Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконролера ATmega128

08-05.МКР.171.07.000

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЕЛ-18м,
спеціальності 171 – «Електроніка»
(шифр і назва спеціальності)
Старий А.Ю.
(Прізвище та ініціали)

Керівник, к.т.н., доц
Огородник.К.В.
(Прізвище та ініціали)

Рецензент, к.т.н., професор кафедри ТКСТБ
(Прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем
Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність 171 – «Електроніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕНС
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

_____
«3» вересня 2019р.

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Старому Андрію Юрійовичу

1. Тема МКР: Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega 128.

науковий керівник роботи Огородник. К. В. к.т.н., доц

затверджено наказом ВНТУ від «3» вересня року №.254

2. Строк подання студентом роботи: 11.12.2019

3. Вихідні дані для виконання роботи:

Розробити електричну схему та друковану плату блока автоматичного обслуговування прального обладнання з наступними параметрами : максимальна дальність управління пральними машинками 20 метрів ;

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
аналіз сучасного стану розробок пристроїв автоматичного обслуговування прального обладнання; структурна та електрична схеми пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання; алгоритм роботи мікроконтролера; моделювання роботи схеми; заходи з охорони праці та навколишнього середовища; заходи з економіки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
схема електрична принципова та, друкована плата, складальне креслення

6. Консультанти розділів МК роботи

1. Науковий керівник _____ Огородник. К. В. к.т.н., доц
   (підпис)
2. Економічна частина _____ _____
   (підпис) наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище
   _____
3. Охорона праці _____ _____
   (підпис) наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище
   _____

«___»_____20__ р.

Дата попереднього захисту «11» вересня 2019 р.

Рецензент _____ _____
(підпис) наук. ступінь, вчене звання (посада), ініціали та прізвище

«___»_____20__ р.

Завдання видав
науковий керівник _____ К.В.Огородник, к.т.н., доц
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

Завдання отримав магістрант _____ А.Ю.Старий
(підпис)

«02» вересня 2019 р.

## РЕФЕРАТ

**Старий Андрій Юрійович**
«Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконролера ATmega128». 33 використаних джерела, - 93с, - 6 додатків.

У магістерській дипломній роботі розроблено пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega 128. Проведено аналіз сучасного стану розвитку даних пристроїв та проаналізовано їх переваги та недоліки. Розроблено структурну та блок-схему пристрою. Запропоновано схемотехнічне рішення даного пристрою та проведено моделювання в програмному середовищі Proteus. Розраховано параметри друкуваної плати та обрано її тип – двостороння. При моделюванні використовувалися проекти ISIS Proteus та Sprint Layout, була створена електрична принципова схема, друкована плата та складальне креслення.



## ABSTRACT

In the master's diploma field, automatic maintenance of equipment for the equipment of the ATmega 128 microcontroller was developed.The structural and block diagram of the elements is developed. A schematic solution of this equipment is proposed and simulations are made in the Proteus software environment. On our scheme of electrical principle the printed plate of the device and drawing drawing is developed. By reviewing the recommendations, improving the number of employees, they have implemented and improved various ways to use a dominant harmful or hazardous production factor. The research work on research and research and distribution of devices was carried out.

**ЗМІСТ**

ВСТУП.....5
1.АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЧНОГО ОБСЛОГОВУВАННЯ ПРАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.... 8
1.1Автоматика сучасних торговельних апаратів та напрямки їх розвитку..... 9
1.2Аналіз платіжних систем в пристроях автоматичного обслуговування прального обслуговування.....10
1.3 Інтерфейси передачі даних..... 14
1.4 Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера PIC16F628A..... 20
1.5Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня НДР.....23
1.6Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....24
1.7Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення.....27
1.8 Висновки та подальші задачі досліджень..... 29

2.РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЯ АВТОМАТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATmega 128..... 30
2.1 Обгрунтування вибору мікроконтролера ATmega128.....30
2.2 Розробка структурної схеми блока управління пральними машинками ..... 32
2.3 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера..... 33
2.4Розробка електричної принципової схеми пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання .....35
2.5Моделювання роботи схеми пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання .....36
2.6 Висновки до другого розділу.....40

3.РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ПРАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ..... 41
3.1 Вибір матеріалу друкованої плати ..... 41
3.2Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати.....43
3.3 Розрахунок ширини провідників.....44
3.4 Моделювання проекту в Sprint-Layout 6..... 45
3.5 Висновки до 3 розділу.....47

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....48
4.1Гігієна праці та виробнича санітарія..... 48
4.1.1Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....48
4.1.2 Виробниче освітлення.....52
4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання.....53

4.1.4 Виробничі випромінювання..... 53
4.2 Промислова та пожежна безпека під час проведення розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega 128.....54
4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць.....54
4.2.2 Електробезпека..... 54
4.2.3 Пожежна безпека..... 55
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....55
4.5 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії загрозливих чинників НС..... 55
4.4.1 Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії іонізуючого випромінювання.....56
4.4.2 Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії електромагнітного імпульсу.....58
4.4 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах НС.....59
4.5 Висновки до 4 розділу.....61

5.ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... 62
5.1Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128.....62
5.2Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки..... 68
5.3Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності..... 70
5.4Висновки до 5 розділу.....74

ВИСНОВКИ.....75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....77
ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ..... 80
ДОДАТОК Б СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА, ПЕРЕЛІК ЕЛЕМЕНТІВ..... 85
ДОДАТОК В АЛГОРИТМ РОБОТИ МІКРОКОНТРОЛЕРА БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ПРАЛЬНИМИ МАШИНКАМИ.....88
ДОДАТОК Г ДОПУСТИМІ ЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ
ДОДАТОК Д КРЕСЛЕННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ..... 89
ДОДАТОК Е СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ, СПЕЦИФІКАЦІЯ.....90

# ВСТУП

**Актуальність теми**

Торговельні автомати дозволяють продавати товари та послуги за допомогою автоматизованих систем. Ці пристрої надають можливість цілодобової роботи, немає необхідності задіювати торговельний персонал.З кожним роком попит на торгівельні апаратів, як в світі так і в Україні зростає.

Пристрої автоматичного обслуговування прального обладнання являють собою сукупність електронних блоків, що призначені для управління пральними машинками, а також для прийому платежів через купюроприймач. Головним електроним блоком у пристроях автоматичного обслуговування прального обладнання є блок управління він відображає поточний стан системи приймає гроші через купюроприймач та управляє роботою пральних машинок. Для обміну даними між електроними блоками використовуються різноманітні послідовні інтерфейси передачі даних, які гарантують завадостійкість при високошвидкісній передачі даних промислових умовах.

Існуючі аналоги мають певні недоліки а саме, в разі підключення двох і більше пральних машинок до блока управління складність схеми буде зростати, оскільки потрібно буде додавати нові прийомопередавачі ,що збільшать складність схеми.Уникнути цього недоліку можна за рахунок введення в систему розподільного керування.

**Мета роботи**

Метою роботи вдосконалення методу керування пральними машинками, у якому при підключені двох та більше пральних машинок використовується лише один прийомопередатчик, що спрощує конструкцію блока управління.

**Задачі дослідження**:

- проаналізувати існуючі блоки управління пральними машинами та обрати найбільш оптимальний принцип побудови пристрою;
- запропонувати структурну та електрично принципову схему пристрою;
- розробити друковану плату та складальне креслення пристрою;
- провести схемотехнічне моделювання ;
- розрахувати економічні витрати від розробки та виготовлення;
- проаналізувати умови охорони праці в робочому приміщенні.

**Об'єктом дослідження** є процес управління пральними машинами через блок управління.

**Предмет дослідження**

Параметри і характеристики пристрою автоматичного обслуговування прального обладанння на основі мікроконтролера Atmega128.

**Методи дослідження:**

- аналіз літературних даних;
- написати керуючу програму ;
- провести моделювання схеми блока за допомогою програми ISIS Proteus;
- провести розрахунок параметрів друкованої плати;
- розробити заходи по охороні праці;
- розробити друковану плату та складальне креслення пристрою;
- заходи з економоіки

**Наукова новизна одержаних результатів**.

Отримав подальший розвиток метод дистаційного керування пральними машинками в якому за рахунок розподільного керування використовується лише один прийомопередатчик.

**Практичне значення**

Результати проведених досліджень дозволили використовувати програмні та конструктивні напрацювання для розробки нового та більш ефективного способу управління пральними машинками.

**Структура роботи**

Магістерська дипломана робота  складається з п'яти розділів. В першому розділі проведено аналіз сучасного стану розвитку пристроїв автоматичнооого обслуговування прального обладнання, відзначені переваги та недоліки тих чи інших варіантів реалізації пристороюю, а також особливості їх конструктивного виконання. В другому розділі обгрунтовано вибір мікроконтролера, розроблено структурну схему пристрою, також на її основі розробку схеми електричної принципової, наведено їх опис, призначення та особливості функціонування основних вузлів. Третій розділ роботи присвячений розробці топології друкованої плати, вибору матеріалу та способу її виготовлення, а також розробці складального креслення виробу. В четвертому розділі вказуються рекомендації стосовно покращення умов праці, виконується розрахунок та вибір способу захисту від домінуючого шкідливого або небезпечного виробничого фактору.У п'ятому розділі проведено розрахунок витрат на проведення НДР з дослідженням та розробки пристрою.

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Торговий автомат - машина, що складається із сукупності пристроїв і автоматично виконує всі операції без участі продавця. Торгові автомати надають покупцеві товари або надають будь які послуги в обмін на опущені в автомат купюри або монети. Алгоритм торгового автомата задається його конструкцією або програмним забезпеченням. В основу класифікації автоматів покладено такі ознаки :

- фізичний стан товару, що випускають;
- вид виконуваних операцій, конструкція;
- спосіб встановлення.

Відповідно до цієї класифікації всі автомати в залежності від фізичного стану товару, що випускають ділять на три класи: 1-й клас - автомати для продажу продовольчих товарів; 2-й клас - автомати для продажу непродовольчої групи товарів; 3-й клас - автомати з продажу послуг [1].

Ландромат відноситься до 2 класу торгових автоматів тобто використовується для продажу непродовольчої групи товарів.

Ландромат або пральня самообслуговування відрізняється від традиційних пралень з адміністратором тим, що клієнт виконує всі етапи починаючи з прання самостійно. В таких пральнях встановлені пральні машинки з вбудованим купюроприймачем та монетоприймачем.

Ландромат мають ряд переваг перед традиційними пральнями [1]:

- економія часу: завдяки повністю автоматизованій системі клієнт отримує чистий, сухий і якісно пропрасований одяг за короткий відрізок часу;
- економія фінансів: вдавшись до послуг ландромата, користувачеві не доведеться витрачати електрику, газ і воду;
- контроль виконання: користувач особисто присутній при процесі прання одягу і має можливість вибирати, який вважає за потрібне, режим;

Пральні самообслуговування можуть  бути встановлені в таких місцях:

– студентські та учнівські гуртожитки (ВНЗ, технікуми, ПТУ, ліцеї та ін.)
– робочі та сімейні гуртожитки;
– пансіонати, будинки відпочинку, санаторії;
– готелі економ класу;
– лікарні, лікувальні установи з наявністю стаціонару;
– військове містечко або військова частина;
– відкриті пункти пралень самообслуговування в спальних районах;

### 1.1 Автоматика сучасних торговельних апаратів та напрямки їх розвитку

До першого покоління відносяться механічні торгові автомати. Саме з них і почалася індустрія вендинга, або іншими словами - автоматизованої торгівлі. Як платіжний засіб ці автомати приймають тільки монети або жетони певного номіналу. Центральним вузлом таких автоматів є монетоприймач, який здійснює перевірку прийнятої монети на відповідність зразком, використовуючи виключно механічні параметри монети (розміри, вага, іноді пружність).

До другого покоління відносяться автомати,[1] в яких застосовуються електромеханічні компоненти. За допомогою електромеханіки вдалося вдосконалити монетопріемний механізм. Поліпшилася точність визначення типу монети і з'явилася можливість прийому декількох номіналів. Визначення номіналу монети стало здійснюватися не тільки по механічним, але і по електромагнітним властивостям (ємність, індуктивність). Покупцеві більше не було потрібно прикладати фізичні зусилля для отримання товару, тепер товар видає йому електромагніт або електродвигун. Завдяки використанню мікровимикачів з'явилася можливість контролювати наявність товару і відключати апарат при його вичерпанні (в апаратах першого покоління цієї можливості не було, тому їх корпусу виготовлялися з прозорого пластика, щоб покупець бачив, чи залишився ще товар).

Якісною відмінністю торгових автоматів третього покоління є керуюча електроніка на базі мікроконтролера. Застосування мікроконтролерів в якості головного керуючого компонента торгового автомата дозволило ввести в апарат ряд принципово нових функцій, які зараз здаються звичними. Це і прийом до оплати купюр з автоматичним визначенням їх номіналу, і можливість підключення нових датчиків фізичних величин (температура, тиск, рівень), і управління безліччю виконавчих механізмів. Стало можливим підключення алфавітно-цифрового індикатора, на якому можна відображати не тільки цифри, але і текстові підказки покупцеві. В даний час більшість існуючих торгових автоматів належить саме до третього покоління. Як правило, в якості ядра використовується 8-розрядний мікроконтролер з робочою частотою 1-16 МГц і з об'ємом пам'яті програм 1-128 кБайт. Це апарати Bianchi, Necta, Venson, SM-Coin, Wurlitzer і багато інших [1].

Згодом до торговим автоматам стали пред'являтися нові вимоги, головне з яких - це необхідність в централізованому моніторингу (ЦМ) стану і обсягу продажів кожного апарату в мережі.

## 1.2Аналіз платіжних систем в пристроях автоматичного обслуговуввання прального обладнання.

Платіжна система для пральні самообслуговування являє собою набір електронних блоків, призначених для управління побутової автоматичної пральною машиною, а також для прийому платежів. Платіжна система дозволяє здійснювати прийом грошей у клієнта, відображає поточний стан системи на екрані (вартість прання, вибрана машина та ін.). Програма платіжної системи дозволяє гнучко налаштовувати систему тарифікації а саме [3]:

- на кожну програму прання (ручне прання, швидке прання, бавовна, кольорові тканини і ін.);

– на кожен додатковий режим (полоскання, віджимання, температурний режим, попереднє прання);
– в залежності від часу доби (наприклад, нічний, денний і ранковий тарифи);
– в залежності від дня тижня.

Платіжна система сладається з декількох електронних блоків.

Блок поповнення (БП) - призначений для прийому і зберігання грошей, управлінням роботи пральними машинами, відображення поточного стану системи на екрані. Залежно від суми грошей, які надійшли на блок управління видає сигнал на більшу чи меншу тривалість режиму прання (всього 11 режимів). Блок поповнення складається з [3]:

– Купюроприймача ІСТ
– Плати управління.
– Рідкокристалічного екрана: відображає готовність системи до роботи, режим і вартість прання, суму завантажених грошей.

Блок поповнення зображений на рис 1.1

Рисунок 1.1 – Блок поповнення в стальному корпусі

Блок управління (БУ) - використовується в разі підключення 2-х і більше пральних машин до блока поповнення. Призначений для управління,пральними машинами перетворення сигналів, що надходять від відображення поточного стану окремої пральної машинки [3].

- Плата керування
- Рідкокристалічний екран.
- Сейфовий замок.
- Антивандальний сталевий корпус.

Блок управління зображений на рис 1.2.

Рисунок 1.2 – Блок управління в стальному корпусі

Модуль контролю доступу (МКД) - призначений для перетворення сигналів і контролю над пральними машинами також передає сигнали з пральних машин в блок управління або блок поповнення. Встановлюється в пральній машині (ПМ), з материнською платою пральної машини, що з'єднана шлейфом [3].

