

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА) БАКАЛАВРА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НА ТЕМУ:

Система керування мікрохвильовою піччю

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”
Спеціальність 123 – “комп'ютерна інженерія”

Керівник проекту:

_____ (підпис)

Д.О. Недзельський

_____ (ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

_____ (підпис)

Я.О. Критська

_____ (ініціали, прізвище)

Студент:

_____ (підпис)

О.В. Акбаров

_____ (ініціали, прізвище)

Група:

_____ КІ-136Д

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерної інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Напрямок підготовки 6.050102 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)
Спеціальність 6.050102 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри _____
_____ І.С. Скарга-Бандурова
« _____ » _____ 20 ____ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) БАКАЛАВРА**

Акбарову Олександрову Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система керування мікрохвильовою піччю

керівник проекту (роботи) Недзельський Д.О., доц., к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом вищого навчального закладу від " 15 " 05 2017 р. № 124/48

2. Термін подання студентом роботи 15.06.2017

3. Вихідні дані до роботи інтелектуальна система, сенсорний дисплей

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) дослідження об'єкту розробки, розробка інформаційної моделі пристрою, розробка структурної схеми пристрою, вибір комплектуючих, розробка алгоритмів роботи програми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 4 | Критська Я.О. консультант з ОП | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|--|---|----------|
| 1 | Отримання завдання | 15.03.2017 | |
| 2 | Дослідження об'єкта розробки | 01.04.2017 - 15.04.2017 | |
| 3 | Розробка інформаційної моделі пристрою | 16.04.2017 - 25.04.2017 | |
| 4 | Розробка структурної схеми пристрою | 26.04.2017 - 01.05.2017 | |
| 5 | Вибір інтерфейсу користувача та дисплея | 02.05.2017 - 15.05.2017 | |
| 6 | Розробка алгоритмів програми | 15.05.2017 - 25.05.2017 | |
| 7 | Оформлення пояснювальної записки | 26.05.2017 - 12.06.2017 | |
| 8 | Захист дипломного проекту | 21.06.2017 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____

(підпис)

Акбаров О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Недзельський Д.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту (роботи) бакалавра: 70 с., 18 рис., 9 табл., 18 бібліографічних джерел посилань.

Об'єкт розробки: система керування мікрохвильовою піччю.

Мета роботи: Розробка інтелектуальної системи керування мікрохвильовою піччю.

В проекті виконано:

1. Досліджений об'єкт розробки.
2. Розроблена інформаційна модель пристрою.
3. Розроблена структурна схема пристрою.
4. Вибрані необхідні компоненти.
5. Розроблені алгоритми програми.

Отримано такі результати: розроблено систему керування мікрохвильовою піччю.

Практичне значення, галузь застосування роботи: результати роботи можуть бути використані при розробці нових мікрохвильових печей, для використовування у побутових цілях.

Ключові слова: МІКРОКОНТРОЛЕР, СЕНСОРНИЙ ДИСПЛЕЙ, ДВИГУН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, ДРАЙВЕР, ДАТЧИК, ШІМ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АЛГОРИТМ.

Умови одержання дипломного проекту: СНУ ім. В. Даля, пр. Центральний 59-А., м. Сєвєродонецьк, 93400.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1 ОГЛЯД ТЕХНІЧНОГО ВЛАШТУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ..... | 8 |
| 1.1 Влаштування мікрохвильових печей..... | 8 |
| 1.2 Основні елементи мікрохвильової печі..... | 9 |
| Висновки до розділу 1..... | 14 |
| 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ..... | 15 |
| 2.1 Розробка моделі та структури системи..... | 15 |
| 2.2 Визначення необхідних характеристик мікроконтролера..... | 17 |
| 2.2.1 Набір функцій та периферійних пристроїв МК..... | 17 |
| 2.2.2 Вартість МК..... | 18 |
| 2.2.3 Забезпечення вимог по продуктивності..... | 18 |
| 2.3 Архітектура..... | 18 |
| 2.4 Вибір мікроконтролера..... | 20 |
| 2.5 Розробка керування підставкою..... | 27 |
| 2.6 Підключення сенсорного екрану до мікроконтролера..... | 29 |
| 2.7 Датчики..... | 32 |
| 2.7.1 Датчик напруги LEM-LV-25P..... | 32 |
| 2.7.2 Датчик температури ТІ100-101..... | 32 |
| Висновки до розділу 2..... | 35 |
| 3 АЛГОРИТМИ РОБОТИ СИСТЕМИ..... | 36 |
| 3.1 Опис стадій роботи мікрохвильової печі..... | 36 |
| 3.2 Опис інтерфейсу користувача..... | 37 |
| 3.3 Опис режимів роботи..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| Висновки до розділу 3 | 41 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. | |
| ЕКОЛОГІЯ | 42 |
| 4.1.1 Загальні питання з охорони праці | 42 |
| 4.1.2 Правові та організаційні основи охорони праці | 43 |
| 4.2 Аналіз стану умов праці | 45 |
| 4.2.1 Вимоги до приміщень | 46 |
| 4.2.2 Вимоги до організації місця праці | 46 |
| 4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці | 48 |
| 4.3 Виробнича санітарія | 49 |
| 4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві виробу | 50 |
| 4.3.2 Пожежна безпека | 52 |
| 4.3.3 Електробезпека..... | 56 |
| 4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища | 56 |
| 4.4.1 Мікроклімат..... | 56 |
| 4.4.2 Освітлення | 57 |
| 4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання | 61 |
| 4.4 Вентилювання | 62 |
| Висновки до розділу 4 | 67 |
| ВИСНОВКИ..... | 68 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ..... | 69 |
| Додаток А | 71 |

ВСТУП

Мікрохвильова піч у домашніх умовах використовується для швидкого приготування їжі, підігріву готових страв і розморожування продуктів.

На відміну від газових чи електричних плит і духовок в мікрохвильовій печі для теплової обробки продуктів використовується енергія електромагнітних коливань надвисокої частоти (СВЧ-хвиль), що генерує магнетрон.

Використовуваний в мікрохвильовій печі принцип нагріву забезпечує високі смакові якості страв, повністю зберігає вітаміни, запобігає пригорання, продукти менше втрачають вологи.

Мікрохвильова піч або СВЧ-піч була винайдена в середині 40 років ХХ століття. Винайшов мікрохвильову піч американський інженер П.Б. Спенсер. При дослідженні роботи випромінювача СВЧ-хвиль він виявив, що при певній частоті випромінювання спостерігається інтенсивне виділення тепла. У 1945 році Спенсер отримав патент на використання мікрохвиль в приготуванні їжі, а в 1949 році за його патентом в США були проведені перші мікрохвильові печі для швидкого розморожування стратегічних запасів продуктів.

У даному дипломному проєкті розробляється система керування, що забезпечує роботу мікрохвильової печі.

Контролер для мікрохвильової печі представляє собою пристрій, який:

- обробляє сигнали, що надходять з панелі керування;
- забезпечує вибір режиму роботи в протягом певного часу;
- забезпечує підрахунок часу роботи печі та її потужність.

Це досягається за допомогою простих схемотехнічних рішень та програмних засобів.

1 ОГЛЯД ТЕХНІЧНОГО ВЛАШТУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ

1.1 Влаштування мікрохвильових печей

Робота мікрохвильовій печі заснована на безконтактному нагріванні харчових продуктів шляхом перетворення енергії електромагнітного поля СВЧ у тепло. З часу появи перших мікрохвильових печей вони безперервно вдосконалювалися: підвищувалися їх технічні характеристики і надійність, спрощувалася і здешевлювалася конструкція, вдосконалювався дизайн.

Сучасна побутова мікрохвильова піч - це не тільки необхідний предмет побуту, а й престижний елемент естетики кухні.

Принципова відмінність процесу нагрівання продукту в мікрохвильовій печі від традиційних способів (газова або електрична плита) полягає в тому, що при мікрохвильовому нагріванні тепло виділяється в обсязі продукту, а при традиційних способах воно підводиться до його поверхні та поширюється в продукті шляхом теплопровідності. Відповідно досягається об'ємний нагрів продукту мікрохвилями, що виявляється значно ефективніше.

Влаштування класичної мікрохвильової печі зображено на рисунку 1.1.

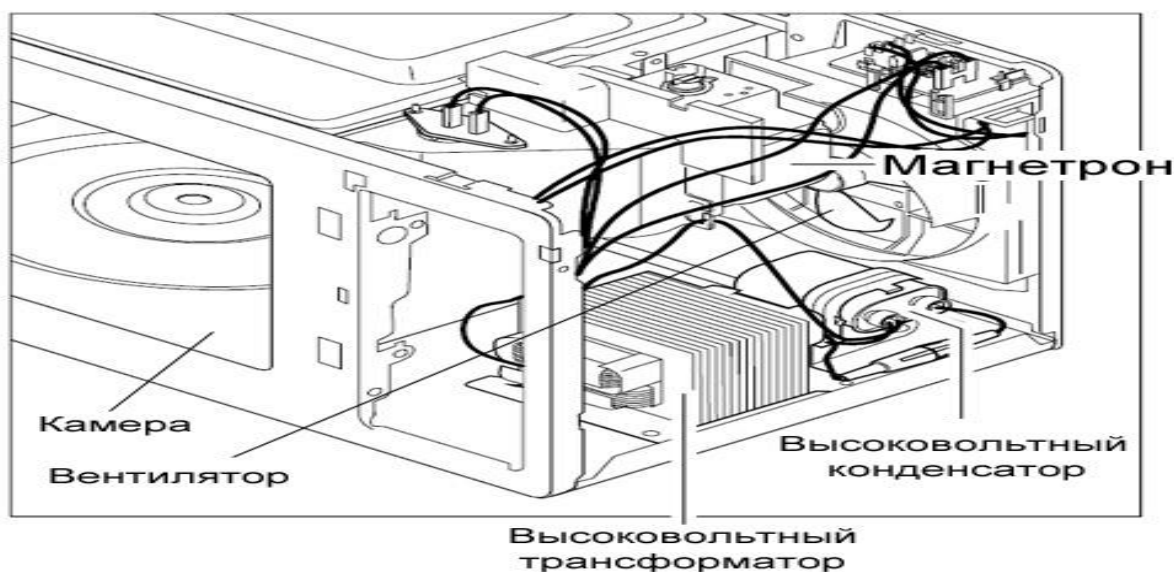


Рисунок 1.1 — Влаштування класичної мікрохвильової печі

Схема електрична принципова мікрохвильової печі Samsung M6138 зображена на рисунку 2.2.

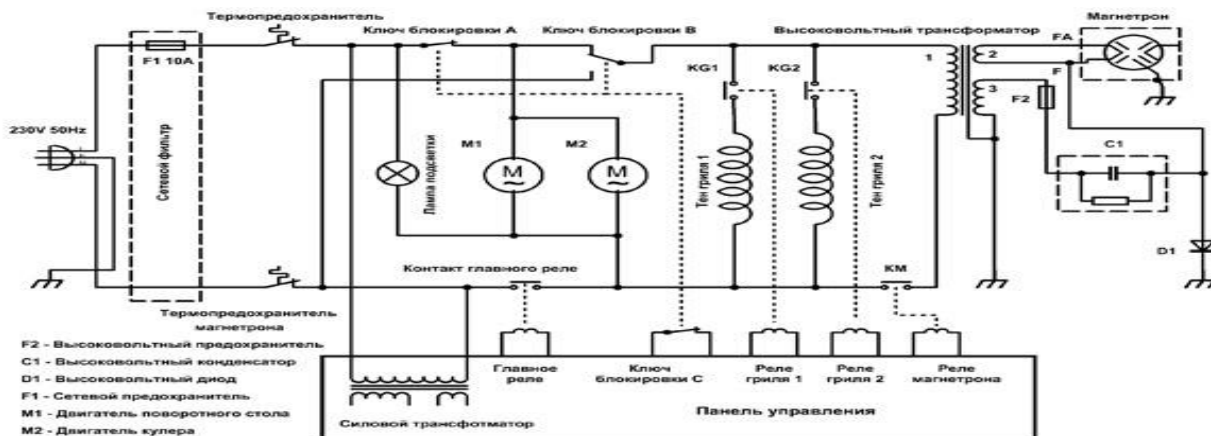


Рисунок 1.2 — Схема електрична принципова мікрохвильової печі Samsung M6138

1.2 Основні елементи мікрохвильової печі

Основним елементом печі є генератор СВЧ-енергії, в якості якого, як правило, широко застосовують прилад - магнетрон.

