому режимі (тобто при обраному типі плода, що контролюється).

При старті мікроконтролер проводить ініціалізацію, а саме встановлення швидкості роботи, налаштуванні напрямків роботи шин портів вводу/виводу, налаштування переривань тощо.

Далі в циклі з 10 вимірювань для забезпечення відсіву статистичної похибки проводиться аналіз сигналі отриманого з приєднаного до мікроконтролера АЦП до якого в свою чергу приєднано аналоговий датчик кольору (датчик відтінків сірого). Отримані з виходу АЦП дані зберігаються в масиві GreyLevel. Отримані значення можуть варіюватися в діапазоні від 0 до 1048575, що відповідає 2^{20} оскільки обране зовнішнє АЦП має саму таку розрядність.

Після закінчення циклу розраховується середнє значення GreyLev з врахуванням відкидання грубих похибок.

Якщо отримане середнє значення GreyLev по своєму рівню перевищує рівень білого кольору (напроти датчика на лінії встановлено білий світло діод)то вважається що зараз проходить тестування наступний плод.

Після цього вмикається світлодіод ознака процесу поточної перевірки.

Далі проводиться зчитування значень всіх кольорів з цифрового датчика кольору по шині I2C (відповідно червонийого, зеленого та синього – RDr, GNr, BLr).

Далі проводиться читання встановлених для сорту плода, що тестується базові граничні значення кольору якісного стиглого плода та поміщаються в змінні RDmin, RDmax, GNmin, GNmax та BLmin, BLmax відповідно для червоного, зеленого та синього кольору.

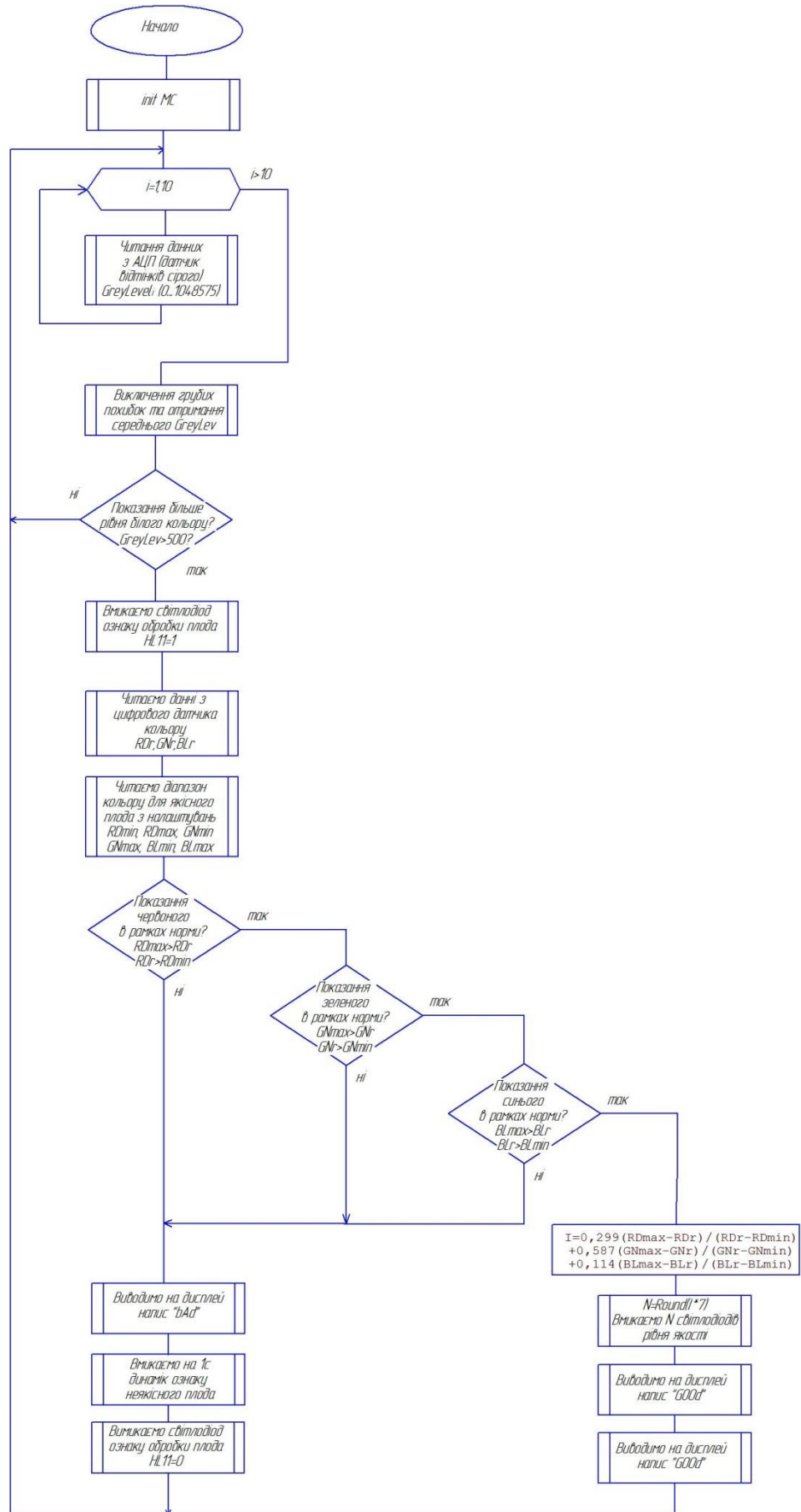


Рисунок 4.1 – Блок схема алгоритму керуючого мікроконтролера

Зчитані з датчика значення порівнюються з даними зчитаними з пам'яті. У разі невідповідності хоча б по одному з кольорів програма повідомляє про це користувача шляхом напису на індикаторі “bAd” та звуковим сигналом довжиною 1с. Після цього вимикається світлодіод ознака поточного тестування та програма знов переходить до тестування сигналу з аналогового датчику кольору.

Якщо отриманий з цифрового датчика колір по всім складовим вміщується в діапазон вказаний для цього типу плода проводиться розрахунок рівня відповідності за формулою:

$$I = \frac{0.299(RDmax - RDr)}{RDr - RDmin} + \frac{0.587(GNmax - GNr)}{GNr - GNmin} + \frac{0.114(BLmax - BLr)}{BLr - BLmin}$$

Отримане значення помножується на 7 та з нього віднімають 1, щоб таким чином отримати рівень відповідності оптимальному плоду для даного сорту.

Крім того при отриманні вдалого плода на індикаторі відображається напис “G00d” та проводиться затримка на 1с для переміщення наступного плода.

Опціонально інформація про проведено тестування плода в незалежності від результату може передаватися в послідовний порт на комп'ютер для ведення статистики чи керування механізмом по сортуванню. Відповідні налаштування можна зробити з клавіатури в режимі налаштування.

4.2 Написання тексту і налагодження програми

Вибір мови програмування.

Переваги та недоліки мов високого рівня

При створенні програмного забезпечення для одно кристальних мікроконтролерів в даний час найбільш широко використовуються мови високого рівня C, Pascal і Basic.

Використання цих коштів дозволяє в короткі терміни розробляти більш-менш серйозні проекти, значно покращує алгоритмізацію програмної частини і дає можливість розробнику більше зосередитися на структурі самої програми, ніж на

інструменті розробки. Мови високого рівня приховують від програміста деталі операцій з тими чи іншими апаратними ресурсами, пропонуючи широкий набір вбудованих і бібліотечних модулів для роботи з апаратною частиною розроблюваної системи.

Мова C є найбільш потужним засобом серед високорівневих засобів розробки, оскільки, володіючи дуже хорошою структуровані, дозволяє легко адаптувати алгоритм функціонування узагальненої системи з 8051 до конкретної апаратної частини.

В даний час він є одним з найбільш популярних мов програмування для мікроконтролерів сімейства 8051/8052, оскільки дозволяє вирішувати складні завдання при максимальній ефективності і мінімальному розмірі програмного коду.

Будучи суворо типізовані, мова C дозволяє уникати в процесі розробки і налагодження програм багатьох помилок, пов'язаних з неправильним застосуванням типів даних. До того ж він включає в себе безліч операторів, що полегшують процес програмування.

Практично єдиний недолік мови C є одночасно і його перевагою: абстрагування (в даному разі) від апаратних засобів, що може утруднити в цілому ряді випадків процес розробки програмного забезпечення при застосуванні в системі оригінальних апаратних рішень або специфічного обладнання. Проте подібні проблеми дуже успішно вирішуються, якщо використовувати комбінацію програмних модулів на мові C і асемблері.

Мова асемблера ближчий до апаратури і дозволяє вирішити проблеми, які складно вирішити засобами C. Розумне поєднання програми на мові C і процедур, розроблених на мові асемблера, дозволяє вирішити будь-яке завдання, пов'язану з розробкою програмного забезпечення для 8051 сумісних систем.

Отже було вибрано програмування на C з вставленням процедур на мові асемблеру.

Для написання та відлагодження програми було використане середовище IDE Silabs (рис.4.2).