Блок управління зображений на рис 1.3

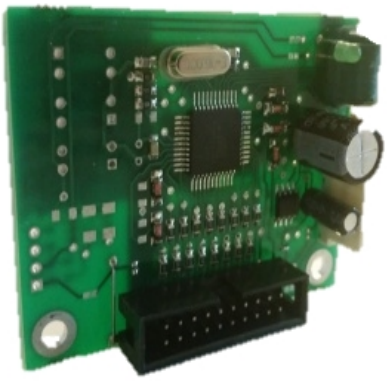


Рисунок – 1.3 Модуль контролю доступу

Купюроприймач призначений для прийому паперових грошей, зазвичай використовується в апаратах і системах самообслуговування населення (торгових та ігрових автоматах, платіжних терміналах).

За допомогою систем датчиків купюроприймач визначає номінал купюри і перевіряє її справжність, використовуючи порівняння оптичних і магнітних характеристик купюри з еталоном образами, що зберігаються у вбудованій флеш-пам'яті. Прийняті купюри зберігаються в стекері (металевому ящику, сейфі) або в спеціальному мішку. Купюроприймач може бути забезпечений пристроєм для видачі здачі паперовими купюрами, що зберігаються в окремому стекері.

Оптичне розпізнавання проводиться в різних світлових діапазонах (від інфрачервоного до ультрафіолетового). При розрізненні магнітних характеристик купюр використовується індуктивний датчик, реагуючий на склад фарби купюри. У фарбу доданий ферромагнетик і при зчитуванні купюри індуктивність датчика змінюється в залежності від розташування магнітних міток.

Після успішного розпізнавання купюри, вона проходить через пристрій і поміщається в купюроукладчик (якщо такий є). У разі якщо купюра нерозпізнана (фальшива, стара, м'ята і т. Д.), вона повертається власнику.

Як правило, підтримка багатьох видів світових валют забезпечується самими виробниками купюроприймачів і ці дані регулярно оновлюються.

Частіше всього на Ландромати ставлять купюроприймачі двох фірм CashCode або ICT [3].

Основними перевагами купюроприймача фірми CashCode є :

- Введення банкноти всі 4 напрямки.
- Рейтинг прийому: понад 96% при першому пред'явленні.
- Захист від спроб обману банкнотами
- Високий ступінь вандалостійкості.

Багатоколірні оптичні датчики зчитують будь які відтінки фарб одночасно на обох сторонах банкноти, ємнісні датчики перевіряють параметри щільності паперу, наявність водяних знаків і ниток захисту, а безконтактні індуктивні датчики виявляють будь які можливі хитрощі шахраїв.

Але найголовніша відмінність від інших купюроприймачів полягає в тому, що купюроприймач CashCode можна самому «перепрошити».

Основними перевагами купюроприймачіч фірми ICT є [4] :

- Розумна ціна. У порівнянні з іншими пристроями такого типу має порівняно невисоку ціну, при цьому, не поступаючись їм в якості.
- Простота в обслуговуванні. З ним можна впоратися навіть без інструкцій, так як дивлячись на нього можна інтуїтивно зрозуміти, що необхідно робити.
- Високий рівень захисту. Він оснащений оптичним сканером і блокуванням, який дає можливість, без проблем визначити номінал купюри, а також запобігти вилученню банкноти назад.

## 1.2 Інтерфейси передачі даних

Пристрій автоматичного обслуговування прального обладання передбачає управління декількома пральними машинками , що знаходяться на відстані від нього. Для передавання даних використовуються інтерфейси передачі даних.

Під позначеннями RS-232, RS-422 і RS-485 розуміються інтерфейси для цифрової передачі даних. Стандарт RS-232 більш відомий як звичайний COM

порт комп'ютера або послідовний порт (Інтерфейси RS-422 і RS-485 широко застосовуються в промисловості для з'єднання різного обладнання.

Можна провести аналіз найбільш поширених інтерфейсів за наступними критеріями [5]:

- швидкість обміну даними
- максимальна довжина лінії зв'язку
- максимальна кількість абонентів
- перешкодозахищеність
- середовище передачі даних,
- тип сигналу

RS232 - стандарт асинхронного інтерфейсу (послідовний порт), був свого часу найбільш популярним інтерфейсом для цифрових пристроїв різного призначення [5].

Інформація по RS232 передається в дуплексному режимі

- Логічний «0» - позитивна напруга від +5 до +15 В
- Логічна «1» - негативна напруга від -5 до -15

До переваг інтерфейса RS-232 відносяться:

- Популярність - всі комп'ютери PC обладнані принаймні одним портом RS-232
- Легкість придбання готових кабелів
- Можливість застосування апаратного управління процесом

Недоліки RS-232:

- Зв'язок типу «точка-точка» низька, за сучасними мірками, швидкість (зазвичай 9600 біт на секунду).
- Працює тільки на невеликих відстанях (до 10 м).

Інтерфейс широко використовується в комп'ютерній техніці і промислової автоматизації послідовний інтерфейс синхронної і асинхронної передачі даних. Він призначений для підключення до комп'ютера стандартних зовнішніх

пристроїв (принтера, сканера, модему, миші та ін.), А також для зв'язку комп'ютерів між собою.

Інтерфейс RS-422 схожий на RS-232, тому що дозволяє одночасно відправляти і приймати повідомлення по окремих лініях (повний дуплекс), але використовує для цього диференційний сигнал, тобто різницю потенціалів між провідниками А і В. На кожній парі проводів може бути тільки по одному передавача. Швидкість передачі даних в RS-422 залежить від відстані і може змінюватися в межах від 10 кбіт / с (1200 метрів) до 10 Мбіт / с (10 метрів).

У мережі RS-422 може бути тільки однин [5] передавальний пристрій і до 10 приймаючих пристроїв.

Лінія RS-422 являє собою 4 дроти для прийому-передачі даних (2 скручених дроти для передачі і 2 скручених дроти для прийому) і один загальний провід землі GND. Передавач RS-422 зображений на рис 1.4.

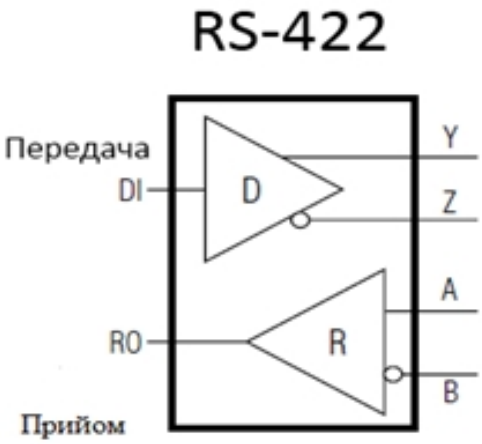



Рисунок 1.4 – Інтерфейс RS-422 де DI – цифровий вхід передавача, R0–цифровий вихід приймача; А– прямий диференціальний вхід; В–інверсний диференціальний вхід; Y - прямий диференціальний вихід Z - інверсний диференціальний вихід

Швидкість передачі даних в RS-422 залежить від відстані і може змінюватися в межах від 10 кбіт / с (1200 метрів) до 10 Мбіт / с (10 метрів).

У мережі RS-422 може бути тільки однин передавальний пристрій і до 10 приймаючих пристроїв.

Лінія RS-422 являє собою 4 дроти для прийому-передачі даних (2 скручених дроти для передачі і 2 скручених дроти для прийому) і один загальний провід землі GND.

Скручування проводів (кручена пари) між собою дозволяє позбутися від наведень і перешкод, тому що наводка однаково діє на обидва дроти, а інформація витягується з різниці потенціалів між провідниками A і B однієї лінії.

Напруга на лініях передачі даних може знаходиться в діапазоні від -6 В до +6 В.

- Логічного 0 відповідає різниця між A і B більше +0,2 В.
- Логічної 1 відповідає різниця між A і B менше -0,2 В.

Інтерфейс CAN, за рахунок логічного протоколу, має високу завадостійкістю і надійністю, практично виключає вірогідність появи помилки при передачі. CAN призначений для організації високонадійних каналів зв'язку в розподілених системах управління. Даний інтерфейс дозволяє будувати мережі, що підтримують реальний масштаб часу.

Основні переваги цього інтерфейсу:

- висока стійкість до перешкод
- арбітраж доступу до мережі без втрат пропускної здатності,
- надійний контроль помилок прийому і передачі,
- можливість роботи в режимі реального часу.

Недоліки даного інтерфейса :

- великий розмір службових даних в пакеті
- івідсутність єдиного загальноприйнятого стандарту на протокол високого рівня.

Цей інтерфейс широко застосовується в промисловості, енергетиці та на транспорті.

Інтерфейс RS-485 - один з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку.

Мережа, побудована на інтерфейсі RS-485, являє собою приймачі, з'єднані за допомогою кручений пари - двох скручених проводів. В основі інтерфейсу RS-485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних. Суть його полягає в передачі одного сигналу по двох проводах. Причому по одному дроту (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по іншому (умовно В) - його інверсна копія. Якщо на одному дроті "1", то на іншому "0" і навпаки. Таким чином, між двома проводами кручений пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" - негативна [5].

Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до синфазної перешкоди. Синфазної називають перешкоду, що діє на обидва дроти лінії однаково. Наприклад, електромагнітна хвиля, проходячи через ділянку лінії зв'язку, наводить в обох проводах потенціал. Якщо сигнал передається потенціалом в одному дроті щодо загального, як в RS-232, то наведення  на цей провід може спотворити сигнал відносно добре поглинає наведення загального ( "землі"). Крім того, на опорі довгого загального проводу буде падати різниця потенціалів земель - додаткове джерело спотворень. А при диференціальної передачі спотворення не відбувається. Потенціал в обох однаково навантажених проводах змінюється однаково, при цьому інформативна різниця потенціалів залишається без змін.

RS-485 - напівдуплексний інтерфейс. Прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом. У мережі може бути багато передавачів, так як вони можуть відключаються в режимі прийому.Передавач RS-485 зображенина рис 1.5

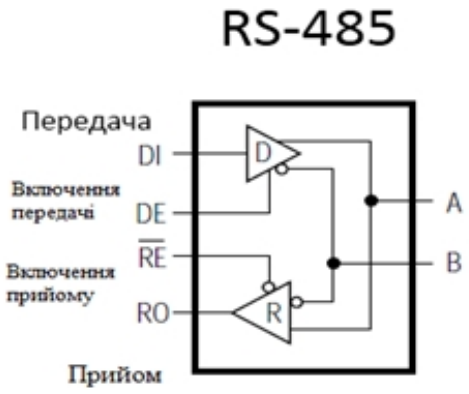


Рисунок 1.5 – Інтерфейс RS-485 де DI – цифровий вхід передавача, R0–цифровий вихід приймача RE–дозвіл роботи приймача; A–прямий диференціальний вхід / вихід; B–інверсний диференціальний вхід / вихід;

Цифровий вихід приймача (RO) підключається до порту приймача UART (RX). Цифровий вхід передавача (DI) до порту передавача UART (TX). Оскільки на диференціальної стороні приймач і передавач з'єднані, то під час прийому потрібно відключати передавач, а під час передачі - приймач. Для цього служать керуючі входи - дозвіл приймача (RE) і дозволу передавача (DE). Так як вхід RE інверсний, то його можна з'єднати з DE і переключати приймач і передавач одним сигналом з будь-якого порту контролера. При рівні "0" - робота на прийом, при "1" - на передачу. Підключення приймача RS-485 зображено на рис 1.6

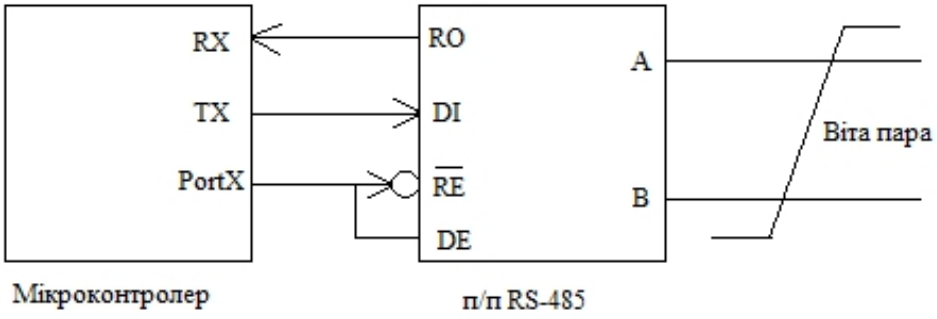



Рисунок 1.6 – Підключення передавача до мікроконтролера

Приймач, отримуючи на диференційних входах (AB) різниця потенціалів переводить їх у цифровий сигнал на виході RO. Чутливість приймача може бути різною, але гарантований пороговий діапазон розпізнавання сигналу виробники мікросхем приймачів пишуть в документації. Зазвичай ці пороги становлять ± 200 мВ. Тобто, коли UAB> +200 мВ - приймач визначає "1", коли UAB <-200 мВ - приймач визначає "0". Якщо різниця потенціалів в лінії настільки мала, що не виходить за порогові значення - правильне розпізнавання сигналу не гарантовано. Крім того, в лінії можуть бути і не синфазні перешкоди, які спотворять настільки слабкий сигнал [6].

Всі пристрої підключаються до однієї кручений парі однаково: прямі виходи (A) до лінії. Згідно зі специфікацією RS-485 с урахуванням узгоджувальних резисторів передавач може вести до 32 приймачів. Однак є ряд мікросхем з підвищеним вхідним опором, що дозволяє підключити до лінії значно більше 32 пристроїв.до одного проводу, інверсні (B) - до іншого.

Вхідний опір приймача з боку лінії (RAB) зазвичай становить 12 КОм. Так як потужність передавача не безмежна, це створює обмеження на кількість приймачів, підключених

Максимальна швидкість зв'язку по специфікації RS-485 може досягати 10 Мб сек. Максимальна відстань - 1200 м. Якщо необхідно організувати зв'язок на відстані більшому 1200 м або підключити більше пристроїв, ніж допускає навантажувальна здатність передавача - застосовують спеціальні повторювачі

До переваг інтерфейса RS-485 належать[7]:

- Використовується однополярне джерело живлення +5, який використовується для живлення більшості електронних приладів і мікросхем. Це спрощує конструкцію і полегшує узгодження пристроїв.
- Потужність сигналу передавача RS-485 в 10 разів перевершує потужність сигналу передавача RS-232. Це дозволяє підключати до одного передавача RS-485 до 32 приймачів і таким чином вести трансляцію передачу даних.
- Використання симетричних сигналів, у якій є гальванічна розв'язка з нульовим потенціалом мережі живлення. В результаті виключено попадання перешкоди по нульовому проводу живлення .

### 1.3 Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера PIC16F628A.

При підключені до купюроприймача однієї пральної машинки через керуючий блок використовується схема на мікроконтролері PIC16F628A.

Електрично принципову схему керуючого блока наведено на рисунок 1.7 [8].