Магнетрон - це потужний електронний прилад, що генерує мікрохвилі при взаємодії потоку електронів з електричною складовою поля СВЧ в просторі, де постійне магнітне поле перпендикулярно постійному електричному полю.

Зовнішній вигляд магнетрона наведено на рисунку 1.3.

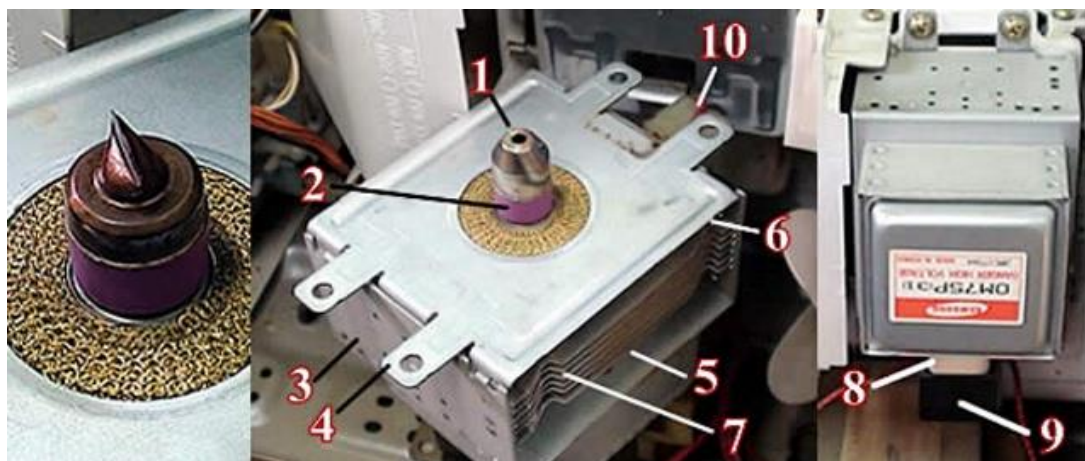


Рисунок 1.3 — Зовнішній вигляд магнетрона

На рисунку зображені такі елементи пристрою магнетрона:

1 - металевий ковпачок, насаджений на керамічний ізолятор;

2 - зовнішній кожух магнетрона;

3 - фланець з отворами для кріплення;

4 - кільцеві магніти, службовці для розподілу магнітного поля;

5 - керамічний циліндр призначений для ізоляції антени;

6 - радіатор, службовець для кращого охолодження;

7 - коробочка фільтра;

8 - вузол з'єднання магнетрона з джерелом живлення, що містить перехідні конденсатори, які разом з дроселями утворюють СВЧ фільтр для захисту від проникнення СВЧ випромінювання з магнетрона;

9 – виводи живлення.

Найбільш дорогим елементом живлення магнетрона є спеціальний анодно-накальний трансформатор-стабілізатор. Номінальна ефективна напруга на його високовольтній обмотці становить зазвичай 2100-2300В, номінальну напругу початкової обмотки - 3-3,2 В.

Особливістю трансформатора є значна індуктивність розсіювання високовольтної обмотки і спеціальна конструкція з магнітними шунтами, що забезпечує при коливаннях напруги на 10% зміну високої напруги всього лише на 1-2%.

Щоб забезпечити безшумність роботи трансформатора, окремі елементи магнітопроводу зварюються. Накопичувальний високовольтний конденсатор ємністю від 0,8 до 1,2 мкФ (в залежності від потужності печі) розрахований на роботу при напрузі до 10 кВ.

Як лінії зв'язку для передачі СВЧ-потужності від магнетрона до випромінювача, який живить робочу камеру печі, зазвичай використовують прямокутний хвилевід. Конструкцію хвилеводу і випромінювача вибирають так, щоб забезпечити нормальне узгодження навантаженої робочої камери з магнетроном. Крім того, для забезпечення рівномірності нагріву випромінювач повинен порушувати в камері досить велике число типів хвиль.

Робоча камера печі являє собою порожнистий резонатор прямокутної форми з розмірами сторін, що значно перевищують довжину хвилі генератора.

Порушувані в камері електромагнітні хвилі не поглинаються відразу в нагрівається продукті, а багаторазово відбиваються її стінками. В результаті в камері утворюються численні стоячі хвилі електромагнітного поля з вузлами і пучками. Інтенсивність полів в камері наростає до тих пір, поки потужність СВЧ-коливань, що поглинається в продукті, що не зрівняється з потужністю, що надходить від генератора. Локальний нагрів продукту пропорційний квадрату ефективного значення напруженості електричного поля в даній точці.

Оскільки наявність стоячих хвиль в камері неминуча, камера оптимальної конструкції повинна бути розрахована таким чином, щоб суперпозиція всіх стоячих хвиль забезпечувала максимальну рівномірність нагріву продукту. Але, на жаль, на практиці забезпечити ідеальну рівномірність нагріву неможливо, адже оброблювані продукти і посуд мають значні варіації діелектричних властивостей і форми. Тому для підвищення рівномірності нагріву продукту в робочій камері печі зазвичай застосовують, в тому чи іншому вигляді, механічний рух. Це може бути обертається підставка, на якій розташовується нагрівається продукт, антена, що обертається, вісь обертання якого збігається з віссю симетрії робочої камери, а діаграма спрямованості випромінювання має спеціальну несиметричну форму, що обертається крильчатка з металевими лопатями, розташованими поблизу випромінювача, або поєднання підставка, що обертається з харчуванням робочої камери двома випромінювачами від розгалуженого хвилеводу.

Механізм двері робочої камери досить складний. Саме вона запобігає витоку в навколишнє середовище СВЧ-енергії. По периметру двері знаходиться високочастотний дросельний затвор. Для того щоб він знижував рівень витоку СВЧ-енергії до допустимого значення, необхідно забезпечити гарне прилягання площині двері до лицьової поверхні робочої камери. Практично зазор не повинен перевищувати 0,5 мм. У цьому випадку щільність потоку енергії в зовнішній простір буде на допустимому рівні (1-2 мкВт / см²).

Технічні вимоги до дверцят виглядають наступним чином:

- необхідна ідеальна форма дверці і корпусу, щоб зазор був мінімальним. Двері захищають навколишнє середовище від дії мікрохвильового випромінювання, і тому до її створення необхідно ставитися з максимальною часткою відповідальності;
- в процесі виробництва використовується особливий вид пластмаси, який сприяє поглинанню випромінювання.

Для забезпечення такого зазору в процесі виробництва пред'являються дуже жорсткі вимоги до площинності лицьової поверхні робочої камери і відповідної поверхні двері.

Для того щоб в ще більшому ступені забезпечити безпеку використання печі, відкрита щілину дросельного затвора заповнюється спеціальною пластмасою, що поглинає енергію мікрохвиль. Блок управління печі забезпечує її роботу за заданою програмою, а також виключення печі при порушенні блокування, перевищенні температури на магнетроні, трансформаторі і в робочій камері. Блоки управління мають різноманітні схеми і конструкції при двох основних різновидах: електромеханічної та процесорної.

Електромеханічний блок управління містить реле часу, що задає загальну тривалість приготування їжі, і реле управління режимом печі, що задає середній рівень потужності СВЧ-енергії в робочій камері. Як правило, управління рівнем потужності здійснюється зміною співвідношення тривалості пауз і періодів генерації магнетрона. При відсутності пауз піч працює на повну потужність, за однакової кількості тривалості пауз і періодів генерації - з 50% -ої потужності і т.д. Автоматика управління роботою магнетрона включається в ланцюг первинної обмотки трансформатора.

Мікропроцесорний блок управління, крім можливостей, забезпечуваних електромеханічним блоком, дозволяє задавати складні змінні в часі програми, включати піч автоматично в заданий час доби і т.д. Для первісного нагромадження досвіду приготування їжі в мікрохвильовій печі можна користуватися численними наявними у продажу і доданими до печі збірниками

рецептів. Однак вже через нетривалий час користувач здобуває необхідний навик, що дозволяє готувати страви самостійно, керуючись власним смаком.

Таймер може бути, як механічним, так і у вигляді електронного циферблата. Панель керування зображена на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 — Панель керування

За всі роки існування мікрохвильових печей багато було сказано про їх згубний вплив на здоров'я. Насправді СВЧ печі не виділяють радіоактивне випромінювання та навіть дозволяють готувати більш здорову їжу, зберігаючи в продуктах до 75% вітамінів (чого не скажеш про традиційні методи приготування). При дотриманні техніки безпеки ніякої шкоди для здоров'я від мікрохвильової печі не буде.

Висновки до розділу 1

В даному розділі проведено огляд технічного влаштування мікрохвильової печі. Проведено дослідження основних елементів мікрохвильової печі. Розглянуто принцип роботи мікрохвильової печі. Вивчено конструкцію магнетрона, як головного елемента, а також трансформатора та магнітопроводу. Було визначено технічні характеристики дверей, як головного захисного елемента. Описано конструкцію блока управління.

2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ

2.1 Розробка моделі та структури системи

Інформаційна модель системи керування зображена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 — Інформаційна модель системи керування

Структурна схема системи керування наведена на рисунку 2.2.

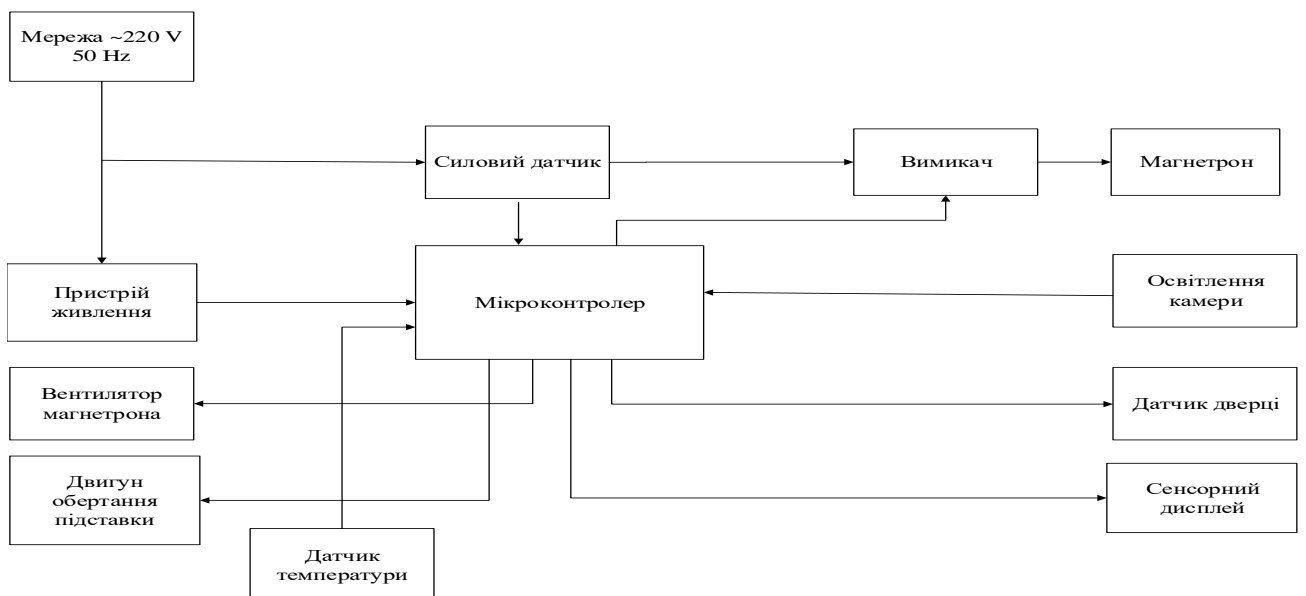


Рисунок 2.2 — Структурна схема системи керування

Сенсорний дисплей призначений для відображення встановленої потужності, режиму і часу, що залишився до кінця роботи, помилок, а також для встановлення часу роботи приготування їжі. Сенсорний екран підключений до виходу мікроконтролера за допомогою інтерфейсу USB.

Мікроконтролер призначений для обробки інформації, що надходить та формування керуючих впливів на виконавчі пристрої.

Магнетрон призначений для вироблення мікрохвильового випромінювання.