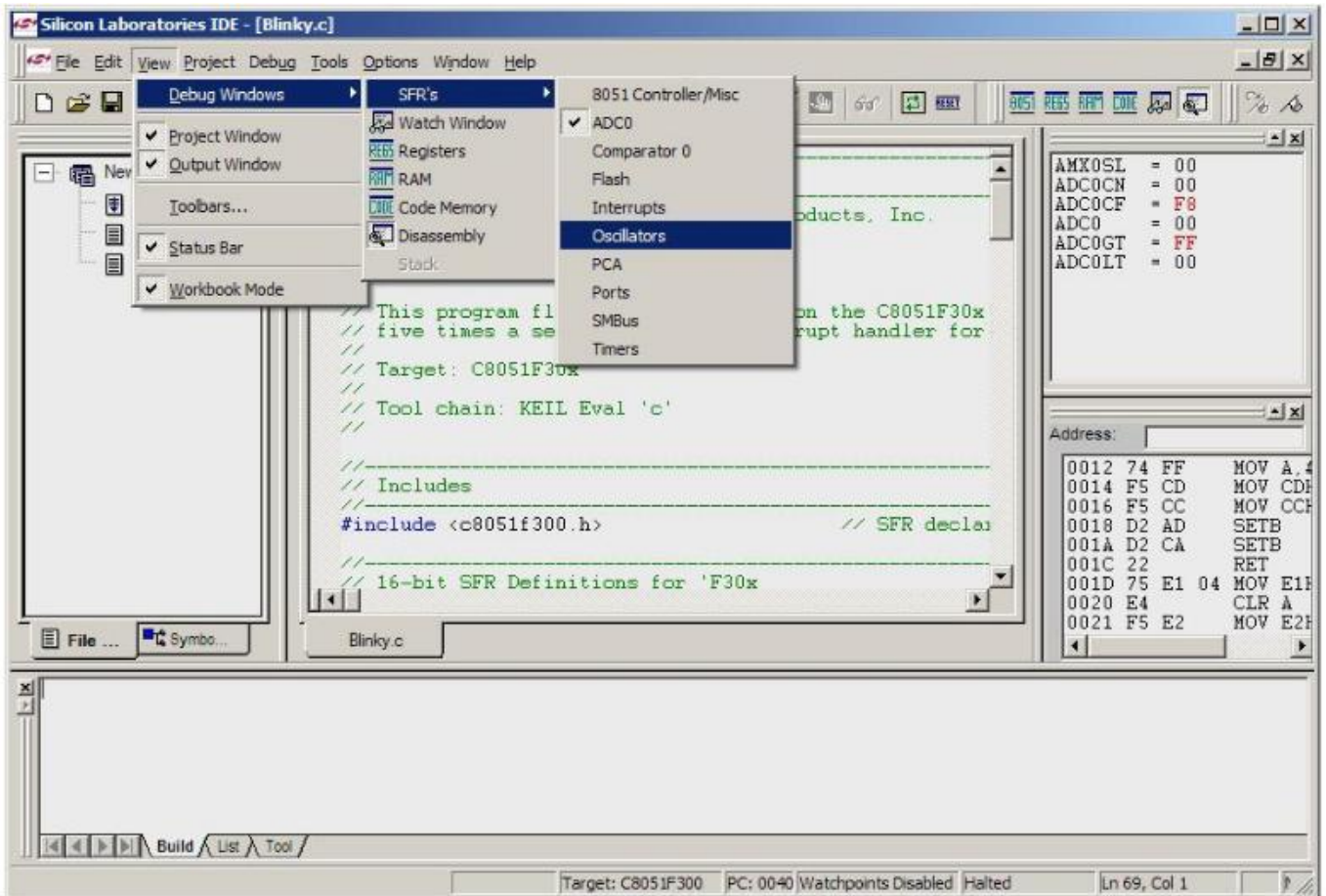


Рисунок 4.2 – Відлагодження програми в IDE Silabs

Першим кроком при написанні програми мікроконтролера було зроблено вибір частоти роботи мікроконтролера (рис.4.3)



Рисунок 4.4 – Вибір тактової частоти роботи мікроконтролера

Спочатку було написано процедури по отриманню даних з датчиків.

У пристроях і системах управління об'єктами події фіксуються з використанням різноманітних датчиків цифрового і аналогового типів.

Очікування статичного сигналу датчика.

Типова процедура очікування події (WAIT) складається з наступних дій: введення сигналу від датчика, аналізу значення сигналу і передачі управління в залежності від стану датчика.

Обраний цифровий датчик ISL29125 підтримує протокол передачі даних по шині InterIntegrated Circuit (I2C). Шина I2C - це дворядковий послідовний двонаправлений інтерфейс, що складається з SCL (синхронізатора) та SDA (даних). Обидві дроти підключаються до пристрою через підтягуючі резистори. Протокол I2C визначає який пристрій надсилає дані на шину як передавач, а хто приймає як приймач. Пристрій, що керує передачею, є ведучим, а керований пристрій є підлеглим. Передавальний пристрій блокує лінію SDA для передачі "0" і звільняє його для передачі "1". Майстер завжди ініціює передачу даних, лише коли шина не зайнята і забезпечує синхронізацію для операцій передачі та отримання. ISL29125 працює як підлеглий пристрій у всіх додатках. Серійний зв'язок через інтерфейс I2C здійснюється шляхом відправлення найбільш важливих бітів кожного байта даних в першу чергу.

Під час передачі даних лінія SDA повинна залишатись стабільною, а лінія SCL - HIGH. Всі операції інтерфейсу I2C повинні починатися зі стану START, який є переходом від HIGH до LOW, тоді як SCL - HIGH (Рисунок 4.5). ISL29125 постійно контролює лінії SDA та SCL для стану START і не реагує на будь-яку команду, поки ця умова не буде виконана (Рис.4.5). Статус START ігнорується під час послідовності включення.). ISL29125 постійно контролює лінії SDA та SCL для стану START і не реагує на будь-яку команду, поки ця умова не буде виконана. Всі операції інтерфейсу I2C повинні бути завершені за допомогою режиму STOP, який є переходом від SDA від LOW до HIGH, тоді як SCL HIGH. Стан STOP в кінці операції читання / запису поміщає пристрій у режим очікування.

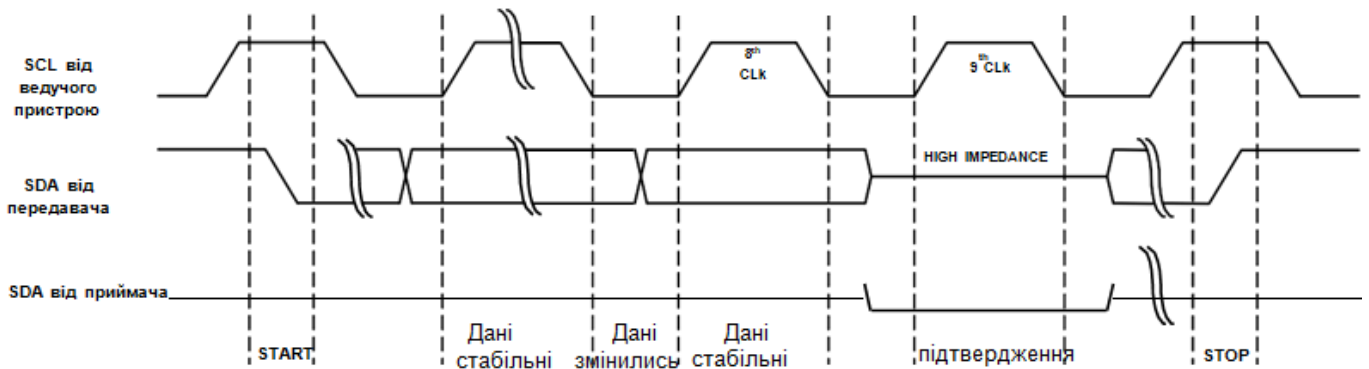


Рисунок 4.5 – Порядок обміну даними по шині I2C між мікроконтролером та цифровим датчиком кольору

Після виконання умови START, майстер повинен вивести байт Device Address. 7 бітів адреси пристрою відомі як ідентифікатор пристрою. Біт ідентифікатора пристрою ISL29125 внутрішньо жорстко визначений як "1000100". Байт LSB Address Device визначається як біт читання або запису (R / W). Коли цей R / W-біт є "1", вибирається операція читання, а коли "0" буде обрано операцію запису (див. Рис. 7). Майстер генерує стан START, за яким байт Device Address 1000100x (x як R/W), а ISL29125 порівнює його з внутрішнім ідентифікатором пристрою. При правильному порівнянні пристрій виводить підтвердження (LOW) на лінію SDA.

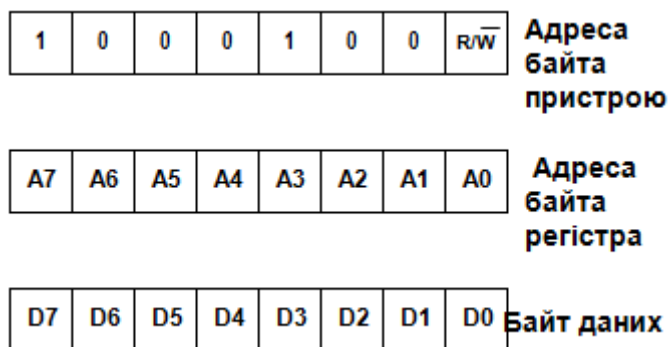


Рисунок 4.6 – Структура початкового пакету від датчика

У операції запису байтів, ISL29125 потребує байт Device Address, адресу байта реєстра і байт даних. Майстер починає спілкування зі станом START. Після отримання адреси байтів пристрою, байта адреси реєстру та байта даних, ISL29125 відповідає підтвердженням (ACK). Після відповіді на підтвердження даних ISL29125 майстер припиняє передачу, генеруючи умову STOP.