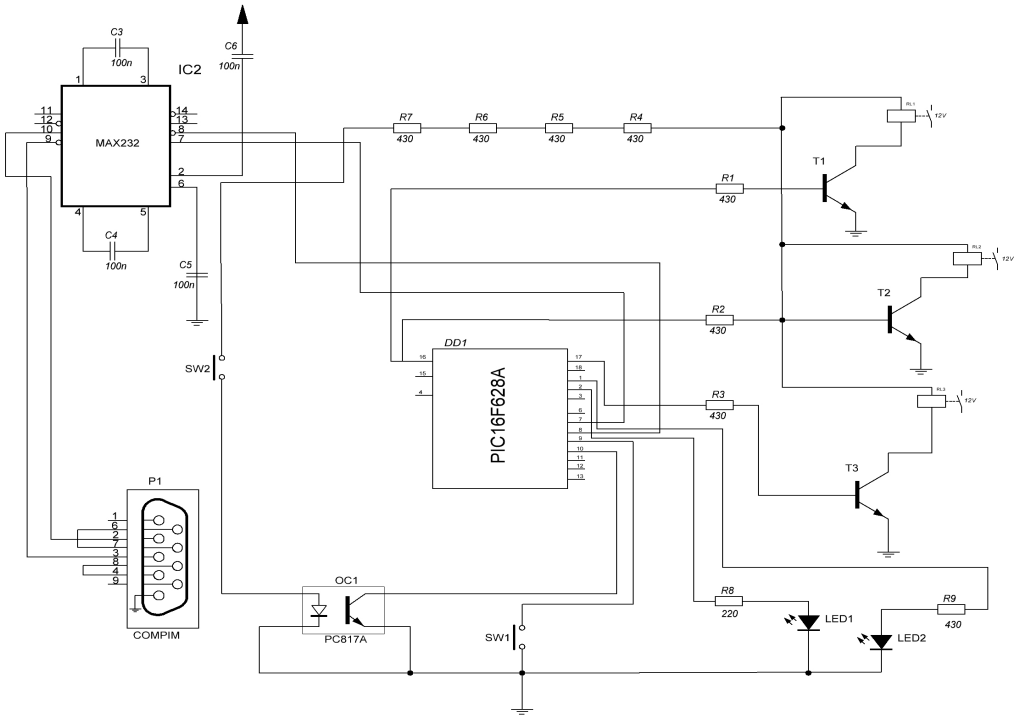



Рисунок 1.7– Електрична схема керуючого блока

Керуючий блок має повну гальванічну розв'язку від пральної машинки. Керуючі виходи реалізовані за допомогою контактів реле REC-49. Реле використовуються для імітації кнопок на панелі пральної машини. Контакти реле на замикання під'єднані паралельно кнопок на панелі управління пральної машинки.

Для використовуваної машинки LG призначення і послідовність спрацьовування реле наступна: Реле RL1 – включення живлення, RL2– спрацьовування 6 разів, що відповідає вибору режиму «Звичайне прання». Всі перемикання реле виробляються з затримкою в 0,2 - 1 сек, щоб реле і машинка встигала відпрацьовувати команди. Процес прання контролюється по індикатору «Закрито Дверцята», який на початку процесу прання включається і виключається після закінчення прання. Для цього паралельно індикатору включена оптопара ОСТ1. На схемі для імітації роботи індикатори використовується кнопка SW2 і резистори R4-R7. Оскільки існує ймовірність запуску процесу прання з

незавантаженою одягом зроблена ще одну кнопку «Старт» для ручного підтвердження запуску процесу прання - SW1. Кнопку «Старт / Пауза» на машинці імітує реле RL3.

Купюроприймач з'єднується з блоком управління за допомогою інтерфейса RS-232. Апаратную реалізацією інтерфейса є мікросхема MAX232.

MAX232 - інтегральна схема, яка перетворює сигнали послідовного порту RS-232 в сигнали, придатні для використання в цифрових схемах на базі ТТЛ або КМОП технологій. MAX232 працює приемопередатчиком і перетворює сигнали RX, TX, CTS і RTS [8].

В цій схемі використовується купюроприймач фірми CashCode, який працюює за протоколом CCNET через порт RS-232. Загальна схема з'єднань основних функціональних вузлів зображена на рис 1.8.

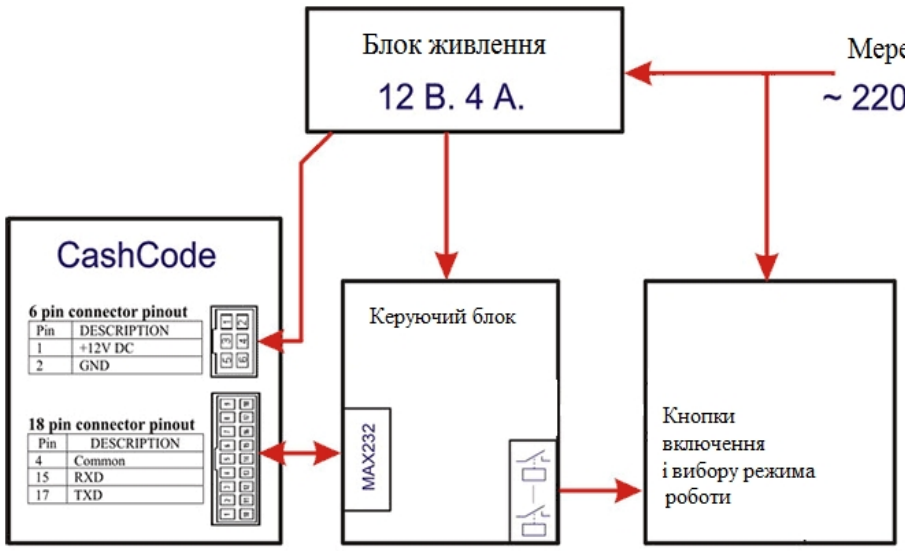



Рисунок 1.8 – Загальна схема з'єднань основних функціональних вузлів автоматизованої пральної машини на основі мікроконтролера PIC16F628A

Вивід RXD з блоку управління з'єднується з виводом TXD купюроприймача, а вивід TXD, блоку управління з виводо RXD купюроприймача.

Недоліком цієї схеми є можливість підключення до блоку управління лише однієї пральної машинки.

## 1.4Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня НДР

Таблиця 1.1 Порівняння технічних показників аналогу та нової розробки

| Показники (параметри) | Одиниця вимірювання | Аналог | Проектований пристрій | Відношення параметрів нової розробки до аналога |
|---|---|---|---|---|
| Напруга живлення логічної частини схеми | В | 6 | 5 | 1,2 |
| Напруга живлення обмоток реле схеми | В | 15 | 12 | 1,25 |
| Струм навантаження | мА | 500 | 500 | 1,0 |
| Максимальний струм | мА | 600 | 600 | 1,0 |
| Об’єм статичної ОЗУ | байт | 56 | 56 | 1,0 |
| Діапазон температур | °С | 0…+100 | 0…+120 | 1,2 |

Однозначно визначити техніко-економічний рівень нової розробки при великій кількості технічних та економічних показників достатньо важко. Однак бажано визначити узагальнюючу оцінку техніко-економічного рівня НДДКР з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128. Перспективність теми даної магістерської кваліфікаційної роботи можна оцінити за допомогою бального методу оцінок НДДКР. Бальна оцінка полягає в тому, що кожному параметру присвоюється певний бал в залежності від різних факторів. Для узагальнюючої оцінки технічного рівня береться сума балів за всіма показниками.

В таблиці 1.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

| Критерії оцінки | Шкала критеріїв | Індекс оцінки |
|---|---|---|
| Час, необхідний для проведення НДР | 2 роки і менше<br>3 роки<br>4 роки<br>5-6 років | +2<br>+1<br>0<br>-1 |

| | | |
|---|---|---|
| | 7 років і більше | -2 |
| Технічні показники результатів розробки | Вище рівня кращих світових зразків<br>На рівні кращих світових зразків<br>Нижче рівня кращих світових зразків | +2<br>0<br>-2 |
| Можливості отримання авторських свідоцтв на винахід | Впевненість в отриманні авторських свідоцтв<br>Часткові можливості<br>Можливості немає | +2<br>0<br>-1 |
| Строк окупності витрат | 2 роки і менше<br>3-4 роки<br>5 років<br>6-7 років<br>8 років і більше | +3<br>+2<br>0<br>-1<br>-2 |

Виходячи з цього, для ефективного дослідження доцільно орієнтуватися на час проведення НДДКР - 2 роки і менше (+2), при чому технічні показники результатів плануються на рівні кращих світових зразків (0); існує впевненість в отриманні авторських свідоцтв (+2); строк окупності витрат 2 роки і менше (+3).

В таблиці 1.3 наведено можливі результати оцінки теми НДДКР.

Таблиця 1.3 – Можливі результати оцінки теми НДДКР

| Сума індексів | Оцінка теми |
|---|---|
| Позитивна(+) | Розробка є досить перспективною |
| Задовільна(0) | Розробка перспективна |
| Негативна(-) | Розробка не перспективна |

Проаналізувавши дані таблиць 1.2 та 1.3, та підрахувавши загальну суму балів (+2+0+2+3=+7), робимо висновок, що розробка є досить перспективною.

## 1.5Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки (результатів НДДКР), створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними в таблиці 1.4. [34]

Таблиця 1.4 - Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

| Бали (за 5-ти бальною шкалою) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Критерій | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Технічна здійсненність концепції: | | | | | |
| 1 | Достовірність концепції не підтверджена | Концепція підтверджена експертними висновками | Концепція підтверджена розрахунками | Концепція перевірена на практиці | Перевірено роботоздат-ність продукту в реальних умовах |
| Ринкові переваги (недоліки): | | | | | |
| 2 | Багато аналогів на малому ринку | Мало аналогів на малому ринку | Кілька аналогів на великому ринку | Один аналог на великому ринку | Продукт не має аналогів на великому ринку |
| 3 | Ціна продукту значно вища за ціни аналогів | Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів | Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів | Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів | Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів |
| 4 | Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів |
| 5 | Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в | Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в | Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційни | Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в | Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в |
| Ринкові перспективи | | | | | |
| 6 | Ринок малий і не має позитивної | Ринок малий, але має позитивну динаміку | Середній ринок з позитивною динамікою | Великий стабільний ринок | Великий ринок з позитивною динамікою |
| 7 | Активна конкуренція великих компаній на | Активна конкуренція | Помірна конкуренція | Незначна конкуренція | Конкурентів немає |
| Практична здійсненність | | | | | |
| 8 | Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї | Необхідно наймати фахівців або витрачати значні кошти та час на навчання наявних фахівців | Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату | Необхідне незначне навчання фахівців | Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні | Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Не потребує додаткового фінансування |
| 10 | Необхідна розробка нових матеріалів | Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі | Потрібні дорогі матеріали | Потрібні досяжні та дешеві матеріали | Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві |
| 11 | Термін реалізації ідеї більший за 10 років | Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років | Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років |
| 12 | Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту | Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу | Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу | Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту | Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту |

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

| Критерії | експерт | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| | Бали, виставлені експертами: | | |
| 1 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 3 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 3 | 2 |
| 5 | 3 | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 3 | 2 |
| 7 | 3 | 2 | 3 |
| 8 | 2 | 3 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | 3 | 3 | 3 |
| 10 | 3 | 2 | 3 |
| 11 | 2 | 3 | 3 |
| 12 | 3 | 2 | 3 |
| Сума балів | 31 | 31 | 31 |
| Середньоарифметична сума балів СБ | 31 | | |

За даними таблиці 1.5 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 1.6. [34]

Таблиця 1.6 - Рівні комерційного потенціалу розробки

| Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів | Рівень комерційного потенціалу розробки |
|---|---|
| 0 - 10 | Низький |
| 11 - 20 | Нижче середнього |
| 21 - 30 | Середній |
| 31 - 40 | Вище середнього |
| 41 - 48 | Високий |

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 31 бал, що, згідно таблиці 1.6, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

### 1.6Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

В процесі дослідження розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128 необхідно розглянути основні технічні показники, які по-різному впливають на загальну якість розробки, для аналізу якості інноваційного рішення.

Узагальнений коефіцієнт якості ($B_н$) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [33]:

$$B_н = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \cdot \beta_i \quad , \qquad (1.1)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

$\alpha_i$ – коефіцієнт, який враховує питому вагу *i-го* технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт $\alpha_i$ визначається експертним шляхом і при цьому має виконуватись умова $\sum_{i=1}^{k} \alpha_i = 1$;

$\beta_i$ – відносне значення *i-го* технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення $\beta_i$ для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ні}}{I_{ai}}, \qquad (1.2)$$

де $I_{ні}$ та $I_{на}$ – чисельні значення конкретного *i*-го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ні}}; \qquad (1.3)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

| Показники (параметри) | Одиниця вимірювання | Аналог | Проектований пристрій | Відношення параметрів нової розробки до аналога | Питома вага показника |
|---|---|---|---|---|---|
| Напруга живлення | В | 6 | 5 | 1,2 | 0,2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| логічної частини схеми | | | | | |
| Напруга живлення обмоток реле схеми | В | 15 | 12 | 1,25 | 0,2 |
| Струм навантаження | мА | 500 | 500 | 1,0 | 0,2 |
| Максимальний струм | мА | 600 | 600 | 1,0 | 0,1 |
| Об'єм статичної ОЗУ | байт | 56 | 56 | 1,0 | 0,1 |
| Діапазон температур | °С | 0…+100 | 0…+120 | 1,2 | 0,2 |

Узагальнений коефіцієнт якості ($B_н$) для нового технічного рішення пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128:

$$B_н = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \cdot \beta_i = 1,2 \cdot 0,2 + 1,25 \cdot 0,2 + 1,0 \cdot 0,2 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,2 \cdot 0,2 = 1,13$$

.

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, запропонована розробка пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128 переважає існуючі аналоги приблизно в 1,13 рази.

## 1.Висновки та подальші задачі досліджень

Зроблено огляд сучасного розвитку пристроїв автоматичного прального обслуговування ,також були оглянуті способи передачі даних між блоком управління купюроприймачем та пральними машинками.

На основі проведеного аналізу джерел видно,що пристрої автоматичного прального обслуговування є корисними та поширеними комплексами, які дозволяють автоматизувати процес прання. Недоліком існуючого аналога є те ,що при підключені до блока управління більше 2 пральних машин складність схеми збільшується а швидкість передачі даних зменшується. Тому розробка пристрою ,що усував би ці недоліки є актуальною.

# 2.РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЯ АВТОМАТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATmega 128

Запропоновано пристрій автоматичного прального обслуговування на основі мікроконтролера ATmega 128. Пристрій дозволяє керувати пральними машинками ,що знаходяться на відстані від нього розроблено його структурну та електричну схему, проведено схемотехнічне моделювання за допомогою програмних засобів.

## 2.1 Обгрунтування вибору мікроконтролера ATmega128

Для даного пристрою необхідний мікроконтролер з великою виводів та з достатньою обчислювальною потужністю оскільки він має управляти пральними машинками виводити інформацію на дисплей та управляти купюроприймачем. ATmega 128 повнісю задовільняє ці вимоги.

ATmega128 являється високопродуктивним, малопотужним 8-розрядним мікроконтролером з розвиненою RISC-архітектурою.Мікроконтролер володіє достатньою обчислювальною потужністю для виконання поставлених задач.

ATmega 128 досягає продуктивності 1 млн операцій в секунду / МГц, що дозволяє оптимізувати співвідношення енергоспоживання і швидкодії.

Ядро AVR поєднує багатий набір інструкцій з 32 універсальними робочими регістрами. Всі 32 регістра безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (АЛП), який дозволяє вказати два різних регістра в одній інструкції і виконати її за один цикл. Дана архітектура володіє більшою ефективністю коду за рахунок досягнення продуктивності в 10 разів вище в порівнянні зі звичайними CISC-мікроконтролерами [9]. Робочі напруги мікроконтролера 4.5 - 5.5В.

Зображення мікроконтролера з розміщенням виводів зображено на (рис 2.1).