Вентилятор магнетрона для охолодження магнетрона під час роботи печі. Вмикається і вимикається мікроконтролером за допомогою реле.

Двигун обертання підставки - обертає підставку, на яку ставиться їжа, що покращує рівномірність нагріву. Двигун має 2 обмотки. Подача живлення за допомогою реле, керованого мікроконтролером, на першу обмотку забезпечує низьку швидкість обертання, подача живлення за допомогою реле, керованого мікроконтролером, на другу обмотку забезпечує високу швидкість обертання. Зміна напрямку обертання реалізовано на реле, керованого мікро контролером.

Освітлення камери служить для зручності, а також дозволяє стежити за процесом приготування їжі. Реалізоване у вигляді лампочки з реле, підключеного до виходу мікроконтролера.

Датчик температури служить засобом безпеки від перегрівання печі. Підключається через послідовний інтерфейс до мікроконтролеру.

Джерело живлення 220 V - подає напругу необхідну для роботи магнетрона та мікроконтролера.

Пристрій живлення призначений для перетворення напруги живлення від мережі ~ 220V 50Hz для основних вузлів (мікроконтролера, датчиків, реле і т.д.).

Силовий датчик - являє собою компаратор, який підключений до мікроконтролеру та посиляє сигнал у разі перевищення порогового рівня напруги живлення. Мікроконтролер, отримавши сигнал, відключає магнетрон.

2.2 Визначення необхідних характеристик мікроконтролера

Згідно зі структурною схемою вимоги до мікроконтролера такі:

- вихід USB;
- 8 аналогових входів;
- 8 дискретних виходів;

За допомогою ескізного програмування основних функцій системи визначені необхідні розміри ПЗУ та ОЗУ.

- ПЗУ - 32 Кбайт;
- ОЗУ - 4 Кбайт;

Такі розміри повністю задовольняють вимогам.

- потужність (f) ≥ 30 МГц.

Для розроблюваної системи керування була обрана 32 розрядна архітектура.

Перед прийняттям рішення про використання в системі, що розробляється, 32-розрядного МК було проведено порівняння МК за такими основними критеріями:

- набір функцій і периферійних пристроїв МК;
- вартість МК;
- забезпечення вимог по продуктивності, обсягу пам'яті забезпечення роботи в реальному часі;

Розглянемо кожен з перелічених критеріїв докладніше.

2.2.1 Набір функцій та периферійних пристроїв МК

Сучасні 32-розрядні МК часто перевершують 8-розрядні МК за рівнем функціональної інтеграції.

Додатковою перевагою МК базі ядер ARM, ARM Cortex перед МК фірм AVR, PIC, є відсутність монополії на розробку та виробництво їх різновидів. Жодна фірма-виробник не здатна запропонувати ринку стільки варіантів МК, бо це зробити більше 60 фірм, вже придбали ліцензію на ядра ARM, ARM Cortex.

2.2.2 Вартість МК

Різниця у вартості вже не є визначальним фактором при виборі між 8- чи 32-розрядних МК. Ціни на сучасні 32-розрядні МК цілком подібні до цін їх 8-розрядних конкурентів.

Саме 32-розрядне ядро займає не багато місця в кристалі (наприклад, близько 43 000 займає транзисторів ядро Cortex-M3 проти 12 000 транзисторів в ядрі Cortex-M0 при створенні ядер на базі процесу з технологічною нормою 0,18 мкм). А, наприклад, 256 Кбайт Flash-пам'яті це 2 млн транзисторів, що не можна порівняти. Так як основне місце в кристал все одно займає пам'ять і периферійні пристрої, то чому б не витратити додатково кілька відсотків площі кристала і отримати 32-розрядний ядро нормальної швидкості.

2.2.3 Забезпечення вимог по продуктивності

У 32-розрядних МК для систем реального часу:

- відсутня кеш-пам'ять;
- введено додатковий апаратний модуль - векторний контролер переривань, який забезпечує перехід за адресою обробки переривання одного з багатьох джерел переривання за допомогою єдиної команди переходу;
- невелика довжина конвеєра;
- є альтернативний набір регістрів;
- відсутні команди з великим часом виконання.

Висновок - 32-розрядні МК з ядрами ARM Cortex повністю задовольняють нашим вимогам.

2.3 Архітектура

Після ознайомлення з різними архітектурами, обрана архітектура Cortex-M. Ядра Cortex-M представляють собою розвиток архітектури ARM для програм, в яких розмір коду і детермінованість операцій є більш важливими

характеристиками, ніж продуктивність. Cortex-M значно відрізняється як від «класичних» сімейств, так і від інших профілів Cortex.

Cortex це готове мікроконтролерне ядро, оснащене всіма необхідними для роботи пристроями. До його складу крім ядра ARM входять блок управління переривань, шинна матриця, модулі роботи з пам'яттю та периферійними пристроями. Проте Cortex є стандартизованим процесорним ядром, яке в міру необхідності оснащується тільки необхідними периферійними пристроями.

Cortex-M стали основою для розробки великого класу 32-х розрядних мікроконтролерів. Від інших варіантів архітектури Cortex, вони відрізняються, перш за все, використанням тільки 16-розрядного набору інструкцій Thumb-2.

Цей набір поєднує в собі продуктивність і компактність класичних інструкцій ARM і Thumb. Thumb-2 спочатку розроблявся для роботи з мовами C / C ++, що істотно підвищує якість готового машинного коду.

Набір команд ARM Thumb-2 являє собою суміш 16- і 32-розрядних команд, що дозволяє домогтися продуктивності 32-розрядного набору команд ARM і щільності програм, властивій 16-розрядному набору команд Thumb.

Набір команд Thumb-2 (включаючи управління розрядним полем, табличне розгалуження, умовне виконання) орієнтований на компілятори мов C / C ++. Це означає, що програма для Cortex-MK може бути повністю написана на мові високого рівня C.

Великою перевагою мікроконтролерів, збудованих на ядрі Cortex-M, є їх програмна сумісність. Відрізняються вони, в першу чергу, використовуваними периферійними пристроями. Це істотно спрощує вивчення різних моделей і теоретично дозволяє використовувати програмний код на мові високого рівня в моделях різних виробників.

Крім позначення напрямку застосування ядра, розробники вказують на продуктивність цього ядра за десятибальною шкалою. Поки найбільш використовуваний варіант, це Cortex-M3.

Ядро Cortex-M3 має:

- Гарвардської структури з окремими шинами даних, команд та

управління периферією. Така структура позбавляє затримок, які можуть виникнути з структурами фон Неймана, де весь потік інформації до ядра йде через одну шину.

- апаратне множення $32 * 32$ розряду включено в ядро Cortex-M3 та виконується за один цикл тактування, якщо результат потрібно в 32-розрядному форматі;
- апаратний поділ виконується за 2 ... 12 циклів в залежності від складності розподілу;
- поліпшену ефективність розміщення даних в пам'яті і виконання операцій порозрядної обробки;
- інтегровані елементи, що використовуються операційними системами реального часу (ОСРВ), в тому числі системний таймер і блок захисту пам'яті;
- підтримку економічних режимів роботи;
- стандартизований розподіл адресного простору пам'яті;
- більш просту модель програмування, що рятує від необхідності написання будь-яких Асемблерних частин програм, глибокого вивчення процесора та його набору регістрів.

Архітектура Cortex-M4 - це архітектура Cortex-M3, збагачена новими командами для обробки даних і призначена для застосувань, що вимагають більш високої продуктивності, з більш складною обробкою сигналу (операції з плаваючою комою на апаратному рівні).

Розробивши прилад на базі МК з архітектурою Cortex-M3, можна далі розробити його більш дешеві і прості варіанти на базі МК з архітектурою Cortex-M0 або більш дорогі і складні вироби на базі архітектури Cortex-M4 з мінімальними витратами на переробку програм.

2.4 Вибір мікроконтролера

Ґрунтуючись на результатах попередніх досліджень, обрана архітектура Cortex-M. Найбільшим виробником мікроконтролерів з ядром Cortex-M є фірма

STMicroelectronics (Швейцарія). Ця компанія перевершує своїх конкурентів за кількістю вироблених та проданих мікроконтролерів на цій архітектурі.

Розглянуто два мікроконтролера зі схожими характеристиками фірми STMicroelectronics.

Мікроконтролер STM32L100C6U6

Лінійка мікроконтролерів STM32L100 Value Line представляє собою контролери початкового рівня з базовим набором функцій і оптимізованою ціною.

Характеристики мікроконтролера STM32L100C6U6 наведено на таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристики мікроконтролера STM32L100C6U6

| | |
|---------------------------|--|
| Корпус | UFQFPN48 |
| Ядро | ARM Cortex-M3 |
| Максимальна частота ядра | 32 МГц |
| Об'єм пам'яті програм | 32 Кбайт |
| Тип пам'яті програм | FLASH |
| Об'єм EEPROM | 2 Кбайт |
| Об'єм оперативної пам'яті | 4 Кбайт |
| Кількість входів/виходів | 37 |
| Інтерфейси | I ² C, SPI, UART/USART, USB |
| Периферійні пристрої | Brown-out, Detect/Reset, DMA, LCD, POR, PWM, WDT |
| АЦП/ЦАП | A/D 16x12b; D/A 2x12b |
| Потужність живлення | 1,8 ... 3,6 В |
| Робоча температура | -40... 85°C |

Мікроконтролери цієї лінійки позиціонуються як найдоступніші за ціною, але зберігають всі основні характеристики і сумісність з STM32L151/152 (включаючи pin-to-pin-сумісність). Вибираючи цю лінійку, розробник економить за рахунок відсутності унікального номера кристала, зайвого обсяг RAM- і EEPROM-пам'яті, і непотрібного кількості циклів перезапису Flash і EEPROM.

Крім цього, для скорочення вартості була проведена оптимізація процесу виробництва, тестування і скорочено кількість найменувань. Завдяки цим заходам вдалося домогтися зменшення ціни на лінійку Value Line на цілих 25%.

Основні характеристики лінійки:

- 32-битне ядро Cortex-M3;
- частота тактування 32МГц;
- до 256кбайт Flash- пам'яті;
- до 16кбайт SRAM-пам'яті;
- напруга живлення 1,65...3,6В;
- LCD-контролер;
- модулі відладки SWD/JTAG, модуль ETM;
- до 20 каналів 12-битного АЦП;
- до двох каналів 12-битного ЦАП;
- два низькопотребляючих компаратори;
- DMA-контролер на 12 каналів;
- вісім 16-разрядних таймерів;
- два сторожових таймера (WWDG и IWDG);
- комунікаційні інтерфейси: I²C, 3xUSART, 3xSPI, 2xI²S, USB2.0 FS;
- апаратне розрахунок CRC;
- температурний діапазон -40...85°C.

Мікроконтролер містить на два вбудованих контролера прямого доступу до пам'яті DMA1 і DMA2 (Direct Memory Access), що використовуються для переміщення даних без участі ядра. DMA може переміщати дані з периферії в пам'ять і назад або з пам'яті в пам'ять. DMA1 має до семи незалежних каналів, DMA2 - до п'яти.

Підтримується робота з кільцевим буфером, що дозволяє уникнути генерації переривання, коли відбувається заповнення буфера.

Для зручності управління порядком виконання, DMA-запити поділені за допомогою чотирьох програмних пріоритетів. У разі рівного розподілу програмних пріоритетів відбувається апаратне керування потоками.

Кожен канал може сформувати три події: «відбулася передача половини даних», «завершилася передача всіх даних» і «помилка передачі». По кожному з цих подій формується відповідний запит на переривання.

Підтримується робота з усією основною периферією: SPI, I²C, USART, ЦАП, АЦП і таймерами.

Комунікаційні інтерфейси:

РС-інтерфейс. Мікроконтролери лінійки містять два модуля I²C. Підтримується робота в режимах «Ведучий» («Master»), «Ведений» («Slave») або «Кілька провідних» («Multimaster»). Можлива передача даних у двох діапазонах швидкостей: «Стандартний» («Standard») - швидкості передачі до 100 кГц, «Швидкий» («Fast») - до 400 кГц. Підтримується 7- і 10-бітна адресація.

I²C-модулі підтримують два розширених протоколу: SMBus 2.0 (System Management Bus) і PMBus (Power Management Bus).