ISL29125 потім починає внутрішній цикл запису даних у оперативну пам'ять. Під час внутрішнього циклу запису вхід пристрою вимикається, а лінія SDA перебуває у стані високого імпедансу, тому пристрій не відповідатиме на запити майстра (Рис. 4.7).

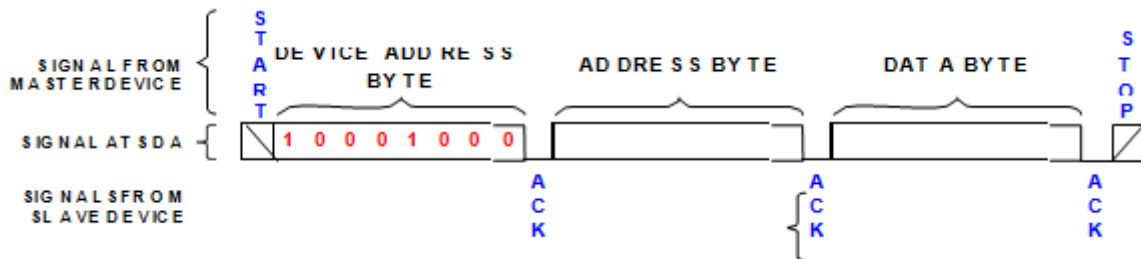


Рисунок 4.7 – Послідовність читання бітів

Для отримання коду кольору треба провести читання відповідних регістрів Data Register з адресами: 0x09,0x0A,0xB,0xC,0xD and 0xE

Таблиця 4.1 – Розташування бітів в регістрах, що зберігають дані про колір

Ім'я регістра	Адреса регістра		Біти регістра								При скиді	Доступ
	DEC	HEX	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0		
GREEN data-Low byte	9	0x09	GREEN[7]	GREEN[6]	GREEN[5]	GREEN[4]	GREEN[3]	GREEN[2]	GREEN[1]	GREEN[0]	0x00	RW
GREEN data-High byte	10	0x0A	GREEN[15]	GREEN[14]	GREEN[13]	GREEN[12]	GREEN[11]	GREEN[10]	GREEN[9]	GREEN[8]	0x00	RW
RED data-Low byte	11	0x0B	RED[7]	RED[6]	RED[5]	RED[4]	RED[3]	RED[2]	RED[1]	RED[0]	0x00	RW
RED data-High byte	12	0x0C	RED[15]	RED[14]	RED[13]	RED[12]	RED[11]	RED[10]	RED[9]	RED[8]	0x00	RW
RED data-Low byte	13	0x0D	BLUE[7]	BLUE[6]	BLUE[5]	BLUE[4]	BLUE[3]	BLUE[2]	BLUE[1]	RED[0]	0x00	RW
RED data-High byte	14	0x0E	BLUE[15]	BLUE[14]	BLUE[13]	BLUE[12]	BLUE[11]	BLUE[10]	BLUE[9]	RED[8]	0x00	RW

Процедура ініціалізації цифрового датчика кольору наведена нижче:

```
bool SFE_ISL29125::init()
{
    bool ret = true;
    uint8_t data = 0x00;
    // Запускаємо шину I2C
    Wire.begin();
    // перевіряємо ID пристрою
    data = read8(DEVICE_ID);
    if (data != 0x89)
    {
        ret &= false;
    }
}
```

```

}
// скидаємо регістри
ret &= reset();
// переводимо датчик у режим RGB, 10000 люкс з максимальною
компенсацію інфрачервоного випромінювання
ret &= config(CFG1_MODE_RGB | CFG1_10KLUX, CFG2_IR_ADJUST_HIGH, CFG_DEFAULT);
return ret;
}

```

Процедура скиду датчика має вигляд:

```

bool SFE_ISL29125::reset()
{
    uint8_t data = 0x00;
    // Reset registers
    write8(DEVICE_ID, 0x46);
    // Check reset
    data = read8(CONFIG_1);
    data |= read8(CONFIG_2);
    data |= read8(CONFIG_3);
    data |= read8(STATUS);
    if (data != 0x00)
    {
        return false;
    }
    return true;
}

```

Процедура налаштування режиму роботи має вигляд:

```

bool SFE_ISL29125::config(uint8_t config1, uint8_t config2, uint8_t config3)
{
    bool ret = true;
    uint8_t data = 0x00;

    // Встановлюємо 1й конфігураційний регістр
    write8(CONFIG_1, config1);
    // Встановлюємо 2й конфігураційний регістр
    write8(CONFIG_2, config2);
    // Встановлюємо 3й конфігураційний регістр
    write8(CONFIG_3, config3);

    // Перевіряємо чи все встановлено коректно
    data = read8(CONFIG_1);
    if (data != config1)
    {
        ret &= false;
    }
    data = read8(CONFIG_2);
    if (data != config2)
    {
        ret &= false;
    }
    data = read8(CONFIG_3);
    if (data != config3)
    {
        ret &= false;
    }
}

```

```
return ret;  
}
```

Загалом після створення процедур роботи з датчиком читання інформації про кольори з нього відбувається викликом процедур

```
RGB_sensor.readRed()
```

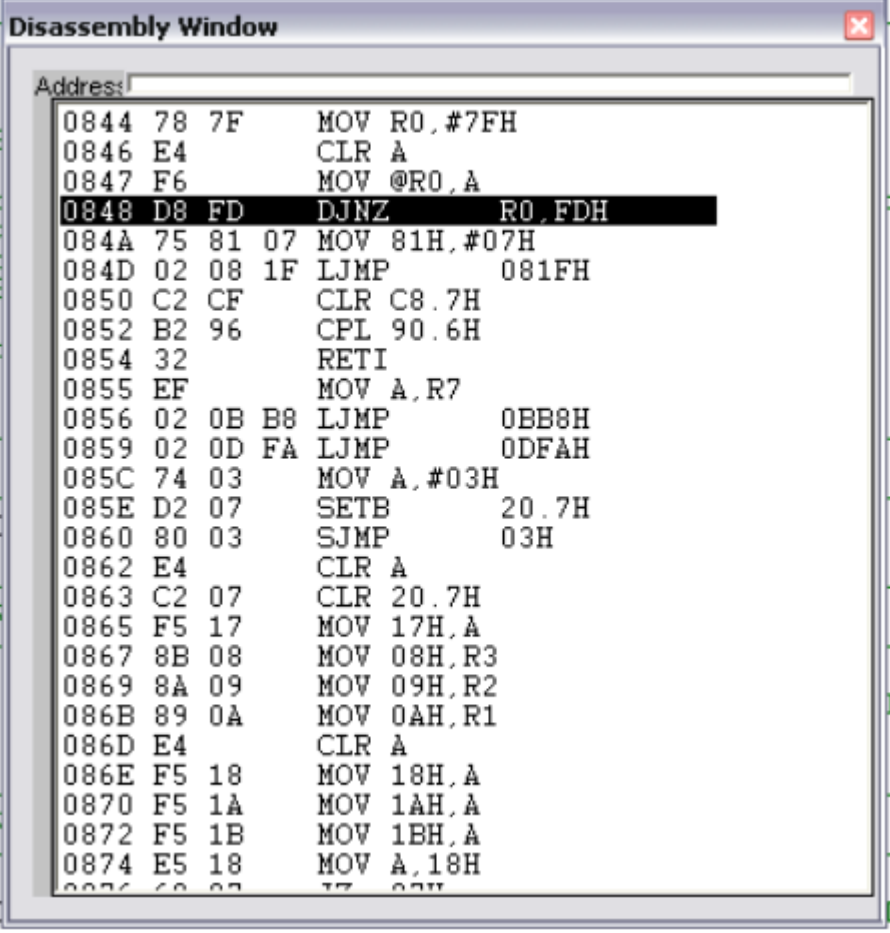
```
RGB_sensor.readGreen()
```

```
RGB_sensor.readBlue()
```

Після написання тексту програми його було скомпільовано (рис.4.8) та записано у пам'ять мікроконтролера (рис.4.9).



Рисунок 4.8 – Компіляція створеної програми



```

Disassembly Window
Address:
0844 78 7F    MOV R0,#7FH
0846 E4        CLR A
0847 F6        MOV @R0,A
0848 D8 FD    DJNZ R0,FDH
084A 75 81 07 MOV 81H,#07H
084D 02 08 1F LJMP 081FH
0850 C2 CF    CLR C8.7H
0852 B2 96    CPL 90.6H
0854 32        RETI
0855 EF        MOV A,R7
0856 02 0B B8 LJMP 0BB8H
0859 02 0D FA LJMP 0DFAH
085C 74 03    MOV A,#03H
085E D2 07    SETB 20.7H
0860 80 03    SJMP 03H
0862 E4        CLR A
0863 C2 07    CLR 20.7H
0865 F5 17    MOV 17H,A
0867 8B 08    MOV 08H,R3
0869 8A 09    MOV 09H,R2
086B 89 0A    MOV 0AH,R1
086D E4        CLR A
086E F5 18    MOV 18H,A
0870 F5 1A    MOV 1AH,A
0872 F5 1B    MOV 1BH,A
0874 E5 18    MOV A,18H
0876 C8 07    CLR C8.7H

```

Рисунок 4.9 – Програма завантажена в пам'ять програм мікроконтролера

Текст програми наведено в додатку А.