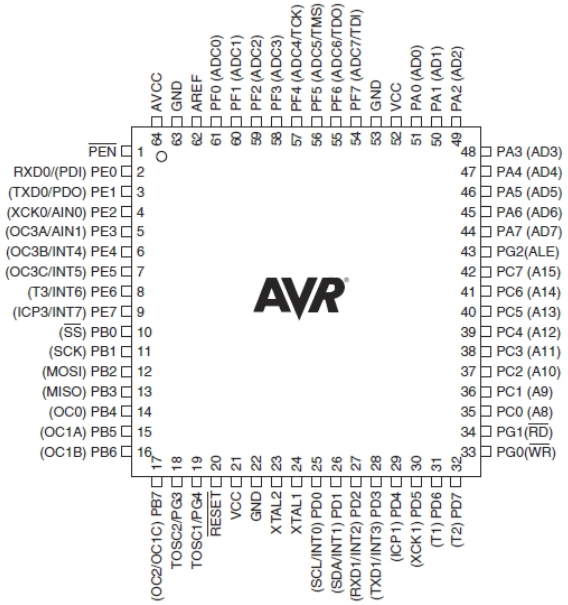



Рисунок 2.1 – Зображення мікроконтролера ATmega 128 з розміщенням виводів

Опис виводів, що зображені на рис 2.1[9]:

- VCC – Напруга живлення цифрових елементів
- GND – Загальний
- Порт A (PA7..PA0), Порт B (PB7..PB0), Порт C (PC7..PC0), Порт D (PD7..PD0), Порт E (PE7..PE0) – являються 8-розрядними портами двонаправленого вводу виводу .
- Порт F (PF7..PF0) діє як аналоговий вхід аналогово-цифрового перетворювача. також може використовуватися як восьмирозрядний порт двонаправленого вводу-виводу, якщо АЦП не використовується.
- Порт G (PG4..PG0) являється 5-розрядним портом двонаправленого вводу-виводу
- RESET– Якщо на цей вхід докласти низький рівень тривалістю понад мінімальної необхідної буде згенерує скидання незалежно від роботи синхронізації

– XTAL1– вхід інвертуючого підсилювача генератора і вхід зовнішньої синхронізації.
– XTAL1– вихід інвертуючого підсилювача генератора.
– $AV_{cc}$ – вхід живлення порта F і аналогово-цифрового перетворювача.
– AREF– вхід підключення джерела опорної напруги АЦП.
– PEN – вхід дозволу програмування для режиму послідовного програмування через інтерфейс SPI.

Даний мікроконтролер має такі характеристики:

- Розрядність – 8 біт;
- 32 8-бітних робочих регістра;
- 128 кБ програмованої Flash пам'яті;
- 53 програмованих ліній вводу-виводу
- Продуктивність до 16 млн. Операцій в секунду при тактовій частоті 16 МГц
- 64-вивідний корпус TQFP

**2.2 Розробка блоку управління пральними машинками**

Відповідно до функцій, які має виконувати пристрій розроблено його структурну схему рис 2.2.

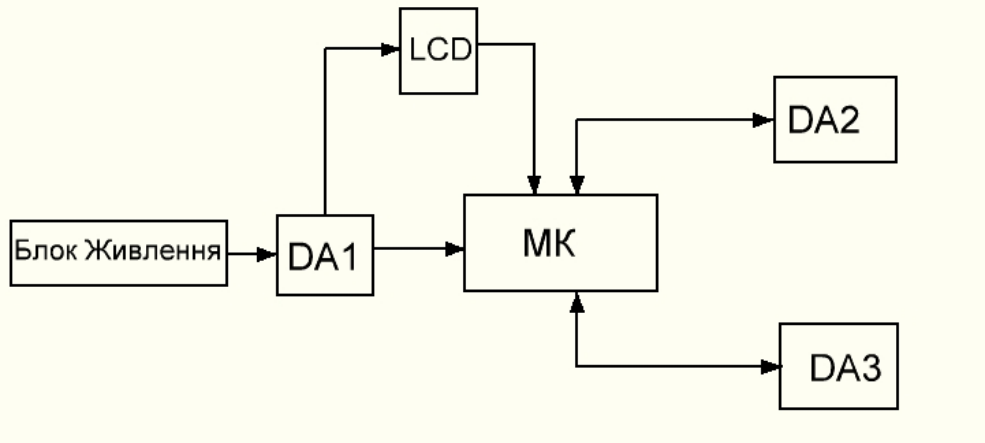



Рисунок 2.2 – Структурна схема блоку управління пральними машинками

Мікроконтролер стежить за надходженням сигналів від купюроприймача і монетоприймача, обробляє і виводить інформацію на LCD дисплей також управляє пральними машинками

Блок живлення для активації купюроприймача та LCD дисплея. Стабілізатор напруги (DA1) служить джерелом напруги, що відповідає значенням високих рівнів напруг мікроконтролера. Для передачі даних між купюроприймачем та мікроконтролером використовується прийомопередатчик (DA2). Прийом і передача йдуть по двом різним парам проводів.На кожній парі проводів може бути лише по одному передатчику.Для передачі даних між мікроконтролером та клієнтським блоком використовується прийомопередатчик (DA3). Прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом. У мережі може бути багато передавачів, так як вони можуть відключаються в режимі прийому.

### 2.3 Розробка алгоритму роботи мікроконтролера

На рисунку 2.3 зображено блок-схему алгоритму роботи мікроконтролера ATmega 128 у складі пристроя автоматичного обслуговування прального обладнання.

Після увімкнення живлення мікроконтролер починає роботу із ініціалізації під’єднаних до нього пристроїв, зокрема, купюроприймача та LCD індикатора.

Мікроконтролер перевіряє наявність вільних пральних машинок шляхом подання сигнала на блок користувача. Якщо умова виконується то вибирається вільна пральна машинка після того, як на відповідні виводи мікроконтролера надійде сигнал,

Далі потрібно внести суму ,згідно вибраного режиму прання, купюроприймач за допомогою систем датчиків визначає номінал купюри і перевіряє її справжність, використовуючи порівняння оптичних і магнітних характеристик купюри з еталоном образами, що зберігаються у вбудованій флеш-пам'яті. Купюроприймач підраховує суму грошей що надійшла на нього.

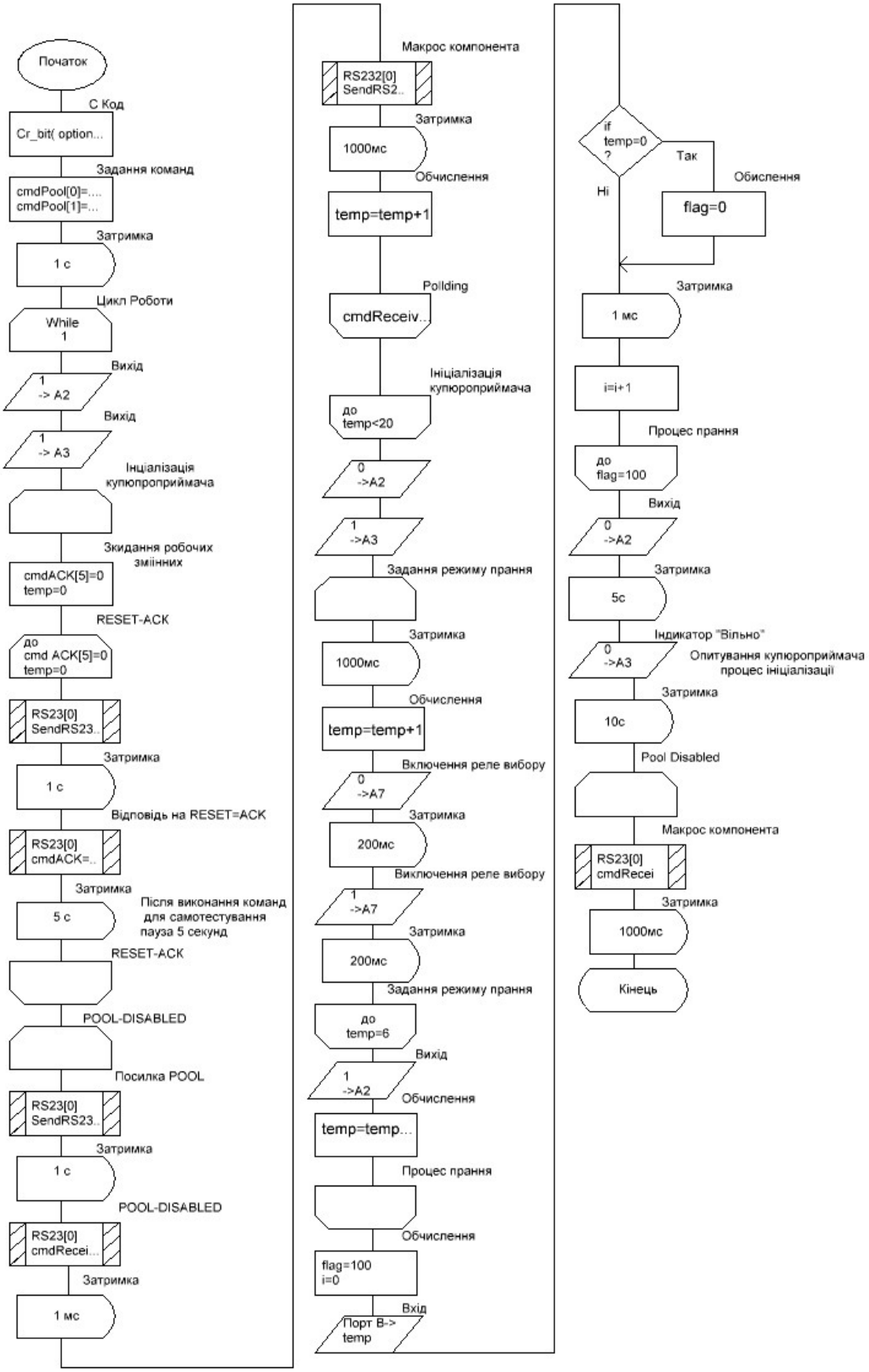



Рисунок 2.3 – Блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера

## 2.3 Розробка електричн

**ої принципової схеми пристроя автоматичного обслуговування прального обладнання**

Виходячи з структурної схеми запропоновано електричну схему пристрою (рисунок 2.4).

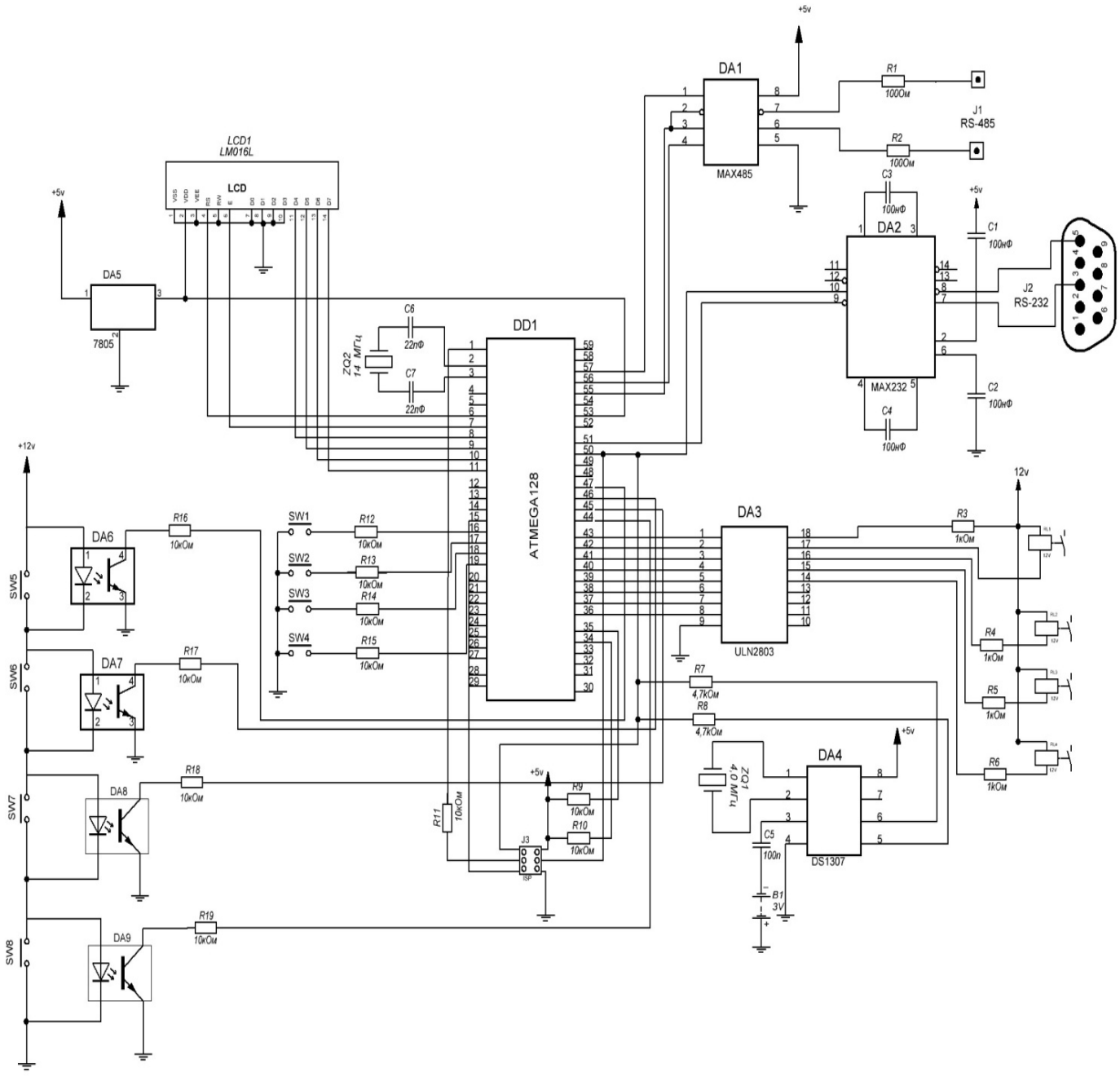



Рисунок 2.4 – Елетрична схема блока управління пральними машинками

ATmega 128 стежить за надходженням сигналів від купюроприймача і монетоприймача, обробляє і виводить інформацію на LCD дисплей також управляє пральними машинками.

Роботу мікроконтролера необхідно стабілізувати кварцовим резонатором, оскільки внутрішній осцилятор має недостатню стабільність і робота з купюроприймачем по протоколу RS-232 може бути нестабільної.

Як пристрій індикації інформації використовується LCD-дисплей LM016L. Мікроконтролер приймає команди та описує відповідні символи на РК дисплеї.

Мікросхема DA3 є набором потужних ключів застосована для управління навантаженням електромагнітного реле. Мікросхема DA3 - це транзисторна збірка Дарлінгтона з вихідними ключами підвищеної потужності, що має на виходах захисні діоди, які призначені для захисту керуючих електричних ланцюгів від зворотного викиду напруги від індуктивного навантаження.

Кожен канал (пара Дарлінгтона) в ULN2803 розрахований на навантаження 500 мА і витримує максимальний струм до 600 мА. Входи і виходи розташовані в корпусі мікросхеми один навпроти одного, що значно полегшує розведення друкованої плати.

Мікросхема DA2 яка в одному корпусі містить все необхідне для узгодження рівнів RS-232 з дискретної логікою TTL - два передавачі і два приймача. виконує конвертування рівнів сигналів зі стандарту TTL в стандарт RS232 і назад.

Мікросхема MAX232 використовує однополярне живлення в 5 вольт, а рівні напруги RS-232 ( -10 і +10 В) генеруються самою мікросхемо.

Мікросхема DA4 це годинник реального часу з послідовним інтерфейсом що включає 56 байтів незалежної статичної ОЗУ. Адреси та дані передаються послідовно по двухпровідній двобічній шині.

## 2.3 Моделювання роботи схеми пристроя автоматичного обслуговування прального обладнання

Для моделювання роботи електричної схеми блоку управління було обрано програмне середовище Proteus [10].

Перевагою програмного середовища Proteus в розвинутій системі симуляції відмінність від аналогічних за призначенням пакетів програм, наприклад, (Electronics Workbench Multisim, MicroCap, Tina і т.п.) в розвиненій системі симуляції (інтерактивному налагодженняі в режимі реального часу і покрокової) для різних сімейств мікроконтролерів: 8051, PIC (Microchip), AVR (Atmel), і ін.

Протеус має великі бібліотеки компонентів, в тому числі і периферійних пристроїв: світлодіодні і РК індикатори, температурні датчики, годинник реального часу RTC, інтерактивні елементи введення-виведення: кнопок, перемикачів, віртуальні портів і віртуальних вимірювальних приладів, інтерактивних графіків, які не завжди присутні в інших подібних програмах [10].