SPI-інтерфейс. Мікроконтролери містять до трьох модулів SPI. Підтримується робота в режимах «Master» або «Slave» з повнодуплексною / напівдуплексною та симплексною передачею даних на швидкостях до 16Мбіт / с. Доступна вбудована апаратна підтримка обчислення циклічно надлишкового коду CRC з підтримкою SD / MMC-карт.

I2S-інтерфейс (Inter-Integrated Sound). Мікроконтролер має на борту до двох модулів I2S, мультиплексованих з SPI-інтерфейсом. Модулі можуть працювати в режимі «Master» або «Slave». Інтерфейс може бути налаштований для роботи з 16/32-бітовим дозволом.

USART-інтерфейс. Мікроконтролери містять до трьох модулів USART, що працюють на швидкості до 4Мбіт / с. Є вбудована апаратна підтримка роботи з сигналами управління модемів RTS і CTS, підтримуються інфрачервоні приймачі IrDA, режим зв'язку декількох контролерів, однопровідний напівдуплексний режим, робота зі смарт-картами відповідно до стандарту ISO 7618-3 і LIN-пристроями.

USB-інтерфейс. Мікроконтролер містить вбудований USB-контролер з підтримкою режиму «full-speed» (12Мбіт / с). USB-контролер має програмно конфігуровані «кінцеві точки» («endpoint») і підтримує функції припинення /

відновлення. Спеціалізована частота в 48 МГц формується на внутрішніх ділителях з зовнішнього кварцового генератора.

LCD-контролер. Для управління рідкокристалічними індикаторами розробнику доступний вбудований LCD-контролер. Він підтримує до 8 рядків і 28 стовпців для управління 224 пікселями. Невикористані для управління дисплеєм порти можуть використовуватися як звичайні GPIO. LCD-контролер повністю підтримує низькоспоживаючі режими (виключаючи Standby).

АЦП. Мікроконтролери містять на борту 12-розрядний аналого-цифровий перетворювач з можливістю підключення до 20 зовнішніх аналогових каналів. АЦП працюють на швидкостях до 1 мегасемпла (при дозволі 12 біт). Для збільшення швидкості перетворення можна зменшити дозвіл до 6 біт. Оцифрування вхідних аналогових сигналів може виконуватися в режимі одиночного або безперервного перетворення.

Мікроконтролер STM32F042C6T6

Характеристики мікроконтролера STM32F042C6T6 наведено на таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Характеристики мікроконтролера STM32F042C6T6

| | |
|---------------------------|--|
| Корпус | LQFP-48 |
| Ядро | ARM Cortex-M0 |
| Максимальна частота ядра | 48 МГц |
| Об'єм пам'яті програм | 32 Кбайт |
| Тип пам'яті програм | FLASH |
| Об'єм оперативної пам'яті | 6 Кбайт |
| Кількість входів/виходів | 38 |
| Інтерфейси | CAN, HDMI-CEC, I ² C, IrDA, LIN, SPI, UART/USART, USB |
| Периферійні пристрої | DMA, I ² C, POR, PWM, WDT |
| АЦП/ЦАП | A/D 13x12b |
| Потужність живлення | 1,8 ... 3,6 В |
| Робоча температура | -40... 85°C |

STM32F042 - новий представник сімейства бюджетних мікроконтролерів STM32F0 на 32-бітному ядрі Cortex-M0 від ST Microelectronics. З'явилася периферія USB, CAN, HDMI, а також стало більше стандартної периферії -

USART, SPI, I²C і таймерів.

USB інтерфейс тепер може працювати за рахунок внутрішнього генератора 48 МГц з автопідстроюванням. Синхронізація цього генератора відбувається автоматично по потоку даних на шині USB, що дозволяє обходитися без додаткового зовнішнього кварцового генератора. Така технологія позитивно позначається на надійності і вартості готового пристрою.

Новий мікроконтролер підтримує зв'язок із зовнішніми аудіовізуальними пристроями за допомогою вбудованого контролера HDMI-CEC. Як простий приклад, користувачем може бути налаштоване пробудження мікроконтролера зовнішнім пристроєм з режиму СТОП.

Параметри мікроконтролера STM32F0x2:

- 48 МГц, ядро 32-бит Cortex-M0.
- до 128 Кб FLASH, до 16 Кб SRAM пам'яті.
- DMA контролер, 7 каналів.
- 12-бит АЦП (1 мкс) до 16 каналів.
- ЦАП 12-бит, 2 канали.
- до 12-ти таймерів 32/16-бит.
- USB 2.0 FS, CAN и HDMI інтерфейси.
- 4xUART, 3xSPI и 2xI²C по 1 інтерфейсу.
- 3 вбудованих CRC генератора – 8 МГц, 48 МГц и 40 кГц.
- 2 компаратора RTC.
- напруга живлення 2.4...3.6 В.
- 96-бит унікальний ID.

Відповідно до розроблених вимог і знанням мови програмування MicroAssembler, самим оптимальним для розробки системи управління є мікроконтролер фірми STM 32L100C6U6, що володіє всіма необхідними параметрами. А також як важливим критерієм відбору була вартість.

Структура обраного мікроконтролера наведена на рисунку 2.3.

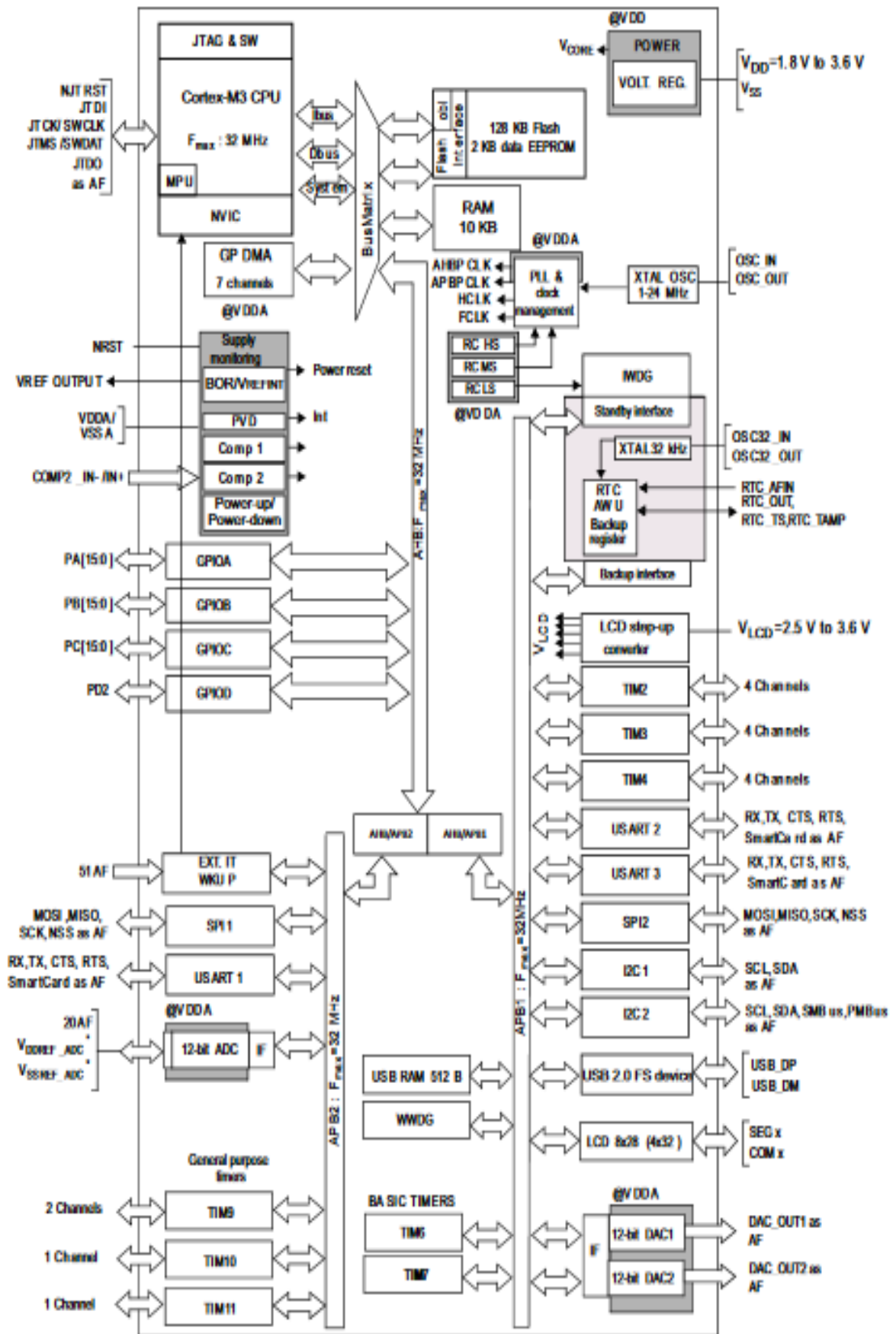


Рисунок 2.3 — Структура мікроконтролера

2.5 Розробка керування підставкою

В якості мотора обрано простий мотор 16 мм. Зовнішній вигляд мотора зображено на рисунку 2.4.

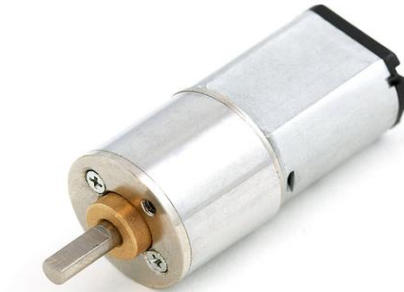


Рисунок 2.4 — Зовнішній вигляд мотора

Підключити мотор до мікроконтролера безпосередньо неможливо - великий струм відразу виведе його з ладу. Для підключення приводу використаний драйвер L239D.

Характеристики мотора:

- робоча напруга: 3 - 9 В;
- номінальна напруга: 6 В;
- струм без навантаження: 65 мА;
- струм при блокуванні: 620 мА;
- діаметр вихідного валу: 3 мм;
- довжина × ширина × висота: 42,1 × 16 × 16 мм;
- вага: 23 гр.

Зовнішній вигляд драйвера представлений на рисунку 2.5.

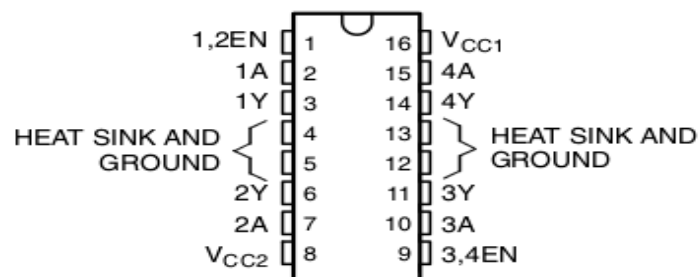


Рисунок 2.5 — Зовнішній вигляд драйвера L239D

Як згадувалося вище, двигун має 2 обмотки. Подача живлення відбувається за допомогою реле, керованого мікроконтролером, на першу обмотку забезпечує низьку швидкість обертання, подача живлення за допомогою реле, керованого мікроконтролером, на другу обмотку забезпечує високу швидкість обертання.

Найбільш поширений спосіб управління струмом через обмотки є управління середнім струмом. Для цього використовується широтно-імпульсна модуляція (ШІМ), робочий цикл якої визначає середнє значення напруги на обмотках, а, отже, і середнє значення струму i , як наслідок, частоту обертання. Швидкість може регулюватися при частотах від 20 до 60 кГц.

Широтно-імпульсна модуляція - управління середнім значенням напруги на навантаженні шляхом зміни шпаруватості імпульсів, керуючих ключем.

Розрізняють аналогову ШІМ і цифрову ШІМ, двійкову (дворівневу) ШІМ і трійкову (трирівневу) ШІМ.

Аналогова ШІМ складається з компаратора, на один вхід якого подаються трикутний або пилкоподібний періодичний сигнал з допоміжного генератора, а на інший - модулюючий сигнал. На виході компаратора утворюються періодичні прямокутні імпульси зі змінною шириною, шпаруватість яких змінюється за законом модулюючого сигналу.

У цифровій ШІМ період ділиться на частини, які заповнюються прямокутними імпульсами. Середня величина на періоді залежить від кількості прямокутних імпульсів на періоді.