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЮ СОРТУВАННЯ ОВОЧІВ ТА ФРУКТІВ НА ОСНОВІ ДАТЧИКІВ КОЛЬОРУ

Розроблена магістерська робота «Пристрій сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору» за для створення прототипу дешевшої за аналогічні пристрої машини. Дослідження дозволяє проаналізувати аналогічні вироби та створити власний прототип. Розроблена модель буде математично обґрунтована, що може гарантувати отримання найбільш оптимального результату. Дослідження є практичним, проводиться розробка креслень та ПО на комп'ютері.

Цільове використання розроблюваного пристрою це ферми та аграрні виробництва зі збору та первинної обробки врожаїв фруктів та корнеплодів.

На ринку Європи є більше тридцяти роботизованих пристроїв для сортування овочів та фруктів за кольором але їх ціна не є доступною малому та середньому бізнесу і складає вилку від 5000\$ до 12000\$ що не є прийнятним для більшості ферм або агростанцій навіть на ринку Європи.

Розроблюваний пристрій повинен бути в сегменті малих апаратів ціною від 2000\$ до 5000\$.

5.1 Розрахунок собівартості розробки сортувальної машини.

Весь процес виготовлення можна розділити на етапи. Для кожного етапу вказуються трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт. У моделюванні приймають участь інженер протягом 3,25 місяців і консультант протягом 0,25 місяця. Розробка починається другого липня і повинна бути виконана до дев'ятнадцятого жовтня 2018 року. Тривалість робіт визначають за формулою 5.1:

$$T_{ц} = \frac{Q}{R} \quad (5.1)$$

де $T_{ц}$ - тривалість циклу, днів;

Q - трудомісткість, людино-днів;

R - кількість виконавців, чол.

Отримана інформація зведена в табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Завдання та обов'язки по розробці моделі

Найменування роботи	Трудомісткість		Виконавці	Тривалість, днів
	люд.- дні	%к підсумку		
1. Аналіз аналогів на ринку	10	13,15	Консультант Інженер	5
2. Визначення вимог до програмної та апаратної частини продукту.	5	6,58	Інженер	5
3. Проектування структури програми та концепції виробу	21	27,63	Інженер	21
4. Створення моделей у вибраній системі	20	26,32	Інженер	20
5. Завдання граничних умов та параметрів моделей	10	13,15	Інженер	10
6. Аналіз отриманих результатів	10	13,15	Інженер	10
Разом	76	100		71

5.2 Визначення витрат на розробку

Для визначення витрат на моделювання моделі складається калькуляція вартості робіт, яка включає наступні статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- єдиний соціальний внесок (ЄСВ);
- накладні витрати;

- податки.

5.2.1 Розрахунок основної заробітної плати

Витрати за цією статтею складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих в моделюванні моделі. Розрахунок зарплати ведеться на підставі даних про трудомісткості, представлених в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок основної заробітної плати на розробку

Посада виконавця	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Сума ЗП, грн
Інженер	1	7400	3,25	24050
Консультант	1	8100	0,25	2037,5
Разом	2			26087,5

5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10% від основної заробітної плати працівників і розраховують за формулою 5.2:

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0,1 \quad (5.2)$$

Підставивши величину основної заробітної плати в формулу 5.2, отримуємо:

$$ЗП_{доп} = 26087,5 \times 0,1 = 2608,75 \text{ грн.}$$

5.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок

Вони становлять 22% і беруться від основної та додаткової заробітної плати.

$$OT = (3P_{\text{осн}} + 3P_{\text{доп}}) \times 0,22 \quad (5.3)$$

$$OT = (26087,5 + 2608,75) \times 0,22 = 6313,175 \text{грн.}$$

5.2.4 Сумарна вартість зарплатні розробнику

Сумарна вартість зарплатні розробнику становить суму наступних параметрів:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- єдиний соціальний внесок (ЄСВ);

$$СВР = 26087,5 + 2608,75 + 6313,175 = 35009,425 \text{грн.}$$

5.2.5 Витрати на комплектуючі

Витрати на комплектуючі розраховують за формулою 5.4:

$$M = \sum_{i=1}^n (C_i \times N_i + (C_i \times K_{\text{т.з}}) - C_{io} \times N_{io}) \quad (5.4)$$

де M - витрати на закупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, грн.;

$K_{\text{м.з.}}$ - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

C_i - ціна і-го найменування напівфабрикату і комплектуючого, грн.;

N_i - потреба в і-му напівфабрикаті і комплектуючому;

C_{io} - вартість зворотних відходів і-го найменування комплектуючого, грн.;

N_{io} - кількість зворотних відходів і-го найменування;

n - кількість найменувань напівфабрикатів і комплектуючих.

$$C_{io} = 0; N_{io} = 0; K_{\text{м.з.}} = 0,05;$$

Датчики кольору TCS230

Середня ціна на TCS230 в Україні складає 79 грн.

$$M1 = (79 \times 3 + (79 \times 0,05)) = 240,95 \text{грн.}$$

Плата власної розробки за собівартістю 106 грн

$$M2 = (106 + (106 \times 0,05)) = 111,3\text{грн.}$$

Електропроводка стандартна DB2, 1м ціною в 42 грн

$$M3 = (42 \times 4 + (42 \times 0,05)) = 170,1\text{грн.}$$

Сортувальний стіл КРИ-10 або аналогічний із ціною 3890грн

$$M4 = (3890 + (3890 \times 0,05)) = 4084,5\text{грн.}$$

Викидний ежектор власної розробки собівартістю 2680грн

$$M5 = (2680 + (2680 \times 0,05)) = 2814\text{грн.}$$

Разом, витрати на комплектуючі становлять 7420,85 грн.

5.2.6 Витрати на спеціальне обладнання та експлуатацію ЕОМ.

У цю статтю входять витрати на придбання, транспортування, монтаж і налагодження нестандартного обладнання.

Практично, в даному випадку, використовуються лише ручні інструменти для монтажу оскільки витрати на спецобладнання для виготовлення плати та викидного ежектора закладені в його собівартість.

Вираховуються лише витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання програмного забезпечення та креслень. Для чого необхідно скласти кошторис «витрат на утримання і експлуатацію устаткування» виходячи з якої визначиться вартість одного машино-години роботи ПК, після множення якої на машинний час пішло на процес моделювання отримаємо витрати на оплату машинного часу.

Норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обчислювальної техніки, для ПК 25%.

Балансова вартість обчислювальної техніки становить 8000 грн.

Отримуємо:

$$A = 8000 \times \left(\frac{240}{1800} \right) \times 0,25 = 266,67 \text{ грн.}$$

Експлуатація спеціального обладнання розраховується підсумовуванням витрат на електроенергію і допоміжні матеріали.

$$C_E = N_H * \Phi_{\text{еф}} * K_{\text{зв}} * K_{\text{зм}} * C_E, \quad (5.6)$$

де N_H - номінальна потужність ЕОМ, кВт;

$\Phi_{\text{еф}}$ - річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино-год;

$K_{\text{зв}}$ - середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{\text{зм}}$ - коефіцієнт завантаження по потужності;

C_E - ціна одного кВт * год електроенергії, грн ./ (кВт * год).

Номінальна потужність ЕОМ - 0,2 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю рівні відповідно 0,9 і 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 2,11 грн.

Отримуємо:

$$C_E = 0,2 * 1800 * 0,9 * 0,6 * 2,11 = 410,184 \text{ грн.}$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою:

$$З_{\text{Побсп}} = \Phi_{\text{ЗПр}} * (1 + K_{\text{отч}}) * \frac{t_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{ефобсл}}} \quad (5.7)$$

де $\Phi_{\text{ЗПр}}$ - річний фонд заробітної плати (основної і додаткової) обслуговуючих робітників, грн .;

$K_{\text{отч}}$ - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;

$t_{\text{обсл}}$ - час протягом року, необхідне на технічне обслуговування ЕОМ, ч / рік;

$\Phi_{\text{ефобсл}}$ - річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, ч / рік.

Місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 3723 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно дорівнює 44676 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого ПК працівника дорівнює 1750 год / рік. На обслуговування одного ПК витрачається по 1 годині на місяць, що в рік становить 12 годин.

Отримуємо:

$$ЗП_{\text{обсл}} = 44676 * (1 + 0,22) * 12 / 1750 = 373,747 \text{ грн}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання у 8000 грн і складає 240 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною п'яти відсоткам від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 1290.59 грн., 5% від суми складають 64,53 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію устаткування внесені в таблицю 5.4

Таблиця 5.4 – Витрат на утримання і експлуатацію устаткування

<i>Найменування статей витрат</i>	<i>Сума, грн</i>
Амортизація обладнання	266,67грн
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	410,18
Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з відрахуваннями на соціальні заходи	373,747
Поточний ремонт обладнання	240
Інші витрати	64.53
Всього	1355.13

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів визначаються за формулою 4.8:

$$C_{\text{МО}} = P_{\text{екс}} * t_{\text{МО}}, \quad (5.8)$$

$C_{\text{мо}}$ - витрати на оплату машинного часу, грн.;

$P_{\text{екс}}$ - експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн. / машино-год .;

$t_{\text{мо}}$ - машинний час цифрової ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино-год.

Експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу використовуваної ЕОМ розраховують діленням суми витрат за кошторисом «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (ЕОМ)» (табл. 4) на річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ дорівнює 1800 годин. В результаті експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу рівні:

$$P_{\text{екс}} = 1355.13/1800 = 0,75 \text{ грн./машино-год.}$$

ЕОМ експлуатується 21 день в одну зміну, що становить в сумі 168 годин. Таким чином, витрати на оплату машинного часу складуть:

$$C_{\text{мо}} = 0, * 168 = 126 \text{ грн.}$$

5.2.7 Інші прямі витрати

В інші прямі витрати включаються витрати на яке використовується при розробці системи комерційне програмне забезпечення:

- дольове ПЗ, що використовується постійно при роботі ПК (Windows 10 Professional) - 3900 грн. з НДС;

- цільове ПЗ, що купується для даного конкретного завдання (Ansys 15) - 7600 грн. з НДС, (Unigraphics NX 12) - 3750 грн. з НДС.

$$S_{\text{доп.ПЗ}} = \frac{C_{\text{ПЗ Windows}} \times T_{\text{КТС}}}{\Phi_{\text{еф.КТС}} \times T_{\text{с ПЗ}}} \quad (5.9)$$

$$S_{\text{ціл ПЗ}} = C_{\text{ПЗ А}}$$

де $S_{\text{доп.ПЗ}}$ - витрати на дольове ПЗ при моделюванні розробляється в розрахунку ПЗ, грн .;

$S_{\text{ціл ПЗ}}$ - витрати на цільове ПЗ, що купується виключно для моделювання в розрахунку ПЗ, грн .;

$C_{\text{ПЗ Windows}}$ - ціна ПЗ Windows, грн;

$C_{\text{ПЗ A}}$ - ціна ПЗ Ansys і Unsgraphics NX, грн;

$T_{\text{КТС}}$ - машинний час КТС, необхідне користувачеві для моделювання моделі, машино-год / рік;

$\Phi_{\text{еф.КТС}}$ - річний ефективний фонд часу роботи КТС, машино-год / рік;

$T_{\text{с ПЗ}}$ - термін служби дольової ПЗ, років.

$$S_{\text{доп ПЗ}} = \frac{3900 \times 1800}{1800 \times 5} = 780 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{ціл ПЗ}} = 3750 + 7600 = 11350 \text{ грн.}$$

$$S_{\Sigma} = 780 + 11350 = 12130 \text{ грн.}$$

5.2.8 Розрахунок накладних витрат

До накладних витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати і т.д.), утримання та експлуатацію будівель. Накладні витрати включаються до вартості моделювання моделі непрямым шляхом - у відсотках до основної заробітної плати розробників. В даному випадку накладні витрати становлять 40% до основної заробітної плати розробників, що складає 10435 грн.

Сумарна собівартість розробки та моделювання складає 59026.5грн

5.3 Результати визначення витрат на розробку та моделювання

Результати визначення витрат на розробку та моделювання у вигляді калькуляції кошторисної вартості робіт наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.4 Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки та виготовлення моделі із ПДВ

№	Найменування статей витрат	Сума, грн	Питома вага до підсумку, %
1	Основна заробітна плата	26087,5	34,4
2	Додаткова заробітна плата	2608,75	3,44
3	ЄСВ	6313,18	7,10
4	Матеріали	7420,85	8,40
5	Витрати на спец. обладнання	126	0,47
6	Інші прямі витрати	11620,4	15,4
7	Накладні витрати	12130	16,13
8	Собівартість розробки та створення прототипу	66308.68	-
9	ПДВ(20%)	13261.73	14,67
	Разом (S_{pn})	79570.42	100

5.4 Розрахунок вартості експлуатації

Статтю «Експлуатація обладнання» на очікувані та вихідні варіанти, розраховують підсумовуванням витрат на електроенергію і допоміжні комплектуючі.

$$C_{\text{э}} = N_{\text{н}} \times \Phi_{\text{эф}} \times K_{\text{зв}} \times K_{\text{зм}} \times C_{\text{в}} \quad (5.6)$$

де $N_{\text{н}}$ - номінальна потужність, кВт;

$\Phi_{\text{эф}}$ - річний ефективний фонд часу роботи, машино-год;

$K_{\text{зв}}$ - середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{\text{ш}}$ - коефіцієнт завантаження по потужності;

$C_{\text{в}}$ - ціна одного кВт-год електроенергії, грн./(кВт-ч).

Номінальна потужність – 0,6 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю

рівні відповідно 0,9 і 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 2,11 грн.

Отримуємо:

$$C_3 = 0,6 \times 1800 \times 0,9 \times 0,6 \times 2,11 = 1230.55 \text{ грн.}$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою 5.7:

$$ЗП_{\text{обсл}} = ФЗП_{\text{Г}} \times (1 + K_{\text{отн}}) \times \frac{t_{\text{обсл}}}{\Phi_{\text{эф.обсл}}} \quad (5.7)$$

де $ФЗП_{\text{Г}}$ - річний фонд заробітної плати (основної і додаткової) обслуговуючих робітників, грн.;

$K_{\text{отч}}$ - коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;

$t_{\text{обсл}}$ - час протягом року, необхідне на технічне обслуговування, ч/рік;

$\Phi_{\text{эф.обсл}}$ - річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, ч/рік.

Місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 3723 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно дорівнює 44676 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого апарат працівника дорівнює 744 год / рік. На обслуговування одного пристрою витрачається по 1 годині на день протягом сезону в 6 місяців, що в рік становить 372 години.

$$ЗП_{\text{одсл}} = 44676 \times (1 + 0,22) \times \frac{372}{744} = 27252.36 \text{ грн/рік}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і складає 3017,93 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною п'яти відсоткам від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 30885.57 грн., 5% від суми складають 1544.28 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію устаткування внесені в таблицю 5.4

Розрахунок амортизації обладнання за лінійним методом:

Собівартість обладнання складає 65261.95грн.

Собівартість з ПДВ = 78314.34грн.

Ринкова ціна = 101808.64грн..

Норма амортизації = $100\% : 7 = 14,29\%$ на рік

Сума амортизації на рік = $101808.64 \times 14,29\% : 100\% = 14548.46$ грн/рік

Місячна амортизація = $14548.46 : 12 = 1212.37$ грн/міс

Таблиця 5.5 - Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Найменування статей витрат	Сума, грн/рік
Амортизація обладнання	14371.1
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	1230.55
Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з ЄСВ	27252.36
Поточний ремонт обладнання	3017.93
Інші прямі витрати	1544.28
Разом	47416,22

Калькуляція витрат на утримання і експлуатацію устаткування (Табл.5.5) показує її переваги перед аналогами, значне зниження амортизаційних відрахувань через дешевшу ринкову ціну, значне зниження статті трат на поточний ремонт через дешевші комплектуючі та пов'язані із цим прямі витрати. Експлуатація обладнання та заробітна плата працівникам залишається на середньо ринковому рівні и не створює недоліків.

Результати визначення витрат на розробку та моделювання у вигляді калькуляції кошторисної вартості робіт наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки та виготовлення моделі із ПДВ

№	Найменування статей витрат	Сума, грн	Питома вага до підсумку, %
1	Основна заробітна плата	26087,5	33,7
2	Додаткова заробітна плата	2608,75	3,7
3	ЄСВ	6313,18	8,15
4	Матеріали	7420,85	9,59
5	Витрати на спец. обладнання	-	0
6	Інші прямі витрати	11620,4	15,02
7	Накладні витрати	10435	13,48
8	ПДВ(20%)	12897,54	16,36
9	Разом (S_{pn})	77382,81	100

5.5 Порівняння аналогів та виробу

В результаті дослідження створено «пристрій для сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору», дешевший у експлуатації та за ціною.

Ринкова ціна аналогічних пристроїв становить вилку від 5000\$ до 12000\$

А можлива ціна виробу починається від собівартості у 2781\$ з ПДВ і може бути підвищена з метою отримання чистого прибутку до рівня цін на аналоги.

Вартість утримання та експлуатації враховуючи зарплатню обслуговуючого персоналу аналогічних сортувальних машин дорівнює вилці від 2500\$ на рік, до 3200\$ на рік.

Орієнтована мінімальна вартість утримання та експлуатації з урахуванням зарплатні обслуговуючого персоналу становить мінімально 1694,65\$ на рік.

У висновку можна стверджувати про економічну доцільність та обґрунтованість розробки даного пристрою.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В ході магістерської роботи на тему "Пристрій сортування овочів та фруктів на основі датчиків кольору" розроблено сортувальну машину що призначена для малих аграрних підприємств та ферм, машина автоматизована але потребує уваги обслуговуючого персоналу (оператора). При розробці програмного комплексу та креслень, яке буде здійснюватися робота на ПК.