Було зібрано схему для моделювання (рис. 2.3). Для мікроконтролера ATmega128 було створено програму мовою С та скомпільовано HEX-файл для його прошивки.

В табл. 2.1 вказані необхідні елементи та їх бібліотеки для створення схеми моделювання [10].

| Елементи | Бібліотеки |
|---|---|
| Резистори | RESISTOR.LIB |
| Конденсатор | CAPASITORS.LIB |
| Мікроконтролер | MICROPROCESSOR ICs.LIB |
| Кварц | MISCELLANEOUS.LIB |
| Дисплей | DISPLAY.LIB |
| Мікросхеми | MAXIM.LIB |
| Драйвер навантаження | ANALOG.LIB |
| Кнопки | ACTIVE.LIB |

Виносимо усі елементи у робочий лист програми Proteus та розмістимо їх таким чином, щоб компоненти схеми були розміщені з однаковою щільністю. Після чого ми з'єднуємо елементи між собою згідно нашої схеми так, щоб була мінімальна кількість зламів та перетинів ліній.

Склавши схему на листі Proteus, запускаємо моделювання за допомогою вибору команд Debug>Run. При цьому автоматично відбудеться перевірка програмою схеми на наявність помилок та запуск джерел живлення, вимірювальних пристроїв та інших компонентів. яка змодельована в середовищи Proteus (рис. 2.3.)

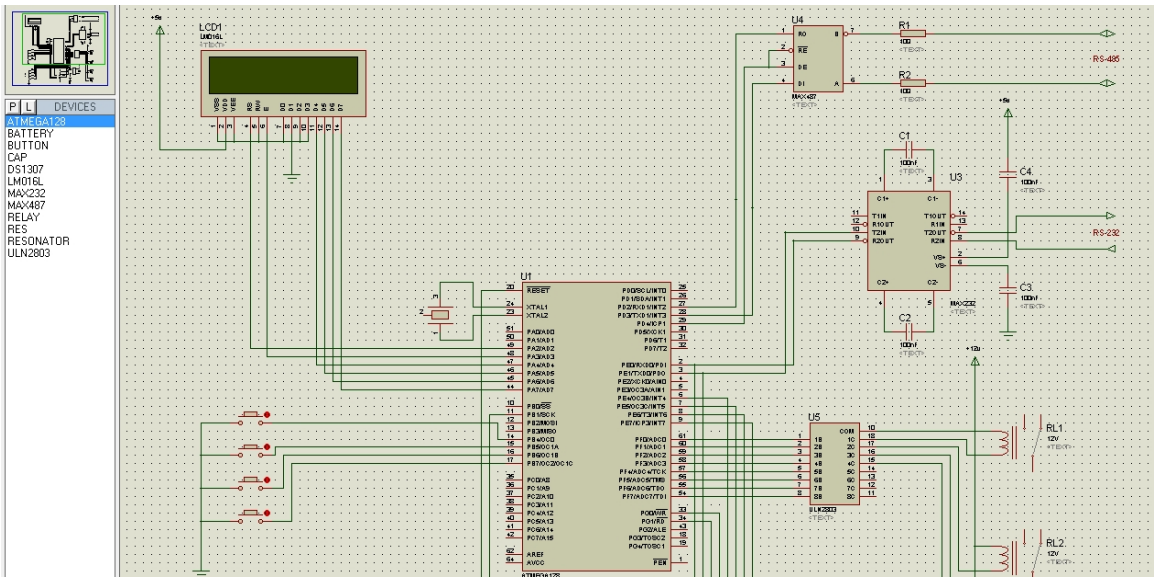


Рисунок 2.5 – Зображення схеми для моделювання в середовищі Proteus

Віртуальний термінал дає можливість використовувати клавіатуру та екран персонального компютера щоб посилати та отримувати дані по інтерфейсам передачі данних. Для тестування схеми було підключено два віртуальнних термінала виводи $R_X$ (вхід) та $T_X$ (вихід) до приймальної лінії тестованої системи.

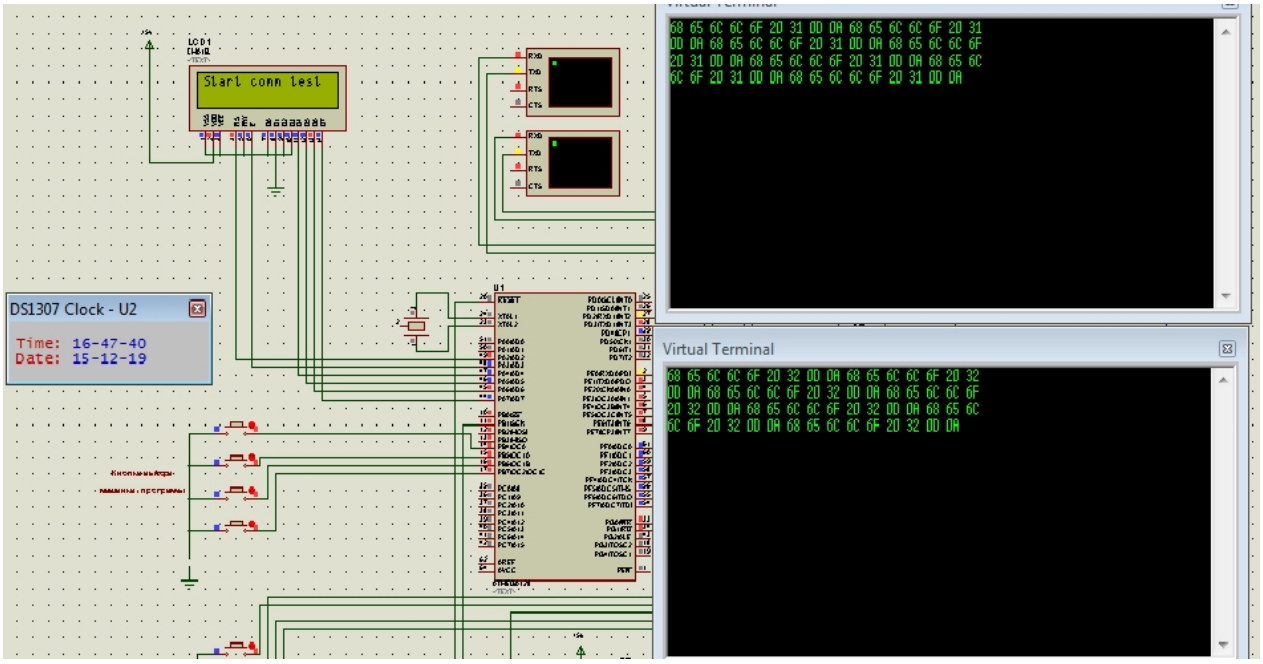



Рисунок 2.6 – Зображення схеми для моделювання в процесі передачі днних з підключеними віртульними терміналами в середовищі Proteus

Мікроконтролер починає подавати пакети данних на віртуальні термінали з до ліній звязку мікросхеми MAX485 та MAX232.

Розглянемо часові діаграми роботи змодельованої схеми які наведені на рисунках 2.6-2.7. Для цього підключимо в необхідних місцях осцилограф.

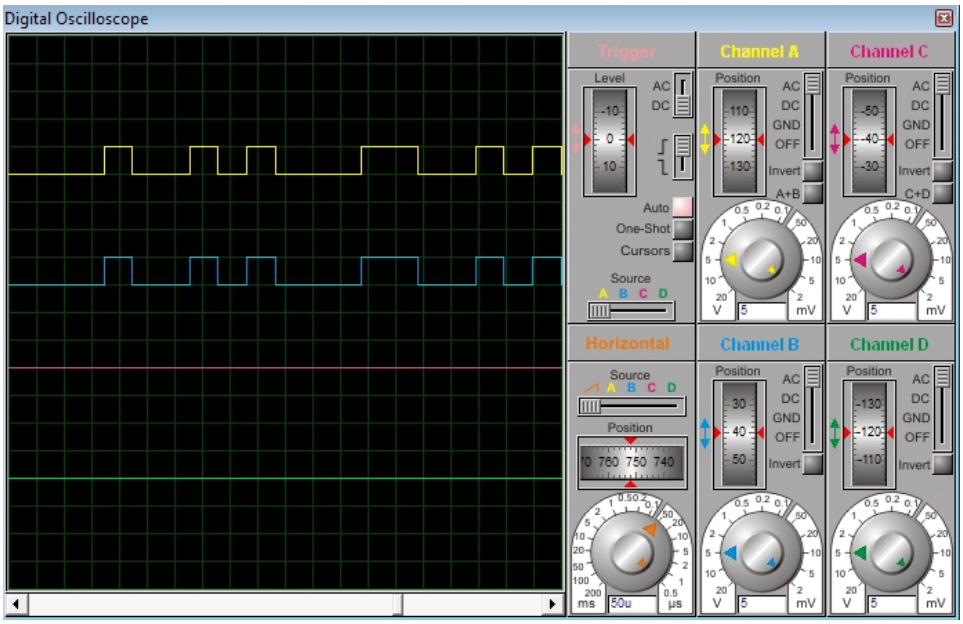


Рисунок 2.6 – Часові діаграми на виводах мікросхеми MAX 232 (T2In) та (T2OUT)

Інформація передається в дуплексному режимі, що дозволяє передавати і приймати інформацію одночасно, тому що використовуються різні лінії для прийому та передачі, що і показано на рис 2.7

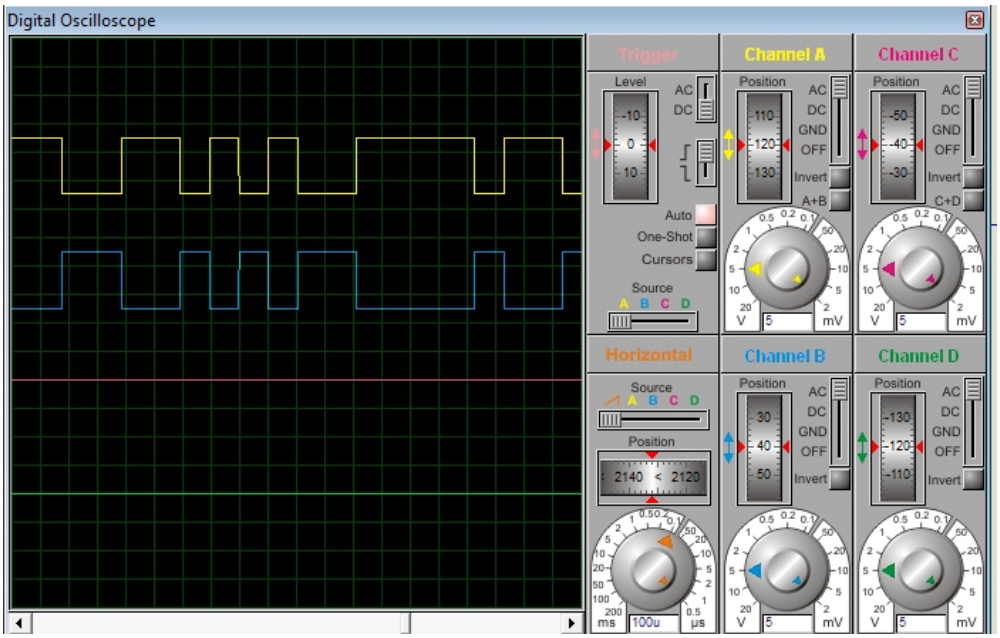



Рисунок 2.7 – Часові діаграми на виходах мікросхеми MAX485,A–прямий диференціальний вхід / вихід; B–інверсний диференціальний вхід / вихід;

Сигнал передадається по балансній системі тобто,сигнал на одному проводі являється ідеальною протилежністю сигналу на другому проводі , що видно з рис. 2.7.

### 2.5 Висновки до другого розділу

Розроблено структурну схему пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання та описано призначення її основних складових компонентів.

На основі структурної схеми розроблено схему електричну принципову з використанням мікроконтролера ATmega 128 для координації всіх компонентів пристрою.

Промодельовано роботу схеми за допомогою програмного середовища Proteus.

# 3 РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ПРАЛЬНИМИ МАШИНКАМИ

Основними вимогами до конструкції пристрою є надійність, зручність монтажу і демонтажу та мале споживання енергії.

Відповідно до цих вимог було принято рішення скористатись технологією поверхневого монтажу (Surface Mount Technology).Конденсатори та резистори були виконані за цією технологією.

## 3.1 Вибір типу та матеріалу друкованої плати

При виборі типу друкованої плати для конструкції потрібно враховувати техніко-економічні показники. Модель даного приладу не є досить складною за своєю конструкцією і складається з доступних радіоелементів. Вибираємо двосторонню друковану плату. Двостороння друкована плату характеризується такими параметрами :

- високою точністю виконання провідного рисунка;
- розміщенням елементів на двох сторонах друкованої плати;
- підвищеною щільністю монтажу;
- високими комутаційними можливостями;
- підвищеною міцністю зчеплення виводів навісних елементів з провідним рисунком друкованої плати;
- помірною вартістю.

Для виготовлення друкованої плати використовують фольговані та нефольговані діелектрики. Вихідними матеріалами для їх виготовлення є папір

або склотканина, просякнуті синтетичними смолами або полімерні плівки з лавсану, фторопласту тощо. На поверхню фольгованих матеріалів мідна фольга приклеюється з однієї чи двох сторін листа в процесі виготовлення. Її товщина становить 20 – 50 мкм.

До матеріалу друкованої плати висуваються такі вимоги:

- висока технологічність;
- високі електрофізичні властивості;
- забезпечення високої адгезії;
- мінімальні механічні деформації.

Найчастіше для виготовлення друкованих плат використовують склотекстоліт і гетинакс наступних марок [11]:

- ГФ – гетинакс фольгований;
- СФ – склотекстоліт фольгований;
- ФГС – фольгований травильний склотекстоліт;
- СФН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- СТФ – склотекстоліт теплостійкий фольгований.

В табл. 3.1 подано основні властивості матеріалів друкованих плат.

| Параметри | Гетинакс | Текстоліт | Склотекстоліт |
|---|---|---|---|
| Щільність без фольги, г/см$^3$ | 1,3…1,4 | 1,3…1,45 | 1,6…1,8 |
| Відносна діелектрична проникність | 4,5…6 | 4,5…6 | 5…6 |
| Питомий об’ємний опір, Ом·м | 1012…1014 | 1012…1014 | 1014…1015 |
| Діапазон робочих температур, °С | -60…+80 | -60…+105 | -60…+120 |
| Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м×К) | 0,25…0,3 | 0,23…0,34 | 0,34…0,74 |
| Температурний коефіцієнт лінійного розширення, $10^{-6}$ К$^{-1}$ | 22 | 22 | 8…9 |

Товщина ж друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Найкращі характеристик, згідно табл.3.1, має склотекстоліт. Тому за матеріал для друкованої плати обираємо склотекстоліт фольгований двосторонній марки СФ-2-35-1,5, який має товщину фольги 35 мкм, товщина матеріалу з фольгою 1,5 мм.

### 3.2 Вибір класу точності та методу проектування друкованої плати

Для даного приладу найкрщим варіантом буде вибір друкованої плати 2-го класу точності, оскільки цей клас точності не потребує використання дорогих високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання.

До друкованих плат висуваються такі вимоги:

1. Висока точність розташування струмопровідного рисунка.

2. Велика величина опору діелектрика.

3. Висока механічна міцність.

4. Придатність до паяння, особливо після тривалого зберігання. Досягається шляхом вибору типу покриття та технологією його нанесення.

Точність розташування струмопровідного рисунка регламентується вимогами держстандартів. З цією метою введено поняття класу точності друкованих плат (табл 3.2).