Цифрова ШІМ - наближення бінарного сигналу (з двома рівнями - вкл / викл) до багаторівневого або безперервного сигналу, так, щоб їх середні значення, за період часу t_2-t_1 , були б приблизно рівні.

Основною причиною впровадження ШІМ є складність забезпечення довільним напругою. Є якась базова постійна напруга живлення (в мережі, від акумуляторів і ін.), і на її основі потрібно отримати більш низьку довільну і вже нею живити електродвигуни або інше обладнання.

Розглянемо ШІМ в так званому режимі фазової корекції. Лічильник працює в двох напрямках, що робить вихід ШІМ симетричним в межах одного періоду

ШІМ. Крім того, порівнюване значення, яке визначає робочий цикл ШІМ-виходу, буферизується з метою неможливості його поновлення всередині циклу ШІМ.

Показано (рис. 2.6) співвідношення між значенням лічильника, порівнюваним значенням і ШІМ-виходом. Кожен період ШІМ на малюнку виділено пунктирними лініями. На малюнку також показується, що переповнення таймера виникає при досягненні таймером нуля. Дана подія може використовуватися для автоматичного запуску перетворення АЦП. Якщо значення робочого циклу ШІМ дуже мало, то є точка, в якій ШІМ-вихід буде стабільним протягом тривалого часу.

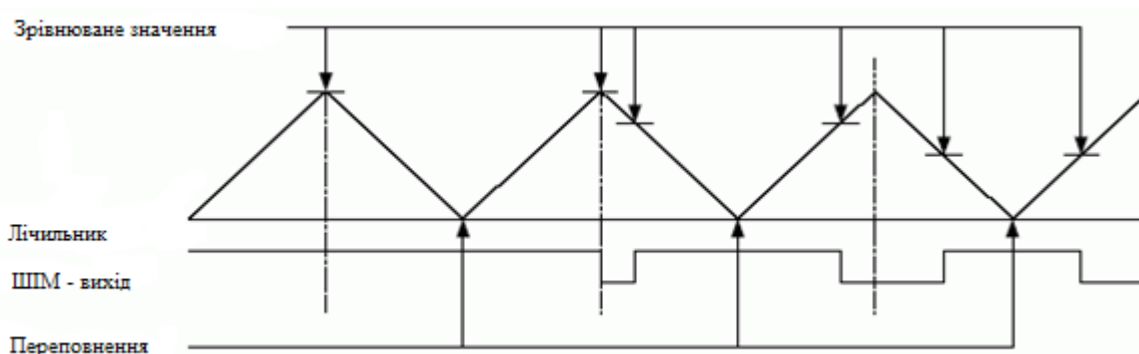


Рисунок 2.6 – Діаграма формування ШІМ

2.6 Підключення сенсорного екрану до мікроконтролеру

Сенсорні екрани (Touch Screen) знаходять все більше застосування - це пристрій введення інформації, що реагує на дотики до нього.

Існує кілька різних типів сенсорних екранів, які працюють на різних фізичних принципах: резистивні сенсорні екрани, матричні сенсорні екрани, ємнісні сенсорні екрани, проекційно-ємнісні сенсорні екрани, оптичні сенсорні екрани.

Розглянемо підключення сенсорного екрану до мікроконтролеру, в якому є сенсорний USB інтерфейс.

Резистивний сенсорний екран складається зі скляної панелі і гнучкою

пластиковою мембрани. І на панель, і на мембрану нанесено резистивні покриття

Спрощене уявлення сенсорного екрану зображене на рисунку 2.7.

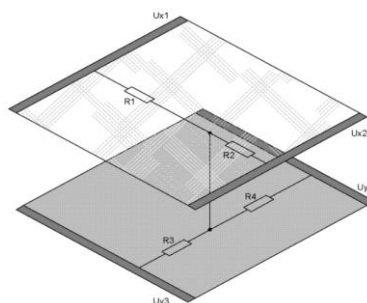


Рисунок 2.7 – Спрощене уявлення сенсорного екрану

Простір між склом і мембраною заповнено мікроізоляторами, які рівномірно розподілені по активній області екрану і надійно ізолюють провідні поверхні. Коли на екран натискають, панель і мембрана замикаються, і контролер за допомогою аналогове-цифрового перетворювача реєструє зміну опору і перетворює його в координати дотику (X і Y). У загальних рисах алгоритм зчитування такий:

На верхній електрод подається напруга +5 В, нижній заземлюється. Лівий з правим з'єднуються накоротко і перевіряється напруга на них. Ця напруга відповідає Y-координату екрана.

Як видно, робота даного алгоритму означає, що електроди повинні безперервно перемикатися, щоб швидко визначити координати. Підключення сенсорного екрану була вибрано наступне:

Таблиця 2.1 — Підключення сенсорного екрану

| Виводи мікроконтролера | Виводи сенсорного екрана (ВОВ-09224) | Відповідність виводів для читання координати X | Відповідність виводів для читання координати Y |
|------------------------|--------------------------------------|--|--|
| PC4 | X1 | 5 В | АЦП |
| PC3 | Y1 | не підключене | GND |
| PC2 | Y2 | АЦП | 5 В |
| PC1 | X2 | GND | не підключене |

Підключення дуже просте - пряме підключення сенсорного екрану до ліній введення / виводу мікроконтролера, але (як видно з таблиці 2.1), два з них обов'язково повинні бути підключені до входних каналів АЦП.

Живлення сенсорного екрану подається через вихід мікроконтролера, підтягнутий до 5 В і інший вихід мікроконтролера, підтягнутий до GND.

Схема підключення сенсорного екрану приведена на рисунку 2.7.

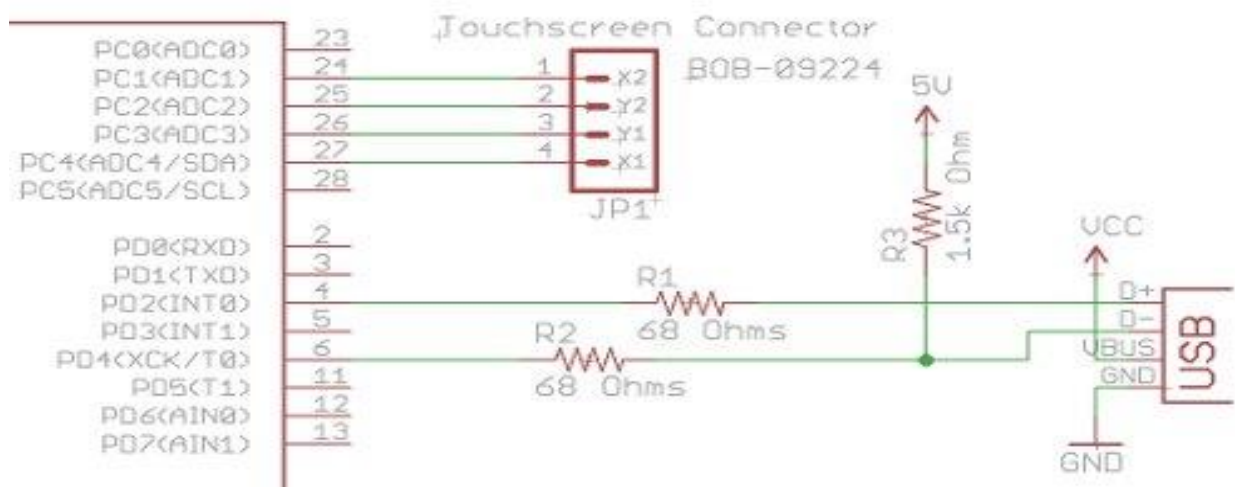


Рисунок 2.7 — Схема підключення сенсорного екрану

Для реалізації інтерфейсу USB HID потрібно кілька резисторів підключених до двох виходів зовнішніх переривань мікроконтролера, а також слід врахувати, що вихід USB порту D + підключений до виходу INT0 мікроконтролера.

Реалізація USB HID інтерфейсу на мікроконтролерах можлива за допомогою бібліотеки V-USB.

Початкове завдання при розробці програми для мікроконтролера - переконатися, що можна отримати надійні координати від сенсорного екрану, перш ніж організувати передачу даних по інтерфейсу USB.

В основному, потрібно два звернення до АЦП, одне для координати X, друге - для координати Y. Однак, не можна просто встановити надовго один вихід сенсорного екрану на один канал АЦП, виводи повинні будуть постійно змінюватися.

2.7 Датчики

Як видно з структурної схеми, в системі керування будуть використовуватися різні датчики.

Побудований за принципом перетворення вхідного струму, пропорційного поданій напрузі (постійній, змінній, імпульсній і т.д.) в пропорційний вихідний струм з гальванічною розв'язкою між первинним (силовий) і вторинним (вимірювальний) ланцюгами.

2.7.1 Датчик напруги LEM-LV-25P

Характеристики датчика LEM-LV-25P зображені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Характеристики датчика LEM-LV-25P

| Функція датчика | Трансформатор напруги |
|--------------------------------|-----------------------|
| Мінімальна напруга живлення | -15В |
| Максимальна напруга живлення | 15В |
| Точність % | 0.9% |
| Мінімальна робоча температура | 0°C |
| Максимальна робоча температура | 70°C |
| Вхідний струм | 10мА |
| Глибина зовнішньої частини | 29.2мм |
| Максимальний вихідний струм | 25мА |

2.7.2 Датчик температури TI100-101

Характеристики датчика TI100-101 зображені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.4 — Характеристики датчика TI100-101

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Корпус | SOT-23-6 |
| Тип датчика | Цифровий |
| Діапазон вимірюваних температур | -55 - 125 °C |
| Точність вимірювання ± | 3°C |
| Інтерфейс | SMBus, I2C |

Зовнішній вигляд датчика ТП100-101 зображено на рисунку 2.8.

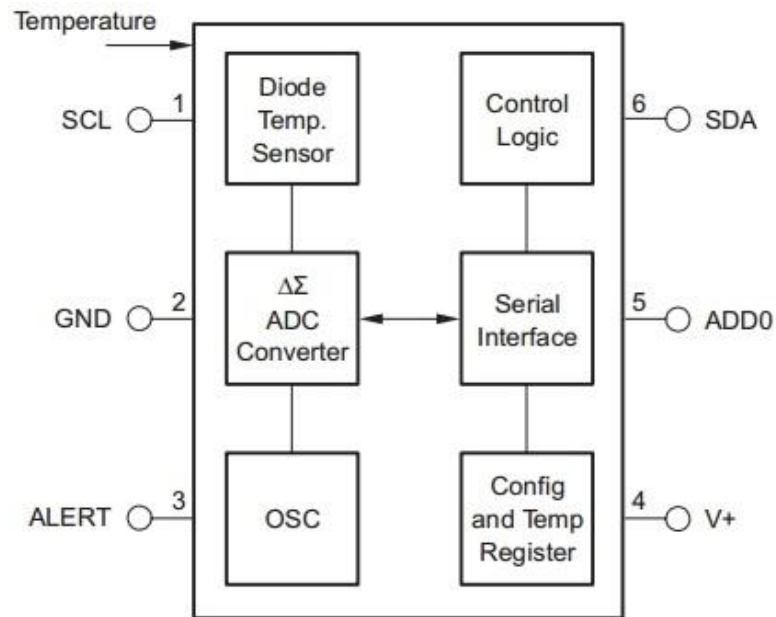


Рисунок 2.8 — Зовнішній вигляд датчика ТП100-101

Як згадувалося вище, силовий датчик - являє собою компаратор, який підключений до мікроконтролера і посилає сигнал у разі перевищення порогового рівня напруги живлення. Магнетрон має одну потужність. Керування потужністю магнетрона здійснює мікроконтролер, після читання даних з датчиків напр. датчика температури. Застосована ступінчасте регулювання потужності та здійснюється вона шляхом комутації ланцюга живлення магнетрона. Іншими словами, мікроконтролер, згідно заданої нами програмою, просто включає і відключає магнетрон в процесі роботи. Причому при кожному включенні магнетрон працює на повну потужність. Для прикладу візьмемо круглі значення часу і потужності. Припустимо, виставили таймер на 30 хвилин і встановили потужність 100%. В цьому випадку магнетрон буде працювати не безперервно протягом усіх 30 хвилин роботи печі. Якщо виставити значення потужності 50%, то магнетрон в процесі роботи, буде періодично включатися і вимикатися на певні проміжки часу. Але чистий час роботи магнетрона складе 15 хвилин, що відповідає 50% від встановлених 30 хвилин. Таким чином, можна зробити висновок, що ті значення потужності, які ви встановлюєте на індикаторі панелі управління, є значеннями чистого часу роботи магнетрона (у відсотковому

відношенні), за обраний вами період.