Основною метою розділу є розробка попереджувальних заходів запобігання виробничого травматизму, професійних захворювань, шкідливого впливу на навколишнє середовище, які є специфічними при виконанні майбутніх службових обов'язків

6.1 Аналіз потенційних небезпек

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники визначені в ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Згідно класифікації ці чинники поділяються на:

- фізичні - будь-які фізичні об'єкти , фізичні явища, фізичні процеси, які здатні нанести шкоду здоров'ю або життю людини;
- психофізіологічні - чинники, причинами яких є важкість та напруженість праці, емоційні перевантаження, тощо;
- санітарно-гігієнічні - параметри повітряного середовища виробничих приміщень, рівень освітлення робочого місця або робочої зони, шум, електромагнітні поля та випромінювання; іонізуючі та оптичні випромінювання тощо.

У контексті роботи оператора сортувальної машини, можна виділити такі основні потенційні небезпеки:

- Потенційні небезпеки фізичного характеру
- підвищена або низька температура повітря робочої зони - може призвести до виникнення захворювань або підвищеної втомлюваності;

- підвищений рівень шуму на робочому місці - може призвести до захворювань органів слуху або до впливати на нервову систему;
- підвищена або низька вологість повітря - може призвести до зниження працездатності та загальних захворювань;
- підвищена або низька рухливість повітря;
- підвищене значення напруги електричної мережі - може стати причиною ураження електричним струмом;
- відсутність або недостатність природного освітлення - може призвести до перенапруження та захворювань органів зору;
- Потенційні небезпеки психофізіологічного характеру - фактори, які призводять до порушень нервової системи та зниження працездатності:
 - розумове перенапруження
 - перенапруження аналізаторів;
 - монотонність труда;
 - емоціональні перенавантаження.
 - потенційні небезпеки санітарно-гігієнічного характеру
 - потенційні небезпеки, пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки, внаслідок яких може виникнути пожежа
 - потенційні небезпеки, пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Заходи розробляються на основі аналізу потенційних небезпек згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (додаток А). Обираються найбільш ефективні заходи, що спрямовані на виключення або мінімізацію негативного впливу визначених потенційно небезпечних та шкідливих чинників виробничого процесу фізичного, хімічного, психофізіологічного характеру.

При роботі оператора ПК можливими фізичними факторами ураження є :

- ураження електричним струмом;
- механічне травмування.

Для запобігання ураженню електричним струмом передбачено наступні заходи:

- Використання захисного заземлення опором 40м та занулення згідно «Правил устрою електроустановок» («ПУЕ»).
- використання прихованого типу прокладання провідників струму;
- встановлення електричного обладнання згідно норм ДСТУ ІЕС 60884-1:2007 Вилки та розетки побутової та аналогічної призначеності.
- Проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу на кваліфікаційну групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Для запобігання травмуванню персоналу проведено планування ергономіки приміщення, підбір меблів, розташування офісних меблів і виробничого обладнання у приміщенні. Розводка крученої пари виконана згідно стандарту ЕІА/ТІА 568 (Американський стандарт проводки у комерційних приміщеннях), а також міжнародному стандарту ISO 11801. Приміщення оснащено офісними меблями, що відповідають ДСТУ EN 527-2:2007 «Меблі для адміністративних приміщень. Робочі столи. Частина 2. Вимоги механічної безпеки».

Додатково для приміщення (лабораторії, офісу), обладнаного персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами (далі ПК з ВДТ), визначаються ергономічні характеристики моніторів, наприклад, відповідно до вимог розділу «Мінімальні вимоги з охорони праці», директиви ЕС 90/270 ЕЕС виконані основні вимоги до моніторів, які жорстко регламентують безпечні умови роботи і захист здоров'я осіб, що працюють з комп'ютерами:

- символи на екрані чіткі і добре розрізняються;
- зображення позбавлене блимання;
- яскравість та / або контрастність легко регулюються;
- екрани вільні від відблисків і відбиття;

- випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів.

Оцінка умов праці на робочих місцях, аналіз впливу на працюючих виробничих чинників і параметрів трудового процесу, передбачених гігієнічною класифікацією проводиться в процесі трудової діяльності. При цьому, оцінюється технічний і організаційний рівень робочого місця та ступінь можливого ушкодження здоров'я.

6.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці мають на меті нівелювання санітарно-гігієнічних та психофізіологічних факторів потенційних небезпек.

Обрані заходи наведено в таблиці 6.1.

До заходів для забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці можна віднести наступні:

- оптимальне розташування робочих місць;
- облаштування систем опалення та кондиціонування згідно СНиП 2.04.05-91*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- обладнання приміщення джерелами штучного освітлення у відповідності до ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення";
- обладнання допоміжних приміщень санітарного значення згідно СНиП 2.09.04-87 . "Административные и бытовые здания"

Таблиця 6.1 – Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Вид потенційної небезпеки	Технічні заходи	Організаційні заходи
Підвищена або низька температура повітря робочої зони; підвищена або низька вологість повітря;	Обладнання приміщення системами опалення та кондиціонування згідно СНиП 2.04.05-91*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»	
Відсутність або недостатність природного освітлення	Обладнання приміщення джерелами штучного освітлення у відповідності до ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення"	
Розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність труда, емоціональні перенавантаження	Облаштування допоміжних приміщень згідно СНиП 2.09.04-87 . "Административные и бытовые здания", ДСанПІН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин"	Побудова розкладу робочого дня згідно ДСанПІН 3.2.007-98 "Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин"

Робочі місця працівників, обладнані персональними комп'ютерами (далі – робочі місця), повинні відповідати вимогам «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», затверджених Наказом

Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010 року № 65 (Правила), та «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України (ДСанПіН 3.3.2-007-98). Правила поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, які у своїй діяльності здійснюють роботу, пов'язану з персональними комп'ютерами, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані персональними комп'ютерами і периферійними пристроями. Зазначені нормативно-правові акти встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до приміщення, в якому розташоване робоче місце, власне до робочого місця, освітлення, рівнів вібрації і шуму, мікроклімату в приміщенні тощо.

Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення".

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення).

Для розрахунку штучного освітлення необхідно визначити клас робіт згідно ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". Роботу оператора ПЕОМ можна віднести до класу зорових робіт високої точності (РЗР III), що пов'язано з необхідністю опрацювання документів.

У якості джерел світла обрано люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Для розрахунку штучного освітлення використовують, в основному, три методи: світлового потоку (коефіцієнта використання), точковий та питомої потужності.

Призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь. Цей метод дозволяє врахувати як прямий світловий потік, так і відбитий від стін та стелі. Світловий потік лампи $\Phi_{л}$ визначають за формулою (6.1) :

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot k_{з} \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (6.1)$$

де $\Phi_{л}$ - розрахункове значення світлового потоку однієї лампи в кожному світильнику, лм;

$E_{н}$ - нормоване значення освітленості, лк;

S - площа освітлюваної поверхні, м²;

$k_{з}$ - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості;

N - загальна кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Рівень нормованої освітленості $E_{н}$ за ДБН В.2.5-28-2006 для РЗР III складає 400 лк. Площа приміщення S складає 56 м².

Коефіцієнт запасу $k_{з} = 1.4$ враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп в процесі експлуатації.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення z зазвичай дорівнює:

$z = 1,1$ - для люмінесцентних ламп низького тиску;

Для оцінки коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (від стелі $\rho_{с}$, стін $\rho_{ст}$, підлоги $\rho_{п}$) приймаються наступні значення:

$$\rho_{с} = 70\%, \rho_{ст} = 50\%, \rho_{п} = 30\%$$

Чисельне значення індексу приміщення визначають за формулою

$$i = \frac{AB}{h(A + B)} \quad (6.2)$$

де А - довжина приміщення, м;

В - ширина приміщення, м;

h - висота розміщення світильників над робочою поверхнею.

Висота розміщення світильників над робочою поверхнею h визначається за формулою:

$$h = H - h_p - h_3$$

де Н - висота приміщення, м;

h_p - висота робочої поверхні над рівнем полу, м;

h_3 - висота звисання світильника від стелі, м

$$h = 3 - 0,8 - 0,1 = 2,1 \text{ м}$$

$$i = \frac{(7 \cdot 8)}{2,1 \cdot (7 + 8)} = 1,78 \approx 2,0$$

Використовуючи наведені розрахунки, для світильника типу ЛПО отримуємо з довідкової літератури значення $\eta = 54$

Розраховуємо сумарний світловий потік світлової установки за формулою 6.3:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \quad (6.3)$$

де Φ_{Σ} - розрахункове значення сумарного світлового потоку в приміщенні, лм;

E_n - нормоване значення освітленості, лк;

S - площа освітлюваної поверхні, м²;

k_3 - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{400 \cdot 56 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,54} = 63881 \text{ лк}$$

Визначаємо максимальну відстань між рядами світильників та світильниками у ряду за формулою 7.4 :

$$L_{\max} = [L/h] \cdot h \quad (6.4)$$

Відповідно,

$$L_{\max} = 1,4 \cdot 2,1 = 2,94 \text{ м}$$

Визначимо кількість рядів світильників у приміщенні за формулою:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} \quad (6.5)$$

$$N_p = \frac{8}{2,94} = 2,72 \approx 3 \text{ ряди}$$

З огляду на те, що пропонується використовувати лампи типу ЛБ, пропонується організувати розташування світильників методом "світлового проміню".