Таблиця 3.2 – Класи точності друкованих плат

| Параметри конструкції плат, мм | Клас точності | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Ширина друкованих провідників | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,1 |
| 2.Відстань між суміжними провідниками | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,1 |
| 3. Ширина гарантійного пояска | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,0025 |
| 4. Відносна товщина друкованої плати | 0,4 | 0,4 | 0,33 | 0,25 | 0,2 |

Для даного виробу (згідно таблиці 3.2), з огляду на не складне трасування оптимальним варіантом буде вибір 2-го класу точності друкованої плати (не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання).

Даний клас характеризується наступними параметрами конструкції:

а) ширина провідника – 0,45 мм;

б) відстань між сусідніми доріжками – 0,45 мм;

в) ширина гарантійного пояска – 0,2 мм;

г) відносна товщина ДП – 0,4 мм.

Установка навісних елементів на друкованій платі здійснюється згідно з ГОСТ 4ГО.010.030-81 та ГОСТ 4.ГО.010.009. При розташуванні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація розмірів, забезпечення тепловідводу та ремонтопридатності.

Елементи розташовуємо з однієї сторони паралельно сторонам плати по принципу найкоротших зв’язків.

Вибираємо крок координатної сітки 1,25 мм. Координатну сітку на початок координат розташовуємо згідно з ГОСТ 2.417-78. Отвори та елементи друкованого малюнку розташовуємо на платі відносно початку координат.

Всі контактні площадки розміщуємо у вузлах сітки. Це ж стосується і виводів елементної бази.

### 3.4 Розрахунок ширини провідників

Ширина провідників визначається у розрахунку на струм, який проходить через них, та максимально можливе падіння напруги.

Для допустимого струму :

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{доп} \times t}, \qquad (3.1)$$

де $j_{доп}$ – допустима густина струму для мідного провідника, $j_{доп}$ = 17 А/мм$^2$;

$t$ – товщина фольги, $t$ = 45 *мкм*;

$I_{мах}$ – максимальний постійний струм, який проходить через провідник; $I_{мах}$=0,07$A$.

$$b_{\min} = \frac{0,07}{17 \times 0,045} = 0,05(мм) = 90(мкм) < 250(мкм)$$

.

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max} \times \rho \times l_{\max}}{\Delta U_{доп} \times t}, \qquad (3.2)$$

де $\rho$ – питомий опір провідників, $\rho$ = 0,0175 *Ом мм*$^2$/*м*;

$I_{мах}$ – струм, який проходить по провіднику, $I_{мах}$ = 0,07 *А*;

$l_{мах}$ – максимальна довжина провідника, $l_{мах}$ = 0,1 *м*;

$U_{доп}$ – допустиме падіння напруги (становить 5% від напруги живлення $U_{доп}$ = 5×0,05 = 0,25 В);

$t$ – товщина фольги;

$$b_{\min} = \frac{0,07 \times 0,0175 \times 0,1}{0,25 \times 0,045} = 0,01(мм) = 100(мкм) < 250(мкм)$$

.

Розраховані значення ширини провідників не перевищують обраних для другого класу точності.

### 3.4 Моделювання проекту в Sprint-Layout 6.

Програмний пакет Sprint Layout 6 - це простий, але в той же час дуже ефективний програмний пакет для проектування і ручного трасування друкованих плат малої і середньої складності, містить обширну бібліотеку корпусів елементів. Програма повністю на російській мові це значно спрощує її освоєння.

Sprint-Layout використовує шари міді та шовкографії для кожної зі сторін плати (верхньої і нижньої). Існує додатковий шар для контуру плати і створення в ній вирізів. При необхідності, можна використовувати ще два провідних шару, розташованих усередині плати. Кожен із шарів може бути прихований або відображений. Колір шару можна вибрати за бажанням.

Розробка друкованої плати в Sprint-Layout розпочинається з вибору бібліотек компонентів. В бібліотеці компонентів містяться корпуса елементів. Панель бібліотеки макросів в програмі Sprint-Layout може бути викликана в будь-який час. Для цього достатньо натиснути  по відповідному значку на панелі інструментів [11].

Якщо корпус відсутній передбачена можливіть створення його вручну для цього потрібно натиснути создания корпуса та налаштувати його параметри.

Для прокладання провідників можна використовувати вбудований автотрасувальник або розмістити провідники вручну. Розведена плата зображена на рис рис. 3.1

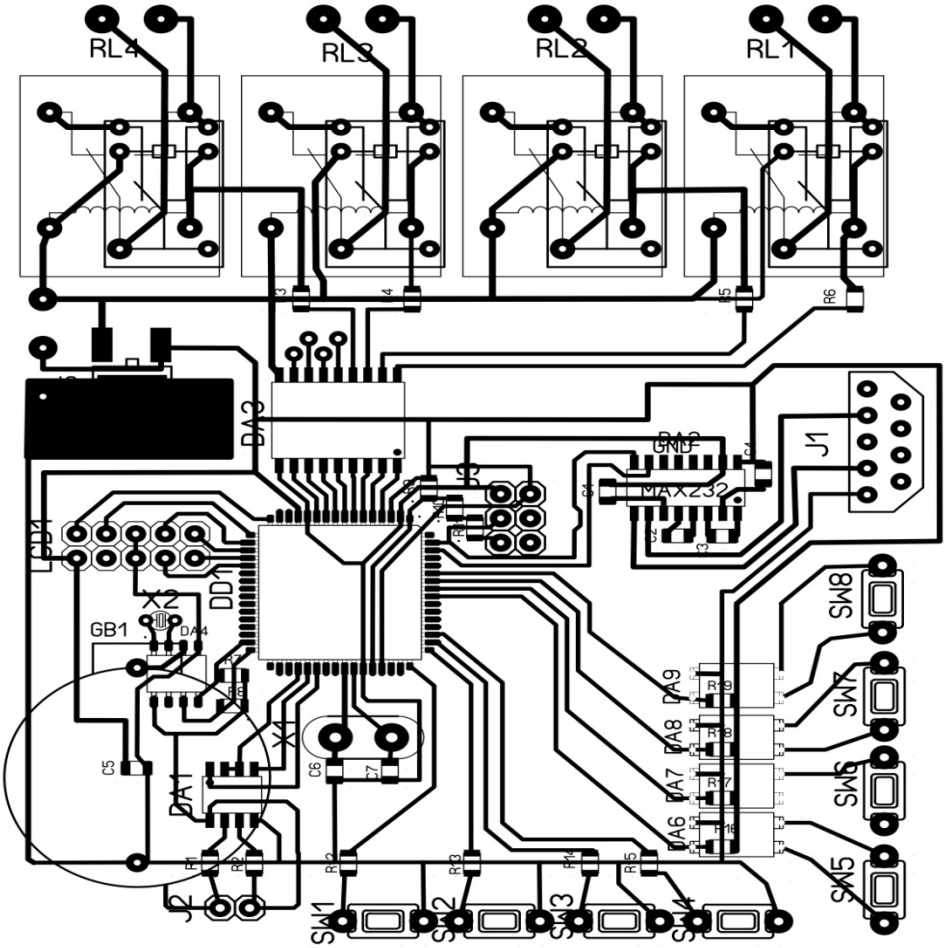



Рисунок 3.1 – Розведена плата в Sprint–Layout

Sprint Layout містить функцію фотовигляда , що дозволяє оцінити вид плати, який у неї буде після виготовлення. При цьому на платі будуть видні всі провідники обраного шару, отвори, а також лінії і текстова інформація відповідного шару шовкографії (рис. 3.2).

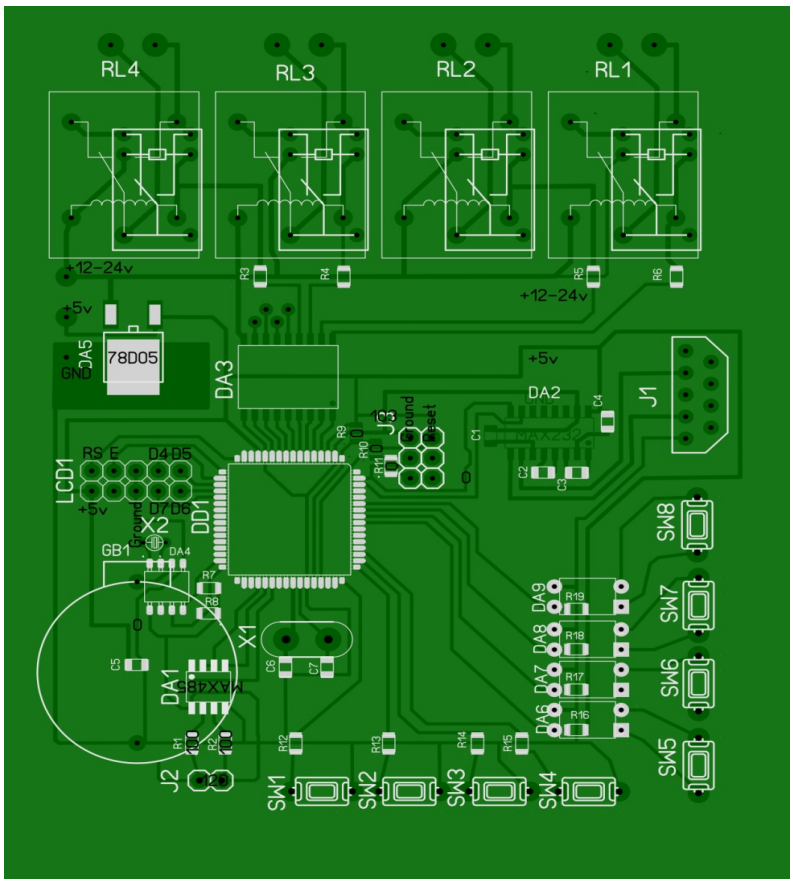



Рисунок 3.2 – Розведена плата в Sprint–Layout (режим фотоперегляду)

### 3.6 Висновки до третього розділу

Виконано розрахунок параметрів друкованої плати та обрано її тип – двостороння. У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78), який має товщину 1,5 мм.

Використовуючи Sprin-Layout створено проект та проведено моделювання пристрою. На основі проектів ISIS Proteus та Sprin-Layout створено електричну принципову схему, друковану плату та складальне креслення, які наведені в додатках.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Основне завдання охорони праці – мінімізація вірогідності виникнення захворювань та виробничого травматизму при забезпеченні нормованих параметрів умов праці.

В даному розділі наводиться розгляд небезпечних, шкідливих і уражаючих для людини та навколишнього довкілля чинників, які утворюються під час проведення розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128. В ньому розглядаються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, визначення комбінованої штучної вентиляції при виділенні надлишків вологи, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки, безпека в надзвичайних ситуаціях [1].

## 4.1 Гігієна праці та виробнича санітарія

### 4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Вибираємо для приміщення, де проводяться роботи з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Відповідно до [2] допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні для теплого та холодного періодів року приведені в таблицях Г1–Г8 додатку Г.

Перепад температури повітря за висотою робочої зони для всіх категорій робіт дозволяється до 3°С. Для опромінення менше 25% поверхні тіла людини, допустима інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м$^2$.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, які використовуються в даному виробничому приміщені наведено в таблиці Г2 додатку Г.

З метою встановлення необхідних за нормативами показників мікроклімату та чистоти повітря робочої зони запропоновано: в приміщенні має бути розміщена

система опалення для холодного і кондиціонування для теплого періодів року; з метою підвищення вологості повітря потрібно розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів або використовувати зволожувачі; застосування витяжної вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.

Вихідні дані: надмірна волога у приміщенні $G$ = 1,8 кг/год; кількість вологи, що видаляється та потрапляє у приміщення $d_1$ = 0,002 кг/м$^3$; $d_2$ = 0,001 кг/м$^3$. Діаметр сопла (мм): 10.

Знаходимо орієнтовну продуктивність комбінованої вентиляції при виділенні надлишків вологи за формулою:

$$L_{комб} = \frac{G}{d_1 - d_2} \text{ [м}^3\text{/год]}, \quad (4.1)$$

де $G$ – надмірна волога у приміщенні, кг/год;

$d_1$, $d_2$ – кількість вологи, що видаляється та потрапляє у приміщення, кг/м$^3$.

Отже, визначаємо продуктивність вентилятора:

$$L_{комб} = \frac{1,8}{0,002 - 0,001} = 1800 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Продуктивність місцевої складової вентиляції визначаємо за формулою:

$$L_м = 3600 f_{тр} v \text{ [м}^3\text{/год]}, \quad (4.2)$$

де $f_{тр}$ – площа перерізу повітропроводу, м$^2$;

$v$ – швидкість руху повітря в повітропроводах, м/с.

Знайдемо площу перерізу повітропроводу за формулою:

$$f_{mp} = \frac{\pi d^2}{4} \text{ [мм}^2\text{]}, \quad (4.3)$$

де $d$ – діаметр повітропроводу (сопла), мм.

Отже,

$$f_{mp} = \frac{3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 78{,}5 \text{ мм}^2 = 0{,}00785 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Швидкість руху повітря в повітропроводах вибираємо $v$ = 50 м/с.

Знайдемо продуктивність місцевої складової вентиляції:

$$L_м = 3600 \cdot 0{,}00785 \cdot 50 = 1413 \text{ (м}^3\text{/год)};$$

Потужність електродвигуна вентилятора $i$-го виду вентиляції може бути визначена за формулою:

$$N_i = \frac{L_i H_i K}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_B \eta_{П.П.}} \text{ [кВт]}, \quad (4.4)$$

де $L_i$ – продуктивність вентилятора $i$-го виду вентиляції, м$^3$/с;

$H_i$ – повний тиск вентилятора $i$-го виду вентиляції, кг/м$^2$;

$K$ – коефіцієнт запасу;

$\eta_B$, $\eta_{п.п}$ – ККД вентилятора та пасової передачі відповідно (для плоских пасів 0,85…0,9, для клиновидних 0,9…0,95).

За отриманим значенням продуктивності вентилятора місцевої складової вентиляції вибираємо повний тиск вентилятора $H_м$ = 80 кг/м$^2$. Вибираємо коефіцієнт запасу $K$ = 1,1…1,2 = 1,12. ККД вентилятора $\eta_B$ = 0,6. З метою підвищення ККД пасової передачі вибираємо клиновидні паси, для яких $\eta_{р.п}$ = 0,9…0,95 = 0,92.

Підставляючи відомі значення розрахуємо потужність електродвигуна вентилятора місцевої складової вентиляції за формулою (4.5)

$$N_м = \frac{1413 \cdot 80 \cdot 1,12}{3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,92} = 0,625 \text{ (кВт)}.$$

За отриманим значенням для місцевої складової вентиляції вибираємо електродвигун типу А02-12-4 з $N_м$ = 0,8 кВт, $n_м$ = 1410 об/хв.

Продуктивність загальнообмінної складової комбінованої штучної вентиляції знайдемо за формулою:

$$L_{з.о} = L_{комб} - L_м \text{ [м}^3\text{/год]}. \quad (4.5)$$

Після підстановки відомих значень у формулу (5.6) отримаємо

$$L_{з.о} = 1800 - 1413 = 387 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

За отриманим значенням продуктивності вентилятора загальнообмінної складової вентиляції вибираємо повний тиск вентилятора $H$ = 55 кг/м$^2$.

Після підстановки відомих значень у формулу (4.5) отримаємо

$$N_{з.о} = \frac{387 \cdot 55 \cdot 1,12}{3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,92} = 0,118 \text{ (кВт)}.$$

За отриманим значенням для загальнообмінної складової вентиляції вибираємо електродвигун типу А0Л12-4 з $N_{з.о}$ = 0,18 кВт, $n_{з.о}$ = 1400 об/хв.

### 4.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях значні вимоги висуваються щодо якісних та кількісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128, згідно [3] знаходимо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – середній та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт *в*.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості при штучному освітленні наведені в таблиці 5.3.