Зображена (рис. 2.9) умовна діаграма, яка пояснює принцип регулювання потужності застосовується в мікрохвильовій печі. По горизонтальній осі відкладені значення часу, встановленого на таймері в хвилинах. За вертикальної осі - значення потужності, що віддається магнетроном під час роботи. Зеленим кольором позначено чистий час роботи магнетрона за обраний період. На діаграмі праворуч видно, що за встановлений час - 30 хвилин, магнетрон пропрацював лише 15 хвилин, що і відповідає потужності 50%.

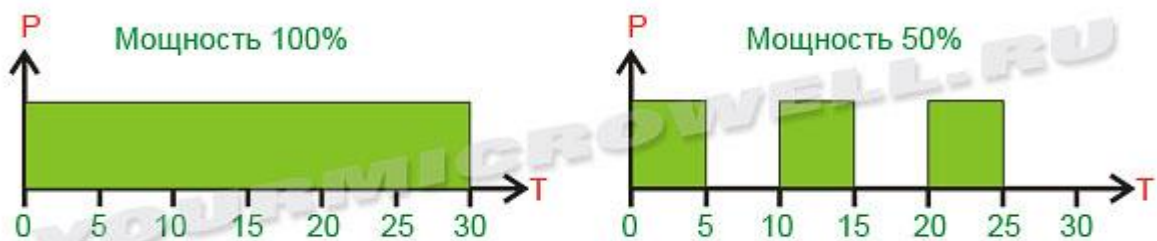


Рисунок 2.9 — Принцип керування потужністю магнетрона

Насправді, за 30 хвилин магнетрон включиться і вимкнеться не три рази, як показано на діаграмі, а значно більшу кількість разів. Проміжки часу включення будуть коротшими.

Висновки до розділу 2

В цьому розділі побудовано інформаційну модель системи керування та структурну схему. За схемою визначені головні елементи системи. Визначені необхідні характеристики мікроконтролера такі як кількість виходів, ОЗУ, ПЗУ, потужність. Розглянуто та визначено розрядність мікроконтролера. Обрано архітектуру Cortex-M, яка в наш час дуже активно використовується та з якою працюють понад 60 фірм.

Розглянуто 2 мікроконтролери з подібними характеристиками. За результатами попередніх досліджень обрано мікроконтролер, який повністю задовольняє всім вимогам. Розроблено схему керування підставкою за допомогою ШІМ. Підключено сенсорний дисплей, а також датчики напруги та температури.

3 АЛГОРИТМИ РОБОТИ СИСТЕМИ

3.1 Опис стадій роботи мікрохвильової печі

Робота мікрохвильової печі складається з наступних основних стадій:

- включення - на цій стадії проводиться подача живлення на мікроконтролер, за умови, що піч підключена до джерела електроживлення 220V;
- ініціалізація - на цій стадії система проводить підготовку печі до роботи, виконує опитування датчиків, перевірку працездатності всіх вузлів, включається екран та його підсвітка;
- вибір режиму - на цій стадії користувач може задати необхідну потужність печі і час, протягом якого буде проведено нагрів;
- нагрівання - ця стадія буде виконана за умови, що всі вузли справні і дані від датчиків отримані, а користувачем заданий режим роботи;
- вимкнення - на цій стадії після закінчення нагрівання, якщо не була натиснута кнопка STOP, піч переводиться у стан "Вибір режиму" і можливо продовжувати її використовувати.

Блок-схема роботи мікрохвильової печі наведена на рисунку 3.1



Рисунок 3.1 — Блок-схема роботи мікрохвильової печі

3.2 Опис інтерфейсу користувача

1. «ПУСК» - включення печі. Користувач натискає кнопку ПУСК і вмикає піч.

2. "Ініціалізація" - включається дисплей з підсвічуванням. На дисплеї з'являється привітання в залежності від часу доби: "Доброго ранку", "Добрий день", "Добрий вечір".

3. "Вибір режиму" - на екрані з'являється повідомлення "Оберіть режим", користувач натискає на нього і виводиться меню з зазначенням режимів роботи.

Вибравши один із запропонованих режимів, натисканням на нього, користувачеві виводиться підміню, де він може відкоригувати даний режим під свої потреби, наприклад, збільшити час приготування або залишити без змін. Таким чином можна регулювати режими приготування / розігрівання їжі.

4. "Нагрівання" - задавши режим роботи, користувач натискає кнопку "Нагрівання". Під час виконання нагріву на дисплеї відраховується час, що залишився до кінця, внизу екрану знаходяться кнопки «Стоп / Скидання» для зупинки під час роботи печі або обнуління лічильника часу. Після закінчення нагрівання буде поданий звуковий сигнал і виведено повідомлення "Готово".

Коли користувач звільнив камеру на екран виводяться повідомлення "Виберіть режим" і "Вимкнення". Натискання "Виберіть режим" приводить піч в готовність до нової роботи. Якщо нова робота не потрібна натисненням кнопки "Виключення" піч вимикається.

3.3 Опис режимів роботи

Розглянемо докладніше кожен з режимів роботи мікрохвильової печі:

- Домашні рецепти - вибір номера попередньо встановленої програми, розрахованої на приготування певного блюда з книги рецептів.

- Здорове харчування - вибір номера попередньо встановленої програми, розрахованої на приготування певного блюда з книги рецептів, розділу

«Здорове харчування» (приготування каш і макаронів, овочів, риби і курки).

- Ферментація (тісто / йогурт) - вибір номера програми для настійки різного типу тесту, а також для приготування домашнього йогурту.
- Конвекція - вибір режиму конвекції (від 40 до 200 градусів, до 60 хвилин).
- Гриль - вибір режиму «гриль» (до 60 хвилин).
- СВЧ - вибір часу приготування і потужності (від 100 до 900 ват).
- Швидке розморожування - потрібно вказати тип продукту та його вагу.
- СВЧ + Гриль / СВЧ + конвекція - вибір відповідного комбінованого режиму (з установкою потужності для СВЧ і температури для конвекції).
- Усунення запахів - режим самоочищення мікрохвильовій печі.

Блок - схема вибору режиму зображена на рисунку 3.2.

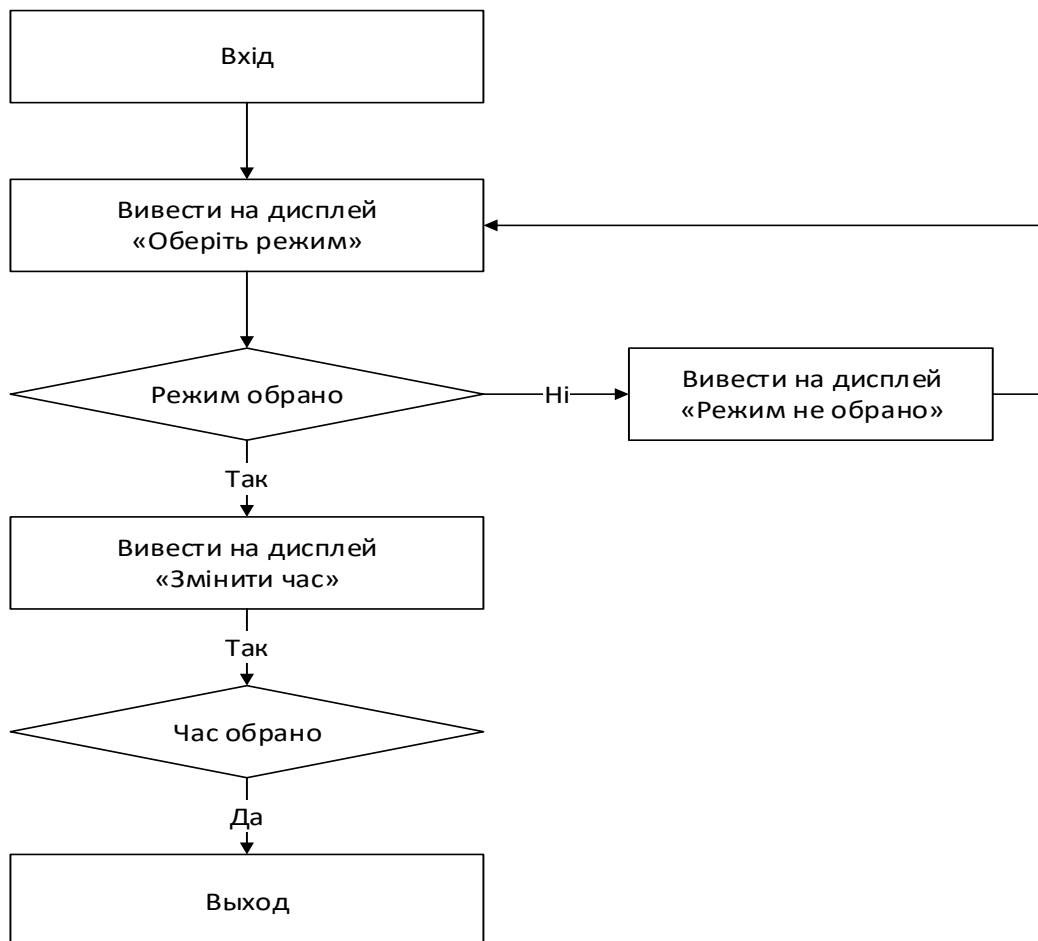


Рисунок 3.2 — Блок - схема вибору режиму

Блок - схема ініціалізації зображена на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 — Блок - схема ініціалізації

Блок - схема стадії нагрівання зображена на рисунку 3.4.