При використанні 5 світильників у ряду по 2 лампи у кожному загальна кількість ламп складе 30 шт.

Світловий потік однієї лампи повинен складати:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}} = \frac{63881}{30} = 2129,37 \text{ лк}$$

Найближчою зі стандартних ламп за характеристиками потоку є лампа ЛБ потужністю 30Вт та світловим потоком 2180 лк

Загальна потужність світлової установки розраховується за формулою 6.7:

$$P_{\Sigma} = N_{л} \cdot P_{л}, \text{ Вт} \quad (6.7)$$

де $P_{л}$ - потужність обраної стандартної лампи.

Згідно 6.9,

$$P_{\Sigma} = 30 \cdot 30 = 900 \text{ Вт}$$

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Планування та впровадження заходів пожежної безпеки здійснено у відповідності до Закону України Про пожежну безпеку, Правил пожежної безпеки в Україні та вимогам відповідних нормативних актів.

При плануванні заходів з пожежної безпеки враховано, що обчислювальний центр, згідно НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Д», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається, як «А». Враховуючи площу приміщення, що складає 56 м², згідно НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників», приміщення обладнане двома порошковими вогнегасниками ВП-5(з) (ОП-5(3)).

Розроблено графік перевірки вогнегасників і призначено відповідальну особу. Вогнегасники в приміщенні розташовані таким чином, щоб відстань від найвіддаленішого місця приміщення до найближчого вогнегасника не перевищувала 20 метрів.

Окрім цього приміщення обладнане пожежною сигналізацією, що використовує комбіновані теплові мультисенсорні датчики та димові іонізаційні датчики, підключені до сигналізаційної димової пожежної установки типу СДПУ-1.

Робочі місця розміщені в приміщенні таким чином, щоб відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу становила не більше ніж 100 метрів (згідно СНиП II-90- 81). Меблі та устаткування

розташоване таким чином, щоб забезпечити вільний прохід у разі термінової евакуації завширшки не менш 1 метру.

Для обробки стін, підлоги та стелі приміщення використано негорючі полімерні матеріали, що зменшує ризики швидкого розповсюдження вогню у разі виникнення пожежі.

З організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки розроблено план евакуації персоналу в разі виникнення пожежі і розміщено в доступному для перегляду місці, проведено інструктаж з персоналом щодо дотримання правил пожежної безпеки у приміщенні і вміння користуватися наявними засобами пожежогасіння, розроблено план навчань персоналу (з використанням учбових пожежних тривог).

Передачено систему пожежного водопостачання або автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння відповідно до вимог розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги».

Наприклад:

- Комплекс протипожежних заходів для виробничого приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро тощо) обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

- Згідно ГОСТ 27331-87 (СТ СЭВ 5637-86) «Пожарная техника. Классификация пожаров» у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів – А (горіння твердих речовин) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою).

- Обчислювальний центр, згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «П-Па», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», визначається, як «А».

- У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. - Обладнання, силові та освітленні мережі приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежанебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

- З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

- Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (конструкторського бюро, дослідницької лабораторії тощо) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика.

Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист (ЦЗ) - це складова частина системи загальнодержавних оборонних заходів, що проводяться в мирний і воєнний час.

Основними завданнями ЦЗ є:

- захист населення від зброї масового ураження противника;
- забезпечення стійкої роботи підприємства в умовах воєнного часу;
- проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт в осередках ураження.

Забезпечення виконання заходів цивільного захисту на підприємстві покладено на службу цивільного захисту. Штаб цивільного захисту, якій очолює начальник цивільного захисту, організовує роботу в цьому напрямку. Відповідальною особою за організацію заходів цивільного захисту, забезпечення відповідного стану засобів цивільного захисту на підприємстві є керівник підприємства.

Одним з найважливіших елементів системи цивільного захисту є організація системи сповіщення служби цивільного захисту і персоналу підприємства про загрозу нападу і застосування зброї масового ураження (ядерної, хімічної, біологічної, тощо). Враховуючи раптовий характер виникнення таких загроз і обмеженість реального часу для попередження, ефективність системи сповіщення є вкрай важливою.

З метою своєчасного попередження працівників підприємства про виникнення безпосередньої небезпеки застосування супротивником зброї масового ураження і про необхідності застосування заходів захисту встановлені наступні сигнали оповіщення цивільного захисту:

- "Повітряна тривога";
- "Відбій повітряної тривоги";
- "Радіаційна небезпека";
- "Хімічна тривога".

Сигнал "Повітряна тривога" попереджає про безпосередню небезпеку ураження супротивником даної місцевості. За допомогою комунікаційних мереж ширококомовлення передається повідомлення наступного змісту: "Увага! Увага! Громадяни! Повітряна тривога! Повітряна тривога!". За цим сигналом виробничі об'єкти припиняють роботу, транспорт зупиняється і все населення ховається в захисних спорудах.

Сигнал "Відбій повітряної тривоги" передається органами цивільної оборони. За радіотрансляційної мережі передається текст наступного змісту: "Увага! Увага! Громадяни! Відбій повітряної тривоги! Відбій повітряної тривоги!". За цим сигналом населення, з дозволу комендантів укриттів, залишає їх.

Сигнал "Радіаційна небезпека" подається за допомогою всіх місцевих технічних засобів зв'язку та оповіщення та дублюється звуковими і світловими засобами в населених пунктах і районах, у напрямку до яких рухається радіаційна хмара.

За сигналом "Радіаційна небезпека" необхідно одягнути респіратор, ватяно-марлеву пов'язку, узяти підготовлений запас продуктів, індивідуальні засоби медичного захисту, предмети першої необхідності і піти в найближче протирадіаційне (чи найпростіше) укриття.

Сигнал "Хімічна тривога" подається при загрозі або безпосередньому виявленні хімічного або бактеріологічного нападу (зараження). Він передається по радіотрансляційної мережі: "Увага! Увага! Громадяни! Хімічна тривога! Хімічна тривога!". За цим сигналом необхідно швидко надіти протигаз, а в разі необхідності - і засоби захисту шкіри і при першій же можливості сховатися в захисній споруді.

Таким чином, за допомогою розглянутих сигналів система оповіщення дозволяє своєчасно оповістити працівників підприємства про загрозу виникнення надзвичайної ситуації.

Враховуючи нормативні документи та наведені розрахунки, для забезпечення безпечних умов праці при виконанні персоналом своїх службових зобов'язань, було вжито низку суттєвих заходів, а саме:

- використання захисного заземлення (з електричним опором 4 Ом) згідно ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» та «Правил устрою електроустановок» («ПУЕ»);

- для підтримання оптимального рівня освітлення приміщення обладнано 15 світильниками типу ЛПО 2x30, розташованими у 3 ряди по що забезпечують питомий світловий потік 409 лк . Це відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення".

- для забезпечення пожежної безпеки приміщення обладнане двома порошковими вогнегасниками ВП-5(3) згідно з НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників»,

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті виконано розробку приладу тестування плодів овочів та фруктів стосовно їх якості та стиглості з використанням оптичного методу не деструктивного аналізу.

Основним призначенням є автоматизований контроль та автоматизоване сортування плодів для підприємств сільського господарства.

Проведено дослідження існуючих методів та засобів для проведення не деструктивного аналізу стиглості фруктів та овочем, що застосовуються на сьогоднішній день.

Проведено дослідження застосування мікропроцесорних пристроїв, для приладів автоматичного контролю.

У процесі виконання дипломного проекту були вирішені наступні завдання:

1. Проаналізована теоретична база побудови сучасних мікроконтролерних пристроїв;
2. Досліджено методи та системи не деструктивного аналізу якості плодів;
3. Створено схеми, обрано основні елементи і розроблений алгоритм функціонування пристрою;
4. Створено компоновка і трасування друкованої плати пристрою;
5. Проведено економічний розрахунок мікроконтролерного пристрою;
6. Дано рекомендації з охорони праці, енерго- і матеріалосбереження, охорони навколишнього середовища.

До переваг приладу можна віднести те, що його вартість в кілька разів нижче аналогів.

В економічній частині проекту була проведена вартісна оцінка витрат на розробку, виробництво і використання розроблюваного пристрою, т. ч. визначена повна собівартість і відпускна ціна одиниці продукції і експлуатаційні витрати.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Башилов, А.М. Электроннооптический контроль и управление качеством производства картофеля: Автореф. дис. докт. техн. наук: Спец.: 05.20.02, 05.13.06 / А.М. Башилов; ГНУ ВИЭСХ. Москва, 2001. - 43 с.
2. Будаговская, О.Н. Анализ качества поверхности плодов методами фазовой оптики / О.Н. Будаговская // Техника в сельском хозяйстве. 1997. -№2.-С. 12-16.
3. Гурьянов, Д.В. Повышение эффективности сортирования яблок на основе цветных и телевизионных датчиков: Автореф. дис. канд. техн. наук: Спец.: 05.20.02 / Д.В. Гурьянов; ФГОУ ВПО МичГАУ. Зеленоград, 2004.- 19 с.
4. Жужа, Е.Д. Определение пригодности томатов для хранения, транспортировки и переработки по степени зрелости / Е.Д. Жужа, Д.А. Выродов, А.П. Выродова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. - № 2. -С. 18-22.
5. Лазерные технологии в сельском хозяйстве (тематический сборник) -М.: Техносфера, 2008. 272 с.
6. Мельник, А.В. Оценка зрелости яблок по светопрозрачности / А.В. Мельник // Плодоовощное хозяйство. 1986. № 12. - С. 55-58.
7. Найченко, В.М. Оценка зрелости плодов / В.М. Найченко, А.В. Мельник // Пищевая промышленность. 1989. № 12. - С.46-47.
8. Родиков, С.А. Методологический анализ контроля зрелости яблок во время уборки и прогноза загара при хранении / С.А. Родиков // Прогрессивные методы хранения плодов, овощей и зерна: Мат. межд. научно-метод. конф. Воронеж: Кварта, 2004. - С. 44-52.
9. Родиков, С.А. Определение зрелости яблок / С.А. Родиков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. - № 5. - С. 40-42.
10. Родиков, С.А. Флуоресценция хлорофилла поверхности яблок при созревании и хранении / С.А. Родиков // Хранение и переработка сельхоз-сырья. 2009. - № 7. - С. 15-17.
11. Родиков, С.А. Экспресс-диагностика зрелости яблок / С.А. Родиков // Садоводство и виноградарство. 2001. - № 1. - С. 9-12.