Так як приміщення розташоване у м. Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна орієнтовані за азимутом 270°, то для таких умов КЕО визначатиметься за виразом [3, 4]

$$e_N = e_н m_N \ [\%], \tag{4.6}$$

де $e_н$ – табличне значення КЕО, %;

$m_N$ – коефіцієнт світлового клімату;

$N$ – номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями одержимо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N.б} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 \ (\%);$$
$$e_{N.с} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 \ (\%).$$

Для встановлення нормованих значень показників освітлення передбачено: при недостатньому природному освітлені в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення; застосування штучного освітлення у темну пору доби.

### 4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого обладнання використовується устаткування, робота якого генерує шум та вібрацію, необхідно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Визначено, що приміщення, в якому відбувається робота з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128 може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що поширюється від сусідніх виробничих приміщень.

З метою попередження травмування працюючих від дії шуму та вібрації вони підпадає під нормування. Головним нормативом стосовно виробничого шуму, що діє на території України, є [5], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у промислових приміщеннях не мають перевищувати значень, які приведені в таблиці 4.4 . Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці Г5 додатку Г для 3-ї категорії (технологічна) типу "в".

Для забезпечення допустимих показників віброакустичних коливань в приміщенні передбачено:

1) постійне змащування підшипників вентиляторів системи вентиляції;

2) проведення перевірки рівнів шуму та вібрації.

### 4.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, де виконується робота з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128 може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці Г.6 додатку Г.

Для забезпечення захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань необхідно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

## 4.2 Промислова та пожежна безпека під час проведення розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128

### 4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, психофізіологічним і фізіологічним характеристикам працівника, а також характеру роботи [7].

Площа одного робочого місця має складати не менше 6,0 $м^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 $м^3$, висота – не менше 3,2 м [8].

Кольорове оздоблення інтер’єру приміщення повинно відповідати вказівкам з проектування кольорової обробки інтер’єрів приміщень будівель промислових підприємств. Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється використовувати під час оснащення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

### 4.2.2 Електробезпека

Причинами ураження електричним струмом у цьому приміщенні можуть бути: робота під напругою під час проведення ремонтних робіт, несправність устаткування, випадковий дотик до струмоведучих частин чи металевих частин, що опинилися під напругою. У відповідності до [9] дане приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом в наслідок наявності високої (більше 75 %) вологості. Тому безпека використання електрообладнання має забезпечуватись комплексом заходів, які передбачають використання ізоляції струмоведучих елементів, захисних блокувань, захисного заземлення та ін [10].

### 4.2.3 Пожежна безпека

Згідно [11] приміщення, де проводиться робота з розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128, відноситься до категорії пожежної небезпеки Б. Це приміщення відноситься до 3-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не висовуються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці Г.7 В таблиці Г8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з розробки, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском [12].

### 4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

……

### 4.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії загрозливих чинників НС

Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання спрямована на забезпечення і об'єктів у військовій сфері та об'єктах елементах подвійного призначення. Тому вона в основному має відповідати високим вимогам, що ставляться до військової техніки.

У зв'язку з тим, що пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання знаходиться в складних погодних умовах і місцевостях, то на неї

можуть справляти значний вплив надзвичайні ситуації різного типу. До таких НС можна віднести: стихійні лиха (землетруси, зсуви, селі, повені, снігові лавини, шторми, блискавка, урагани, зливи, ожеледиця), іонізуючі випромінювання, ЕМІ та багато інших. Тому при забезпеченні даного пристрою слід забезпечити найвищий рівень захисту від тої чи іншої НС, оскільки кожна НС справляє свій вплив на даний пристрій.

Таким чином, в даній частині розділу необхідно виконати дослідження безпеки роботи та розробку заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

### 4.4.1 Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії іонізуючого випромінювання

Нормальна робота приладу буде залежати від таких елементів, як транзистори, мікросхеми, резистори, конденсатори, діоди.

За критерій безпеки роботи пристрою в цих умовах приймається таке значення дози опромінення елементної бази ($Р_{зв}$, Р) або граничне значення рівня ($Р_{зв}$, Р/год), при якому можуть виникнути тимчасові зміни, але пристрій буде працювати з потрібною якістю. Отримані значення занесемо до таблиці 6.1.

Таблиця 4.1 – Максимально допустимі дози опромінення елементів пристрою

| № | Блоки пристрою | Елементи пристрою | $Р_{гр\ і}$, Р | $Р_{гр}$, Р |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Блок живлення | Мікросхема 78L05 | $10^5$ | $10^5$ |
| | | Конденсатор | $10^7$ | |
| | | Резистор | $10^6$ | |
| | | Діод | $10^7$ | |
| 2 | Блок підсилення | Мікросхема LM386N-3 | $10^5$ | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Конденсатор | $10^7$ | |
| | | Резистор | $10^6$ | |
| 3 | Блок керування | Контролер A23P | $10^5$ | |

З наведеної таблиці слідує, що мінімальні значення допустимої дози, при яких в елементній базі можливі необоротні зміни мають мікросхема 78L05 блоку живлення, мікросхема LM386N-3 блоку підсилення та контролер A23P блоку керування – $P_{гр}=10^5$, $t_k=60000$ год, $k_{посл}=2$.

Визначаємо максимальний рівень радіації:

$$P_{1\ max} = \frac{P_{ГР} \cdot k_{посл}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}. \tag{4.7}$$

Підставивши відповідні числові значення в формулу (6.1) отримаємо:

$$P_{1\ max} = \frac{10^5 \cdot 2}{2 \cdot (\sqrt{60000} - \sqrt{1})} = 410 \text{ (Р/год).}$$

Визначаємо допустимий час роботи пристрою:

$$t_{доп} = \left( \frac{P_{гр} \cdot k_{посл} + 2 \cdot P_{1.max} \cdot \sqrt{t_п}}{2 \cdot P_{1.max}} \right)^2 = \left( \frac{10^5 \cdot 2 + 2 \cdot 410 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 410} \right)^2 = 59977 \text{ (год)}.$$

Таким чином, допустимий час роботи пристрою складатиме 59977 годин або 6 років 309 днів 1 годину при максимальному рівні радіації 410 Р/год.

### 4.5.2 Дослідження безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії електромагнітного імпульсу

За критерій безпеки роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах дії електромагнітного імпульсу приймають коефіцієнт безпеки:

$$K_б = 20\lg\frac{U_д}{U_г} \geq 40 \text{ (дБ)},$$

де $U_д$ – допустиме коливання напруги живлення, 220 В;

$U_г$ – напруга наведена за рахунок електромагнітних випромінювань у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах, В.

Допустимі коливання напруги живлення:

$$Д_д = 220 + \frac{220}{100} \cdot 5 = 231 \text{ (В)}.$$

В зв'язку з тим, що окремі елементи пристрою можуть мати різні значення коефіцієнтів безпеки, то стійкість роботи пристрою в цілому визначається мінімальним значенням коефіцієнта безпеки.

З рівняння:

$$K_б = 20\lg\frac{U_д}{U_г} = 40 \ [\text{дБ}]$$

.

визначаємо:

$$U_г = \frac{U_д}{10^2} = \frac{231}{100} = 2{,}31 \text{ (В)}.$$

Приймемо максимальну довжину горизонтальних струмопровідних частин $l_г$=0,163 м. Тоді вертикальна складова напруженості електричного поля визначається за формулою:

$$U_г = E_в \cdot l_г.$$

Звідси:

$$E_в = \frac{U_г}{l_г} = \frac{2{,}31}{0{,}163} = 14{,}17 \text{ (В/м)}.$$

Таким чином, робота пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання можлива у випадку, якщо не перевищується норма вертикальної напруженості електричного поля 14,17 В/м.

### 4.5 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання в умовах НС

З метою зменшення негативного впливу на розроблювальний пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання можна використати наступні методи.

Для боротьби з впливом іонізуючого опромінення використовують алюмінієві сплави, леговані елементами з високим атомним номером (лантаноїдами і рідкоземельними елементами), сплави на основі тугоплавких і рідкоземельних елементів і багатошарові матеріали. Також для боротьби з впливом іонізуючого випромінювання можна використати новітній вітчизняний метод, що полягає в захисному покритті радіоелектронної апаратури, що розміщується на поверхнях даних елементів, які піддаються впливу іонізуючого випромінювання, відмінним тим, що захисне покриття виконане у вигляді наноструктури, яка включає сукупність атомів рідкоземельних елементів, введених в структуру армованої атомно-молекулярної металічної матриці, або утворює її захисний шар.

Для боротьби з електромагнітним імпульсом є повне укриття приміщення, в якому розміщена радіоелектронна апаратура, металічним екраном. Оскільки такий захист в ряді випадків неможливо виконати, то використовуються менш надійні засоби захисту, такі як струмопровідні сітки та плівкові покриття вікон, стільникові металічні конструкції для повітрозбірників та вентиляційних отворів і контактні пружинні прокладки, що розміщуються по периметру дверей і люків. Для захисту від проникнення електромагнітного імпульсу в апаратуру через різні кабельні вводи використовується перехід від електричних мереж зв’язку до практично не підлягають впливу ЕМІ волоконно-оптичним. Також для захисту

кабельних вводів є забезпечення в їх конструкції фільтрів та встановлення вбудованих зенерівських діодів.

Таким чином, було проведено і висвітлено основні методи захисту від іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу. Узагальнюючи розділ слід зазначити, що основною метою даної частини розділу було дослідження безпеки роботи пристрою та розробка заходів по підвищенню стійкості роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання

В ході виконання було розглянуто вплив іонізуючого випромінювання та електромагнітного імпульсу на компоненти схеми, виконано розрахунок дози опромінення кожного класу комплектуючих, з результатів чого видно, що ні один з класів елементів схеми не зазнає більшого впливу за граничне значення, також розраховано термін безпечної роботи пристрою 59977 годин або 6 років 309 днів. Що стосується впливу електромагнітного імпульсу, то з урахуванням необхідного рівня коефіцієнта безпеки було розраховано значення напруженості електричного поля.

З метою підвищення стійкості роботи пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання наведено основні заходи боротьби з впливом вражаючих факторів, досліджених вище.

Таким чином, пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання задовольняє всім вимогам цивільного захисту до проектування такого виду комплексів.

**Висновки до 4 розділу**

Під час написання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення комбінованої штучної вентиляції при виділенні надлишків вологи, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки пристрою автоматичного обслуговування прального

обладнання на основі мікроконтролера ATmega128, безпека в надзвичайних ситуаціях.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128

В техніко-економічному обґрунтуванні представленому в першому розділі даної магістерської кваліфікаційної роботи було приблизно обґрунтовано доцільність проведення НДР. Тому в даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з дослідження та розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128.

Для економічного розрахунку проведення НДР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат.

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [34]:

$$З_о = \frac{M}{T_р} \cdot t \quad , \tag{5.1}$$

де $M$ – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

$T_р$ – число робочих днів в місяці, 20 дн;

$t$ – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця – Основна заробітна плата дослідників та розробників

| Найменування посади | Місячний посадовий оклад, грн. | Оплата за робочий день, грн. | Число днів роботи | Витрати на заробітну плату, грн. |
|---|---|---|---|---|
| 1. Керівник проекту | 10000,00 | 500,00 | 20 | 10000,00 |
| 2. Інженер-конструктор електронних засобів | 9000,00 | 450,00 | 20 | 9000,00 |
| 3. Технік-лаборант | 5000,00 | 250,00 | 20 | 5000,00 |
| Разом | | | | 24000,00 |

Витрати на основну заробітну плату робітників ($З_р$), що здійснюють підготовку робочих місць та пристроїв необхідних для досліджень, підготовку та формування моделей тощо, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою [34]:

$$З_р = \sum_{i=1}^{n} C_i \cdot t_i \quad , \tag{5.2}$$

де $t_i$ - норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

$n$ - число робіт по видах та розрядах;

$Ci$ - погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

Погодинну тарифну ставка робітника відповідного розряду $C_i$ можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (5.3)$$

де, $M_м$ - мінімальна місячна оплата праці, грн., $М_н$ = 4173,00 грн.;

$K_c$ - коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c$ = 1;

$K_i$ - тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

$T_p$ - число робочих днів в місяці, $Т_р$ = 20 дн;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, $Т_{зм}$ = 8 годин.

Проведені розрахунки внесемо до таблиці.

Таблиця – Витрати на основну заробітну плату працівників

| Найменування робіт | Трудоміст-кість, нормо-годин | Розряд роботи | Тарифний коефіцієнт | Погодинна тарифна ставка, грн. | Величина оплати, грн. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Встановлення обладнання | 6,0 | 2 | 1,1 | 28,69 | 172,14 |
| 2. Інсталяція програмного забезпечення | 3,3 | 4 | 1,35 | 35,21 | 116,19 |
| 3. Налагодження цифрових блоків | 2,1 | 5 | 1,7 | 44,34 | 93,11 |
| 4. Відлагодження датчиків приймача | 1,7 | 5 | 1,7 | 44,34 | 75,37 |
| 5. Формування структурної схеми | 2,5 | 3 | 1,35 | 35,21 | 88,02 |
| 6. Підбір характеристик компонентів блоку | 5,2 | 6 | 2 | 52,16 | 271,25 |
| 7. Випробування блоку | 1,5 | 5 | 2,2 | 57,38 | 86,07 |
| 8. Регулювання блоку | 1,1 | 5 | 2,2 | 57,38 | 63,12 |
| Разом | | | | | 965,27 |

Додаткова заробітна плата розробників, дослідників та працівників, які приймали участь в дослідженнях та розробці НДР розраховується як 12 % від основної заробітної плати розробників та працівників:

$$З_{дод} = Н_{дод}\, З_р\ , \tag{5.4}$$

де $Н_{дод}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати.

$З_д$ = (24000,00 + 965,27) *· 12 / 100 % = 2995,83 (грн.)

Нарахування на заробітну плату дослідників та працівників.

Нарахування на заробітну плату розробників $З_н$ розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$З_н = (З_р + З_{дод}) \cdot Н_{зп}\ , \tag{5.5}$$

де $Н_{зп}$ – норма нарахування на заробітну плату.

$Н_з$ = (24000,00 + 965,27+ 2995,83) * 22 / 100% = 6151,44 (грн.)

Витрати на матеріали на даному етапі проведення НДР пов’язані з використанням моделей елементів та моделювання роботи і досліджень за допомогою комп’ютерної техніки.

Витрати на матеріали, що були використані при проведенні досліджень, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою **[Козловський 2012]**:

$$M = \sum_{1}^{n} Н_i \cdot Ц_i \cdot К_i\ , \tag{5.6}$$

де, - $Н_i$ - витрати матеріалу *i*-го найменування, кг;

$Ц_i$ - вартість матеріалу *i*-го найменування, грн./кг.;

$К_i$ - коефіцієнт транспортних витрат, $К_i$ = 1,1;

*n* - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця – Витрати на основні матеріали

| Найменування матеріалу, марка, тип, сорт | Одиниця виміру | Ціна за одиницю, грн. | Витрачено | Вартість витраченого матеріалу, грн. |
|---|---|---|---|---|
| Папір канцелярський офісний | уп. | 93,30 | 4 | 373,20 |
| Папір креслярський | шт. | 24,00 | 13 | 312,00 |
| Начиння канцелярське | шт. | 157,00 | 4 | 628,00 |
| Органайзер офісний | шт. | 172,00 | 4 | 688,00 |
| Картридж для графічного принтера | шт. | 420,00 | 2 | 840,00 |
| Картридж для принтера | шт. | 691,00 | 2 | 1382,00 |
| Диск оптичний | шт. | 17,00 | 4 | 68,00 |
| FLASH-пам’ять | шт. | 333,00 | 2 | 666,00 |
| Всього | | | | 4957,20 |

З врахуванням транспортних витрат вартість матеріалів складе

М = 4957,20 * 1,1 = 5452,92 грн.