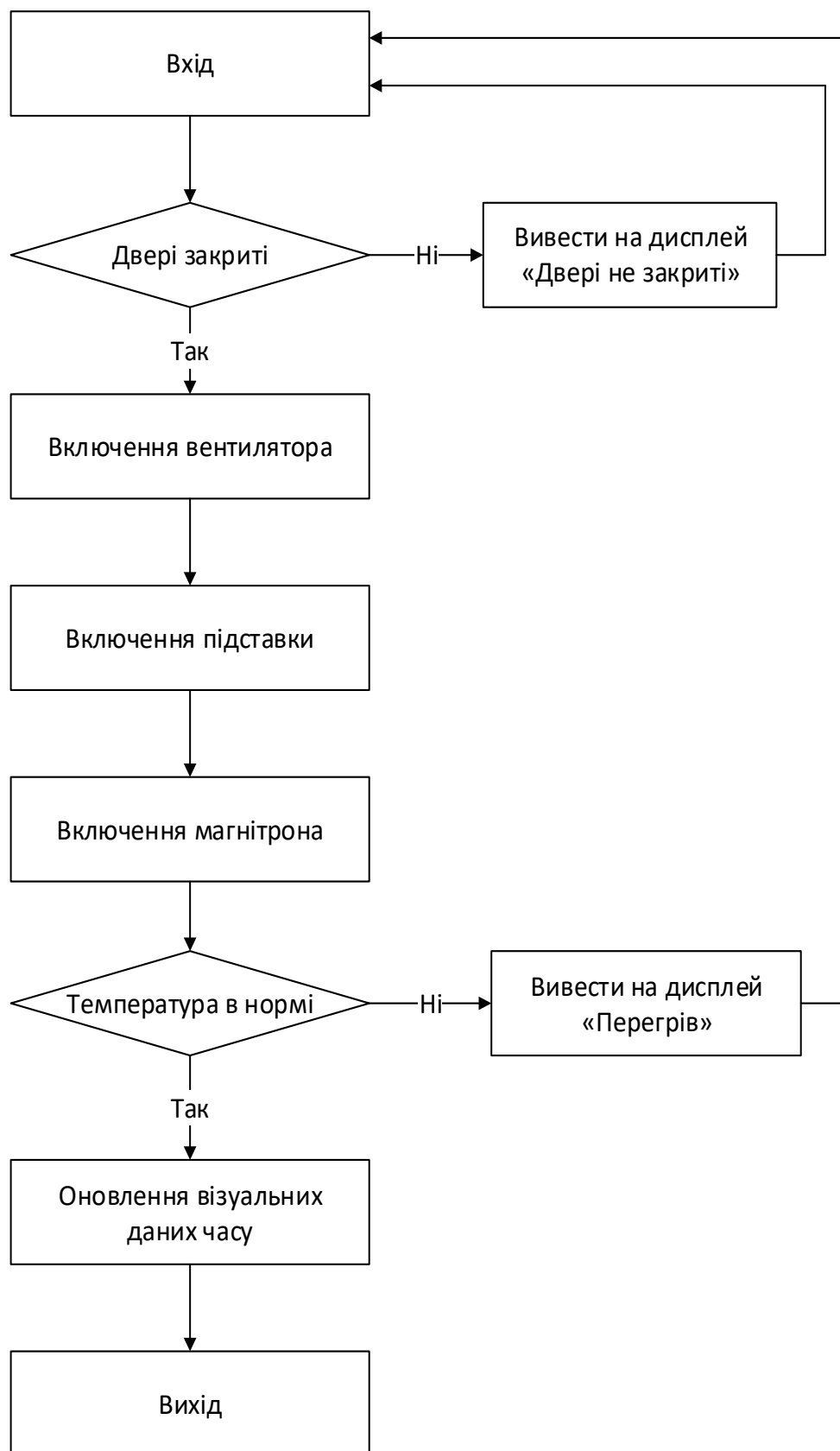


Рисунок 3.4 — Блок - схема стадії нагрівання

Висновки до розділу 3

В даному розділі описані стадії роботи мікрохвильової печі та розроблені блок - схеми роботи. Розроблено інтерфейс користувача та основні режими роботи. Розроблені блок - схеми вибору режиму, ініціалізації та стадії нагрівання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної роботи бакалавра було розробити систему керування мікрохвильовою піччю, і як результат було створено прототип системи керування. За цим прототипом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес керування мікрохвильовою піччю та приготування їжі. Так як в процесі проектування використовувалося програмування мікроконтролера, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому була розроблена система керування.

4.1.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних

матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання.

Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів шиї, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець).

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

4.1.2 Правові та організаційні основи охорони праці

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про

загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

На законодавчому рівні визначено такі пріоритетні напрямки з безпеки праці:

- кожен працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених Законом, нормами і правилами вимог;
- напрямки реалізації конституційного права громадян на їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності:
- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення належних – безпечних і здорових умов праці;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення

умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародної співпраці.

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництв системи управління охорони праці визначені безпосередньо посадовою інструкцією з посадою інженера-електронника № 119», та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені у [9].

Наявні трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні за темою дипломного проекту регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно та норми охорони праці неухильно інтегровані до правил внутрішнього розпорядку організації/підприємства.

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням системи керування мікрохвильовою піччю проходитиме в приміщенні відповідної установи СНПП "Імпульс". Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

| Найменування | Значення |
|-----------------------|----------|
| Довжина, м | 5 |
| Ширина, м | 5 |
| Висота, м | 3 |
| Площа, м ² | 25 |
| Об'єм, м ³ | 75 |

Згідно з нормою закону, розміщеної у посиланні 2, розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [10]. (табл. 4.2) і відповідними

фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

| Найменування параметра | Фактичне значення | Нормативне значення |
|--|-------------------|---------------------|
| Висота робочої поверхні, мм | 750 | 680 ÷ 800 |
| Висота простору для ніг, мм | 730 | не менше 600 |
| Ширина простору для ніг, мм | 660 | не менше 500 |
| Глибина простору для ніг, мм | 700 | не менше 650 |
| Висота поверхні сидіння, мм | 470 | 400 ÷ 500 |
| Ширина сидіння, мм | 400 | не менше 400 |
| Глибина сидіння, мм | 400 | не менше 400 |
| Висота поверхні спинки, мм | 600 | не менше 300 |
| Ширина опорної поверхні спинки, мм | 500 | не менше 380 |
| Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм | 400 | 400 |
| Відстань від очей до екрану дисплея, мм | 800 | 700 ÷ 800 |

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомне поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам. Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 78 м³, площу – 18 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с.

Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Виконано опис процесу праці - розробка системи керування мікрохвильовою піччю:

- за фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і

довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи на ведені в [11].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожну годину роботи;
- для операторів персональних комп'ютерів тривалістю 15 хв через дві години роботи.

4.3 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення,

вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання [12], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Робота над моїм проектом виконується у кабінеті де використовуються різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга $U=+220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I=2\text{А}$;
- споживана потужність $P=350\text{ Вт}$.

Проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів зображено в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

| Небезпечні і шкідливі виробничі фактори | Джерела факторів (види робіт) | Кількіс на оцінка | Нормативні документи |
|---|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| фізичні | | | |
| - підвищена температура поверхонь обладнання | Експлуатація ЕОМ. | 2 | ДСН 3.3.6.042-99 |
| - підвищений рівень шуму на робочому місці | -//- | 2 | ДСН 3.3.6.037-99 |
| - підвищений рівень іонізуючого випромінення в робочій зоні | -//- | 2 | ДСН 3.3.6.042-99 ГОСТ 12.1.006-84 |
| - підвищений рівень електромагнітного випромінення | -//- | 2 | ГОСТ 12.1.006-84 |

Продовження таблиці 4.3

| | | | |
|---|---|---|--|
| - підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини | -//- | 4 | ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 13109-97 |
| - підвищений рівень статичної електрики | -//- | 2 | ГОСТ 12.1.030-81 |
| - підвищена напруженість електричного поля | -//- | 2 | ГОСТ 12.1.006-84 |
| - підвищена напруженість магнітного поля | -//- | 2 | ГОСТ 12.1.006-84 |
| - недостатність природного світла | порушення умов праці (вимог до приміщень) | 2 | ДБН В.2.5-28:2015 |
| - недостатнє освітлення робочої зони | порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища | 3 | ДБН В.2.5-28:2015 |
| - підвищена яскравість світла | порушення умов праці (організації місця праці- налагодження моніторів) | 1 | ДСанПіН 3.3.2.007-98 |
| - понижена контрастність | -//- | 1 | ДСанПіН 3.3.2.007-98 |
| психофізіологічні: | | | |
| - нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових) | - пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи | 4 | НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98 |
| - фізичні (статичне – сидіння) | порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота) | 2 | НПАОП 0.00-1.28-10 ДСанПіН 3.3.2.007-98 |

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [10]. За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови,

освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом, яких можуть бути: принтер, сканер та інші джерела виділення багатьох хімічних речовин - напр., озону, оксидів азоту та аерозолів високодисперсних частинок тонера), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

4.3.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °С). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди). Також ймовірна небезпека внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики, пошкодження обладнання та електропроводки.

Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізольованих матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера. Кабельні лінії є найбільш пожежонебезпечними

місцем. Наявність пального ізоляційного матеріалу, ймовірних джерел запалювання у вигляді електричних іскор і дуг, розгалуженість і недоступність роблять кабельні лінії місцем найбільш ймовірного виникнення і розвитку пожежі. Для зниження займистості і здатності поширювати полум'я кабелі покривають вогнезахисними покриттями. Проектом передбачено прокладати проводку: приховано, під знімною підлогою розділяючи негорючими діафрагмами, в малодоступних місцях.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними. Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), надійно захищені діелектричними щитками та/або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу. Дане приміщення оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації, має 1 вогнегасник ВП-5 із зарядом вогнегасної речовини 8-12 кг, відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння вільні, не захаращуються та у разі потреби забезпечувати евакуацію всіх людей, які перебувають у приміщенні через один евакуаційний вихід з дверима на шляху евакуації, що відчиняється в напрямку виходу з будівлі від робочого місця. В приміщенні наявна затверджена «План-схема евакуації з кабінету (приміщення)».

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- 1) системою запобігання пожежі,
- 2) системою протипожежного захисту,
- 3) організаційно-технічними заходами.

Запобігти утворенню горючого середовища (замінити горючі речовини і матеріали на негорючі і важкогорючі) не надається технічно можливим. Тому проектом передбачаються способи і засоби запобігання утворення (або внесення) в горюче середовище джерел запалювання, таких як:

- 1) застосування електроустаткування, відповідної пожежонебезпечної і вибухонебезпечної зонам відповідно до ПУЕ;

2) застосування в конструкції швидкодійних засобів захисного відключення можливих джерел запалення;

3) виключення можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, рівної і вище мінімальної енергії запалення.

Згідно [13] таке приміщення, площею 25 м^2 , відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт. або хімічний пінний ОХП-10 – 1 шт;
- ковпачок 1 м^2 , ковпачок $2 \times 1,5 \text{ м}^2$ або азбестове полотно $2 \times 2 \text{ м}^2$ в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання $420 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання $335 \text{ }^\circ\text{C}$, температура самозаймання $530 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- 4) пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- 5) деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура

запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [13] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймисті речовини та матеріали.

Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- 1) іскри і дуги короткого замикання;
- 2) електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- 3) перегріву від тривалого перевантаження,
- 4) відкритий вогонь і продукти горіння,
- 5) наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- 6) розрядна статична електрика.

Причинами можливого загорання і пожежі можуть бути:

- 1) несправність електроустановки;
- 2) конструктивні недоліки устаткування;
- 3) коротке замикання в електричних мережах;
- 4) запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол [14].

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він

захищає від чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури,

вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [15] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

| Період року | Категорія робіт | Температура С ⁰ | Відносна вологість % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Холодна | легка-1 а | 22 - 24 | 40 – 60 | 0,1 |
| Тепла | легка-1 а | 23 - 25 | 40 – 60 | 0,1 |

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [15]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [15]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

4.4.2 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його проєкції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування

основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає [16]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє ДБН і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею $S=1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типу ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м^2 ; $S = 25 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ;

$Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 2,0$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів (зумовлений як роботою системних блоків, клавіатури, так і друкуванням на принтерах, а також зовнішніми чинниками), коливається у межах 50–65 дБА [17]. Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

Шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної та професійної захворюваності, частоти виробничих травм. Шум є загальнебіологічним подразником, який негативно впливає на всі органи і системи організму. У разі тривалого систематичного впливу шуму може виникнути патологія з переважним ураженням слуху, центральної нервової і серцево- судинної систем.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц. Додатковим звукопоглинанням в КВТ можуть бути фіранки, підвішені в складку на відстані 15-20 см. Від огорожі, виконані з щільної, важкої тканини. У приміщенні з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які

встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [17]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- 1) застосування нових плазмових моніторів, LG W2271TC,
- 2) віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- 3) встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),

4.4 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при V приміщення $> 40 \text{ м}^3$ на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [18], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи

використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку.

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів I кліматичної

зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}}=1,7$ і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}}=5,5$ Ом·м.

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача $R_{\text{в}}$, Ом, за (4.5).

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right), \quad (4.5)$$

де $l_{\text{в}}$ – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_{\text{в}}=3$ м);

$d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{\text{ст}}=0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (4.6):

$$t = h_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \quad (4.6)$$

де $h_{\text{в}}$ – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м); тоді

$$t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_{\text{в}} = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

5) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання $\eta_{\text{в}}$:

$$n = \frac{2 \cdot R_{\text{в}}}{R_{\text{д}}} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

I визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_{\text{в}} = 0,57$ (табличне значення).

б) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з

урахуванням коефіцієнта використання n_B , шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.8)$$

7) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.9)$$

де L_B – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м);
 n_B – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

8) Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_r , Ом:

$$R_r = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_r}, \quad (4.10)$$

де $d_{\text{см}}$ – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;
 h_r – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

l_c – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

9) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c , відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c = 0,3$ (табличне значення).

10) Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \cdot \eta_c + R_r \cdot n_B \cdot \eta_B} \leq R_d. \quad (4.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$, а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_{\text{д}}$$

3) При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявності перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Висновки до розділу 4

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник під час виконання розробки системи керування мікрохвильовою піччю. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Було наведено розміри приміщення та значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена інтелектуальна система керування мікрохвильовою піччю на базі мікроконтролера фірми STMicroelectronics.

В процесі розробки були вивчені способи підключення сенсорних дисплеїв та датчиків до мікроконтролерів, а також керування двигунами постійного струму за допомогою ШІМ.

Розроблена інформаційна модель та структурна схема системи керування.