12. Соловченко, А.Е. Спектрофотометрический анализ пигментов в плодах яблоки / А.Е. Соловченко, О.Б. Чивкунова, М.Н. Мерзляк, И.В. Решетникова // Физиология растений. 2001. - Т.48. № 5. - С. 801-808.
13. Ferguson, I. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit / I.Ferguson, R. Volz, A. Woolf // Postharvest Biology and Technology 15 (1999) 255-262.
14. Merzlyak, M.N. Non-destructive optical detection of leaf senescence and fruit ripening / M.N. Merzlyak, A.A. Gitelson, O.B. Chivkunova, V.Y. Rakitin. // Physiologia Plantarum. 1999.-V. 106.-P. 135-141.
15. Million, J. A contribution to measuring the impedance of fruit and vegetable flesh specimens // Sb. Mechan. Fak. Vysoke školy Zemed. Praze. 1985. 2. S.607-612.
16. Nondestructive measurement of fruits quality by electrical impedance. Pt 1. Kato K. Relation between impedance parameters and freshness // J. Japan. Soc. Agr. Mach. 1988. V. 50, № 6. P.99-107.
17. Zude, M. Optimum Harvest Date Determination for Apples Using Spectral Analysis / M. Zude, B. Herold // Gartenbauwissenschaft. -2002. -№ 65 (5). S. 199-204.
18. Массив цветных фильтров [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [www.ru.wikipedia.org/Массив цветных фильтров](http://www.ru.wikipedia.org/Массив_цветных_фильтров). –Загл. с экрана.
19. Гуревич М.М., Цвет и его измерение, М. – Л., 1950. - 268 с.

ДОДАТОК А

Текст основного блока програми керуючого мікроконтролеру

```

/-- Используется Таймер 3 (прерывания по переполнению)
#include
//-----
// Определение 16-битных регистров SFR
//-----
sfr16 TMR3RL=0x92; // Значение перезагрузки Таймера 3
sfr16 TMR3=0x94; // счетчик Таймера 3
sfr16 ADC0=0xbe; // данные АЦПО
//-----
// Глобальные константы
//-----
#define SYSCLK 22118400 //-- Внешний кварцевый резонатор
//-- на 22МГц
sbit LED = P1^6; //-- светодиод подключен к P1.6
unsigned int ADC0_reading; //-- переменная для хранения
//-- значения АЦПО

/-- прототипы функций -----
void Init_Clock(void); //-- Инициализация тактового
//-- генератора с внешним кварцем
void Init_Port(void); //-- Конфигурация цифрового
//-- коммутатора Crossbar и портов
//-- GPIO
void Init_ADC0(void); //-- Инициализация АЦПО
void Init_Timer3(unsigned int counts); //-- Запуск Таймера 3
void Timer3_ISR(void); //-- Функция обработки прерывания
//-- Таймера3
//-----
void main(void)
{
    EA = 0; //-- Запрещение глобальных
//-- прерываний
//-- (предпочтительно запрещать
//-- все прерывания до окончания
//-- инициализации)
    WDTCN = 0xDE; //-- Запрещение сторожевого
//-- таймера

    WDTCN = 0xAD;
    Init_Clock();
    Init_Port();
    Init_ADC0();
    LED = 0; //-- Отключение светодиода LED
//-- Инициализация Таймера 3 в
//-- режиме автоматической
//-- перезагрузки с генерацией
//-- прерываний по переполнению

    Init_Timer3(SYSCLK/12/10);
    EA = 1; //-- Разрешение глобальных
//-- прерываний
    while(1) //-- Бесконечный цикл
    {
    }
}
//-----
void Init_Clock(void)
{
    OSCXCN =0x67; //-- 0110 0111b
//-- Биты управления тактового
//-- генератора с внешним кварцем

```

```

//-- (XFCN2-0) устанавливаются в
//-- 111, т.к. частота кварца
//-- >6.7МГц
//-- Биты режима работы генератора
//-- с внешним кварцем(XO SCMD2-0)
//-- устанавливаются в 110
//-- ожидание установки в 1 вывода
//-- XTLVLD (стабилизации тактовой
//-- частоты)

while (!(OSCXCN & 0x80));
OSCICN=0x88;

//-- 1000 1000b (задание режимы
//-- работы тактового генератора
//-- с внешним кварцевым
//-- резонатором)
//-- Бит 2 : Внутренний генератор
//-- отключен(IOS CEN = 0)
//-- Бит 3 : Генератор с внешним
//-- кварцем используется как
//-- системная тактовая частота
// (CLKSL = 1)
//-- Бит 7 : Разрешение детектора
//-- исчезновения тактового
//-- сигнала (MSCLKE = 1)
}
//-----
void Init_Port(void) //-- инициализация Crossbar и
//-- портов GPIO
{
XBR1=0x00
XBR2=0x40 //-- Глобальное разрешение
//-- Crossbar и включение
//-- резисторов "подтяжки"
//-- (weak pull-ups). По умолчанию
//-- на каждой линии встроен
//-- резистор "подтяжки" (около
//-- 100кОм) к линии питания VDD,
//-- который можно запретить
//-- глобально
P1MDOUT|=0x40; //-- разрешение линии P1.6
//-- (светодиод) в режиме
//-- push-pull
}
//-----
//-- Конфигурация Таймера 3 на автоматическую перезагрузку и генерацию
//-- прерывания через интервал, определенный , используя SYSCLK/12 в
//-- качестве единицы отсчета
void Init_Timer3 (unsigned int counts)
{
TMR3CN=0x00; //-- Остановка Таймера; Сброс TF3
//-- (флага переполнения Таймера 3);
// SYSCLK/12 используется в качестве единицы отсчета
TMR3RL = -counts; //-- Инициализация значения
//-- перезагрузки
TMR3 = 0xffff; //-- Установка на немедленную
//-- перезагрузку
EIE2 |= 0x01; //-- Разрешение прерываний от
//-- Таймера 3
TMR3CN|= 0x04; //-- Запуск Таймера 3 установкой
//-- TR3 (TMR3CN.2) в 1
}
//-----
void Init_ADC0(void)
{
REF0CN = 0x07; //-- Разрешение внутреннего
//-- источника опорного напряжения,

```

```

//-- выбор опорного значения для
//-- АЦПО с вывода VREF0,
//-- включение встроенного
//-- температурного датчика
ADC0CF= 0x81; //-- частота преобразование
//-- SAR0?1.3МГц, усиление=2
AMX0SL= 0x08; //-- Выбор температурного датчика
ADC0CN= 0x84; //-- Разрешение АЦПО, режим
//-- непрерывной выборки
// Режим преобразования инициируется по переполнению на таймере 3, данные АЦПО
// выровнены по правому краю
}
//-----
//-- Функция обработки прерывания (ISR)
void Timer3_ISR (void) interrupt 14
{
    TMR3CN &= ~(0x80); //-- сброс флага TF3 ожидание
//-- окончания преобразования АЦПО
    while ( (ADC0CN& 0x20) ==0) //-- опрос AD0INT->1
    ADC0_reading = ADC0; //-- чтение данных АЦПО
    ADC0CN &= 0xDF; //-- сброс AD0INT
}
//-----
void Init_ADC0(void)
{
    REF0CN = 0x07; //-- Разрешение внутреннего источника опорного
//-- напряжения,
//-- выбор опорного напряжения для АЦПО с
//-- вывода VREF0
//-- внутренний температурный датчик включен.
ADC0CF= 0x81; //-- Частота преобразований SAR0 =1.3МГц, коэф.
//-- усиления =2
AMX0SL= 0x08; //-- Выбор температурного датчика
ADC0CN= 0x84; //-- Разрешение АЦПО, режим непрерывной
//-- выборки, преобразование инициализируется
//-- по переполнению Таймера 3, данные АЦПО
//-- выровнены по правому краю
    EIE2 |= 0x02; //-- Разрешение прерываний от АЦП
}
//-----
void ADC0_ISR(void) interrupt 15
{
    ADC0_reading = ADC0;
    AD0INT = 0; //-- сброс флага прерываний окончания
//-- преобразования АЦПО
}

```