Застосування мікроконтролера дозволило спростити схему і розширити функціональні можливості системи. Розроблена конструкція є практично універсальною, може легко змінюватися або розширюватися та допрацьовуватися.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Мікрохвильова піч [Електронний ресурс] // Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D1%8C (дата звернення 16.05.2017).
2. Конструкція мікрохвильової печі [Електронний ресурс] // Goradio. URL: <http://go-radio.ru/ustroystvo-microvolnovki.html> (дата звернення 18.05.2017)
3. Моршнев В.В. Оценка и анализ эффективности архитектуры микроконтроллеров -// Исследование современных микроконтроллеров Санкт - Перербург, 2015. URL <http://www.moko.ru/mc/RatingMC.pdf> (дата звернення 20.05.2017).
4. Недзельский Д.А., Сидоренко В.Я. Архитектуры современных микроконтроллеров для встраиваемых систем. - //Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2012. - №15 (186). Частина 2. – С.181-190.
5. Мікроконтролер STM32L100C6U6 [Електронний ресурс] // Компел. URL: <http://www.compel.ru/lib/ne/2013/8/7-yadro-cortex-m3-ultranizkoe-potreblenie-i-tsena-1-dollar-vse-eto-stm32l100-value-line> (дата звернення 24.05.2017).
6. Мікроконтролер STM32F042C6T6 [Електронний ресурс] ST.com URL: <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/52/ad/d0/80/e6/b/e/40/ad/DM00105814.pdf/files/DM00105814.pdf/jcr:content/translations/en.DM00105814.pdf> (дата звернення 25.06.2017).
7. Овчинников І.Є. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе - //Курс лекций. – СПб.:Корона-Век, 2006. – 336 с.
8. Датчики та мікроконтролери [Електронний ресурс] Geektimes URL: <https://geektimes.ru/post/255116/> (дата звернення 29.06.2017).
9. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві»
10. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»

11. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
12. НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»
13. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
14. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
15. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
16. ДБН В.2.5-28:2015 «Природне і штучне освітлення»
17. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
18. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок»

Додаток А

Презентація дипломного проекту

Система керування мікрохвильовою піччю

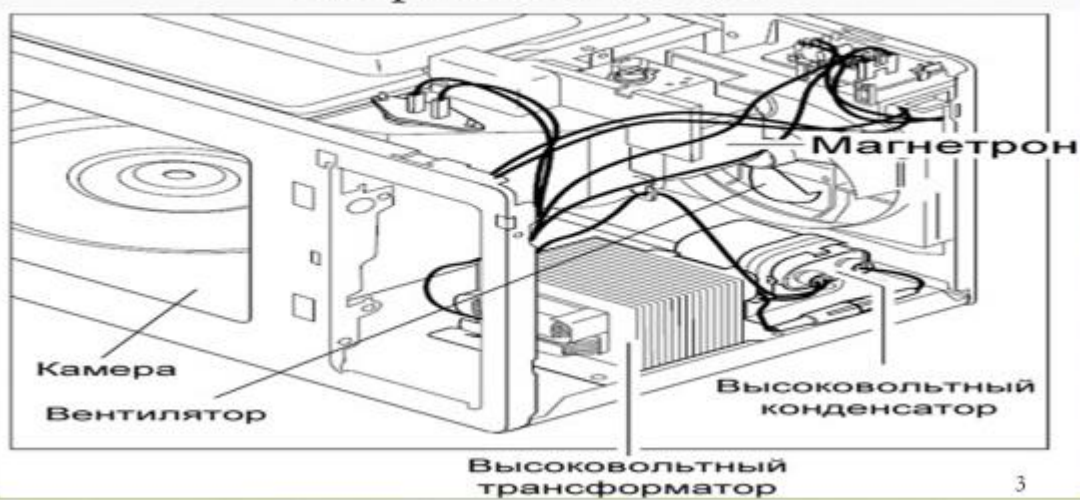
Виконав: студент гр. КІ-136Д Акбаров О.В.

Керівник: доцент Недзельський Д.О.

Актуальність теми та мета роботи

- Актуальність теми – цей напрям не достатньо вивчений, інтелектуальних печей на ринку ще дуже мало.
- Мета роботи - розробити інтелектуальну систему керування.

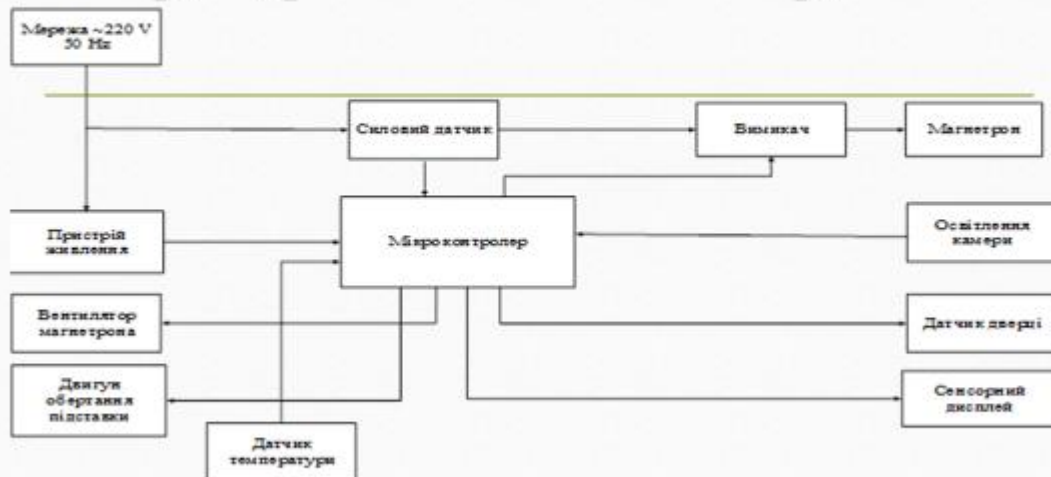
Мікрохвильова піч



Інформаційна модель



Структурна схема системи керування



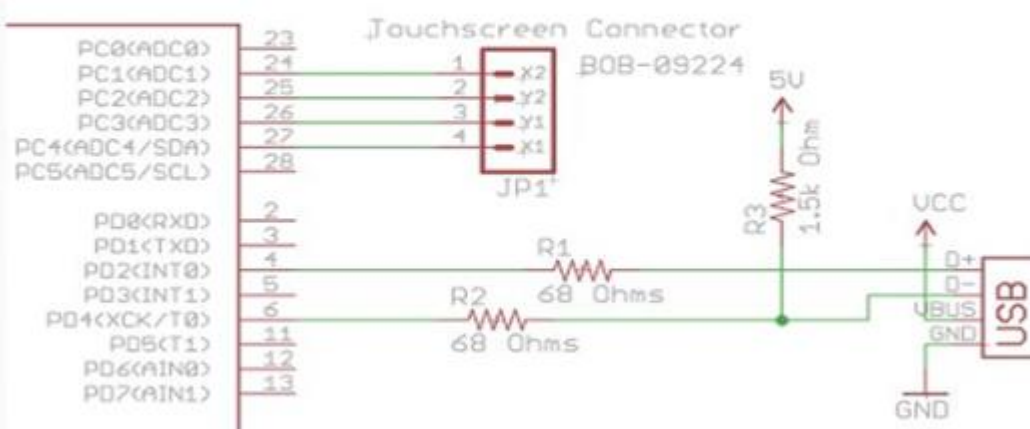
5

Мікроконтролер STM32L100C6U6

| | |
|---------------------------|--|
| Ядро | ARM Cortex-M3 |
| Максимальна частота ядра | 32 МГц |
| Об'єм пам'яті програм | 32 Кбайт |
| Тип пам'яті програм | FLASH |
| Об'єм EEPROM | 2 Кбайт |
| Об'єм оперативної пам'яті | 4 Кбайт |
| Кількість входів/виходів | 37 |
| Інтерфейси | I ² C, SPI, UART/USART, USB |
| Периферійні пристрої | Brown-out, Detect/Reset, DMA, LCD, POR, PWM, WDT |
| АЦП/ЦАП | A/D 16x12b; D/A 2x12b |
| Потужність живлення | 1,8 ... 3,6 В |
| Робоча температура | -40... 85°C |

6

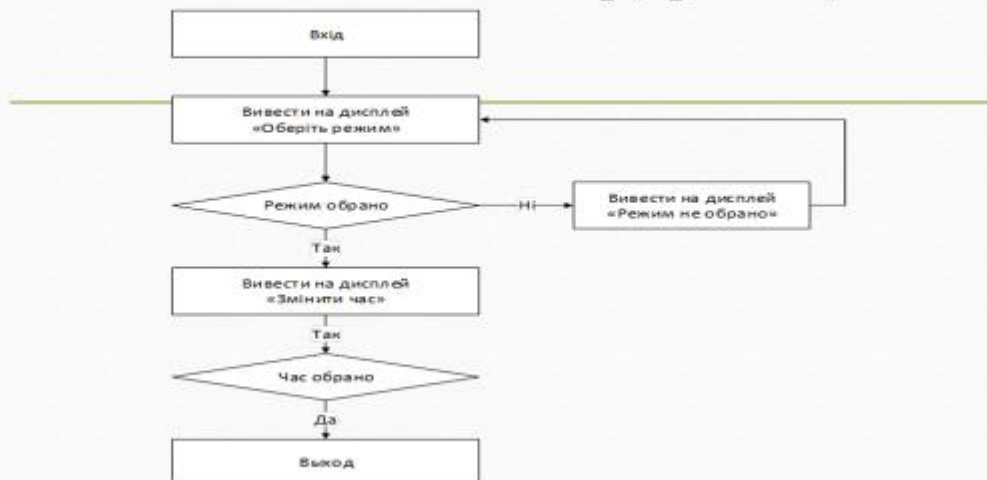
Підключення сенсорного дисплея



Стадії роботи мікрохвильової печі

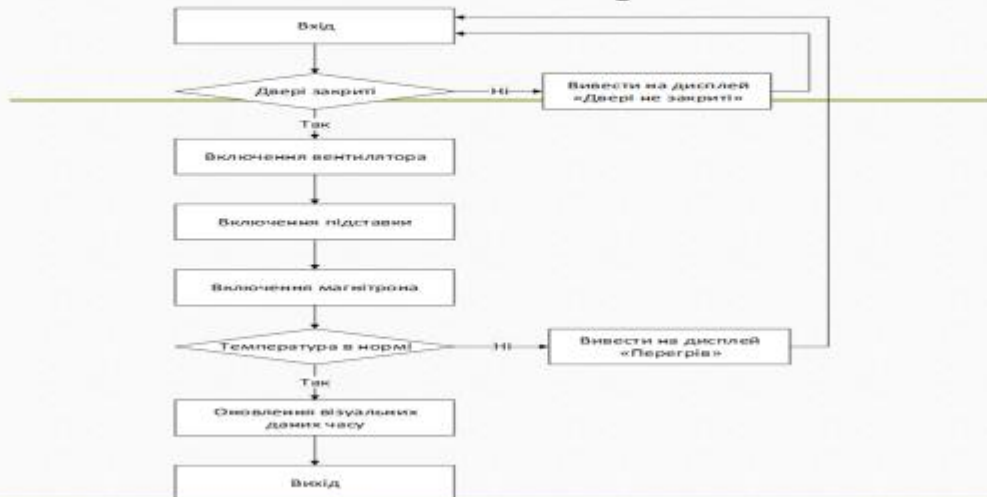


Блок – схема вибору режиму



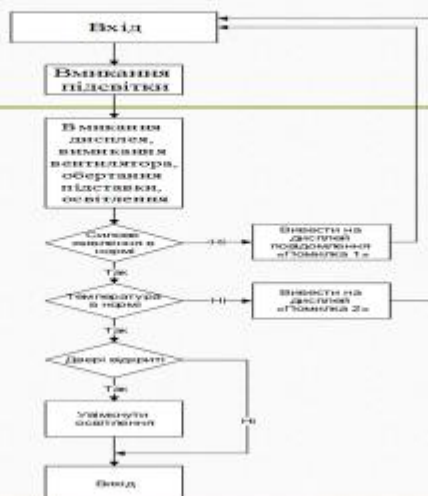
9

Блок – схема нагрівання



10

Блок – схема ініціалізації



11

Дякую за увагу !!!

12