Амортизація обладнання для проведення досліджень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_б}{T_в} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \qquad (5.7)$$

де $Ц_б$ – балансова вартість обладнання, приміщень тощо, які використовувались для розробки нового технічного рішення, грн.;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

$T_в$ – строк корисного використання обладнання, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки необхідно звести до таблиці.

Таблиця - Величина амортизаційних відрахувань

| Найменування обладнання | Балансова вартість, грн | Строк корисного використання, років | Термін використання обладнання, міс. | Величина амортиза-ційних відрахувань, грн |
|---|---|---|---|---|
| Комп'ютерна аналітична система | 19010,00 | 5 | 1 | 316,83 |
| Графічно-обчислювальний комплекс | 20210,00 | 5 | 1 | 336,83 |
| Програмний продукт проектування | 8075,00 | 3 | 1 | 224,31 |
| Генератор сигналу | 6585,00 | 3 | 1 | 182,92 |
| Осцилограф | 9075,00 | 5 | 1 | 151,25 |
| Офісна техніка | 7065,00 | 4 | 1 | 147,19 |
| Лабораторія | 300850,00 | 25 | 1 | 1002,83 |
| Всього | | | | 2362,16 |

Витрати на силову електроенергію на проведення досліджень розраховують за формулою **[]**:

$$B_e = B \cdot П \cdot Ф \cdot K_n \ , \qquad (5.8)$$

де, $B$ – вартість 1 кВт-години електроенергії, $B$ = 2,50 грн./кВт –година;

$П$ – встановлена потужність обладнання, кВт.;

$Ф$ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

$K_n$ – коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця – Витрати на електроенергію при проведенні досліджень

| Найменування обладнання | Кількість годин роботи обладнання, год. | Встановлена потужність, кВт | Коефіцієнт використання потужності | Величина оплати |
|---|---|---|---|---|
| Комп'ютерна аналітична система | 142 | 0,65 | 1 | 230,75 |
| Графічно-обчислювальний комплекс | 122 | 0,76 | 1 | 231,80 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Генератор сигналу | 17 | 0,32 | 1 | 13,60 |
| Осцилограф | 17 | 0,08 | 1 | 3,40 |
| Всього | | | | 479,55 |

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на відрядження, матеріали, окремі непередбачені витрати, зв'язок, витрати на інтернет-послуги тощо.

Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників.

Величина інших витрат складе:

I = (24000,00 + 965,27) * 250 / 100 = 62413,17 (грн.)

Загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення науково-дослідної роботи:

В =24000,00 + 965,27 + 2995,83 + 6151,44 + 5452,92 + 2362,16 + 479,55+62413,17 = 104820,34 (грн.)

Загальна (повна) вартість всієї НДДКР визначається за формулою:

$$B_{заг} = \frac{B}{\alpha}, \qquad (5.9)$$

де α - частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даної НДДКР, у відносних одиницях.

$$B_{заг} = \frac{B}{\alpha} = \frac{104820,00}{1,0} = 104820,00$$ , грн.

Прогнозування загальних витрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{В_{заг}}{\beta},$$ (5.10)

де β - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної НДДКР (від 0,1… до 0,9).

$$ЗВ = \frac{В_{заг}}{\beta} = \frac{104820,00}{0,9} = 116467,00$$ , грн.

## 5.2Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

В умовах ринку узагальнюючим позитивним результатом, що його отримує підприємство (організація) від впровадження результатів тієї чи іншої розробки, є збільшення чистого прибутку підприємства (організації). Зростання чистого прибутку ми можемо оцінити у теперішній вартості грошей.

Саме зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити (якщо вони потрібні для впровадження результатів розробки).

При проведенні даної розробки не можливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки. У цьому випадку збільшення чистого прибутку підприємства для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta П_i = \sum (\Delta Ц_0 \cdot N + Ц_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (1 - \frac{\upsilon}{100})$$ (5.10 )

де $\Delta Ц_о$ - покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником може бути ціна одиниці нової розробки;

N - основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN - покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

$Ц_о$ - основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n - кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ - коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2019 р. ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт λ = 0,8333.

ρ - коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати ρ = 0,2...0,3;

υ - ставка податку на прибуток. У 2019 році υ =18%.

В результаті впровадження результатів наукової розробки покращується якість нашої розробки в 1,13 разів, що дозволяє підвищити ціну її реалізації на 92,0 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року - на 800 шт., протягом другого року - ще на 600 шт., протягом третього року - ще на 300 шт. Орієнтовно: реалізація аналогічного пристрою до впровадження результатів наукової розробки складала 5500 шт., а її ціна – 620,00 грн.

Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом першого року складе:

$$\Delta П_1 = \left[92,00 \cdot 5500 + (620,00 + 92,00) \cdot 800\right] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - \frac{18}{100}) = 177019,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом другого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\Delta П_2 = \left[92,00 \cdot 5500 + (620,00 + 92,00) \cdot (800 + 600)\right] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - \frac{18}{100}) = 247326,00$$

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом третього року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\Delta П_3 = \left[92,00 \cdot 5500 + (620,00 + 92,00) \cdot (800 + 600 + 300)\right] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - \frac{18}{100}) = 282480,00$$

## 5.3Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт:

1. Розраховують теперішню вартість інвестицій, що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат ЗВ=**116467,00** грн. на виконання та впровадження результатів НДДКР.
2. Розраховують очікуване збільшення прибутку, що його отримає підприємство (організація) від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження.
3. Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Проведемо відповідні розрахунки.

У першому році підприємство отримає збільшення чистого прибутку на **177019,00** грн відносно базового року.

У другому році - збільшення чистого прибутку на **247326,00** грн (відносно базового року).

У третьому році - збільшення чистого прибутку на **282480,00** грн (відносно базового року).

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 4.1

Рисунок 5.1 - Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

1. Розраховують абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$. Для цього використаємо формулу [34]:

$$E_{абс} = (ПП - PV), \qquad (5.11)$$

де *ПП* - приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

*PV* - теперішня вартість інвестицій *PV = ЗВ*, грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків *ПП* розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_{1}^{T} \frac{\Delta П_i}{(1+\tau)^t}, \qquad (5.12)$$

де *ΔП* - збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

*T* - період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

$\tau$ - ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;

*t* - період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки „0".

$$ПП = \frac{177019,00}{(1+0,2)^2} + \frac{247326,00}{(1+0,2)^3} + \frac{282480,00}{(1+0,2)^4} =$$
$$= 122929,00 + 143128,00 + 136226,00 = 402284,00$$

Розрахуємо абсолютну ефективність інвестицій, вкладених у реалізацію проекту. Отримаємо:

$E_{абс}$ = (402285,00 – 116467,00) = 285818,00 грн.

Оскільки $E_{абс} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, але це також ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного проекту (роботи).

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій $E_в$. Для цього використаємо формулу:

$$E_в = \sqrt[T]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \qquad (5.13)$$

де $E_{абс}$ - абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

$PV$ - теперішня вартість інвестицій $PV = ЗВ$, грн;

$T$ - життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_в = \sqrt[T]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = \sqrt[4]{1 + \frac{285818,00}{116467,00}} - 1 = 0,36$$

Розраховану величину $E_в$ порівнюємо з мінімальною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \qquad (5.14)$$

де $d$ - середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2019 році в Україні (0,14...0,2);

$f$ - показник, що характеризує ризикованість вкладень (0,05...0,1).

$$\tau = d + f = 0,18 + 0,03 = 0,21.$$

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_в}.$$

$$T_{ок} = \frac{1}{E_в} = \frac{1}{0,36} = 2,75$$ року.

Якщо $T_{ок}$ < 3...5-ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

**Висновки до 5 розділу**

Зростання чистого прибутку забезпечить підприємству (організації) надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності та виплатити кредити. Зростання чистого прибутку для даної розробки складе 402284,00 грн.

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Абсолютна ефективність вкладених коштів для даної розробки складе 285818,00 грн., а відносна ефективність забезпечить прибутковість в межах 36%, що більше мінімальної яка складає 21%.

Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$=2,75 року, що менше нормативного терміну.

Враховуючи наведені показники діяльності можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи з дослідження та проектування пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз схем існуючих аналогів блоків управління пральними машинками.Також був зроблений аналіз способів передачі данних між блоком управління та пральними машинками. Недоліком існуючого аналога є те ,що при підключені до блока управління більше 2 пральних машин складність схеми збільшується. Тому розробка пристрою ,що усував би ці недоліки є актуальною.

2. Розроблено структурну схему пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання та описано призначення її основних складових компонентів. На основі структурної схеми розроблено схему електричну принципову з використанням мікроконтролера ATmega 128 для координації всіх компонентів пристрою.Промодельовано роботу схеми за допомогою програмного середовища Proteus. Моделювання підтвердило можливість використання схеми на практиці та можливість підключення до блоку управління двох і більше пральних машинок без втрати швидкості передачі данних між блоком управління пральними машинками, та складності схеми.

3.Здійснено розрахунок параметрів друкованої плати Обрано другий клас точності, тип плати – двостороння, Цей клас точності характеризується високими комутаційними властивостями, підвищеною міцністю з'єднань виводів навісних елементів з рисунком плати, високою щільністю розташування електронних компонентів та низькою вартістю. У якості матеріалу друкованої плати обрано двосторонній фольгований склотекстоліт марки СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86 (ГОСТ 10316 – 78). Для даного типу плати проведено розрахунок ширини друкованих провідників, діаметрів монтажних отворів та контактних площадок.

4. Було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, визначення комбінованої штучної вентиляції при виділенні надлишків вологи, технічні рішення з промислової та пожежної безпеки під час проведення розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128, безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 31 бал, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений пристрій переважає існуючі аналоги приблизно в 1,13 рази. Отже можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з

розробки пристрою автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega128.

## СПИСОК ВИКОРИСТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


1. Классификация торговых автоматов: типы, виды, назначение [Електронний ресурс]. – 2019 – Режим доступу до ресурсу: http://www.vendoved.ru/klassifikatsiya-torgovy-h-avtomatov-tipy-vidy-naznachenie/.
2. Ландромати [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://www.myshared.ru/slide/88930/.

3. Стиральные машины с платежами (вендинговые) Лондраматы [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://vending.ucoz.ua/forum/13-112-1.
4. Выбор купюроприемника для терминалов самообслуживания [Електронний ресурс]. –2016.– Режим доступу до ресурсу: https://www.kiosksolutions.ru/2016/04/vybor-kupyuropriyemnika-dlya-ustroystv-samoobsluzhivaniya/.
5. Интерфейсы последовательной передачи данных. // Журнал "Современные технологии автоматизации". – 2010. – №137. – С. 119.
6. В чем отличия интерфейсов RS-232, RS-422 и RS-485? [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/otlichiya-interfeysov-rs-232-rs-422-rs-485/.
7. Томаси В. Электронные системы связи / Вейн Томаси. – Москва: Техносфера, 2007. – 1360 с.
8. Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) [Електронний ресурс] // Texas Instruments Incorporated. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://www.ti.com/lit/an/slla036d/slla036d.pdf.
9. Простейший ландромат [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://cxem.net/mc/mc254.php.
10. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейство Classic фирмы "ATMEL" - 2-е изд., стер. - М.: Издательский дом "Додека XXI", 2004. - 288 с.: ил.
11. Максимов М. А. PROTEUS VSM Система виртуального моделирования схем / М. А. Максимов, Д.К. Мако,И.С. Такахара. - М.: Енергоатомиздат, 2006. - 343 с.
12. И Ю. И. Микропроцессорные устройства систем управления / Ю. Иванов И. – Таганрог: Таганрогский государственный радиотехнический университет, 2005. – 133 с

13. Белов. А. В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. / А. В. Белов.. – Москва: Наука и техника, 2016. – 542 с.
14. ATmega128, ATmega128L 8-разрядные микроконтроллеры со 128 Кбайтами внутрисистемно программируемой Flash памяти [Електронний ресурс] // Рынок Микроэлектроники.–2012.–Режим доступу до ресурсу : http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/atmega128.htm.
15. Уваров А. С. Проектирование печатных плат: 8 лучших программ / Андрей Серафимович Уваров. – Москва: ДМК-Пресс, 2009. – 288 с.
16. Sprint Layout 6. Подробное руководство. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://easyelectronics.ru/sprint-layout-5-podrobnoe-rukovodstvo.html.
17. Медведев А. В. Печатные платы. Конструкции и материалы: монографія / А. В. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 304 с.
18. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
19. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
20. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
21. Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985. – 384 с.
22. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
23. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
24. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
25. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та

зв’язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.

26. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.
27. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
28. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об’єктів будівництва.
29. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
30. СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
31. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), МОЗ України. – К., 1997.
32. Козловський В.О. Техніко-економічні обгрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця : ВДТУ, 2003. – 75с.
33. Козловський В.О. Техніко-економічні обгрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця : ВДТУ, 2003. – 75с.
34. Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. В.О. Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с

Додаток А

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра електроніки та наносистем

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри ЕНС
д.т.н., проф. Білинський Й.Й

_____
«17» вересня 2019 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**до магістерської кваліфікаційної роботи**

**Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконролера ATmega128**

зі спеціальності 171 - «Електроніка»

Керівник,
к.т.н., доцент
_____Огородник. К. В.

Дипломник,
студент гр. ЕЛ-18м
_____Старий. А. Ю.

Вінниця, 2019 р.

# ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**1. Найменування і область застосування**

Найменування - Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання на основі мікроконтролера ATmega 128.

Область застосування – побутова техніка

**2. Основа для (дослідження) розробки**

Основою для виконання цієї магістерської кваліфікаційної роботи є завдання на МКР та наказ ректора ВНТУ № 254 від «03»вересня 2019 р.

**3. Мета та призначення дослідження (розробки)**

Мета розробки – вдосконалення методу керування пральними машинками, у якому при підключені двох та більше пральних машинок використовується лише один прийомопередатчик, що спрощує конструкцію блока управління.

Призначення розробки – розробка блока управління пральними машинками на основі мікроконтролера ATmega 128.

**4. Джерела розробки**

У процесі розробки блоку управління пральними машинками рекомендовано залучати патентний пошук та використовувати спеціальну літературу, а саме:

1.Интерфейсы последовательной передачи данных. // Журнал "Современные технологии автоматизации". – 2010. – №137. – С. 119.

2.Томаси В. Электронные системы связи / Вейн Томаси. – Москва: Техносфера, 2007. – 1360 с

3.Interface Circuits for TIA/EIA-485 (RS-485) [Електронний ресурс] // Texas Instruments Incorporated. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://www.ti.com/lit/an/slla036d/slla036d.pdf.

4.Стиральные машины с платежами (вендинговые) Лондраматы [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://vending.ucoz.ua/forum/13-112-1.

**5. Технічні вимоги**

5.1 Вимоги до електричних параметрів та режимів:

- напруга живлення, В для обмоток реле та купюроприймач..... 12;
- напруга живлення, В для логічної частини схеми.....4.5...5.5;
- робоча частота, Мгц.....0...16;
- максимальна робоча напруга, В для логічної частини схеми..... 6;

5.2 Вимоги до конструкції:

- матеріал друкованої плати – двосторонній фольгований склотекстоліт товщина, мм1.5;
- розміри, не більше, мм, 110×95×1,5;

5.3 Вимоги до стійкості при механічній дії:

Блок управління пральними машинками має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час та після дії механічних навантажень: вібраційних з частотою 1–2000 Гц і максимальним прискоренням 1–5 g, багатократних ударів тривалістю 13 мс з прискоренням 25–70 g, лінійних навантажень з максимальним прискоренням 25 g.

5.4 Вимоги до стійкості при кліматичнійдії:

Блок управління пральними машинками має зберігати свої параметри в межах встановлених норм під час і після дії кліматичних факторів: температури повітря від +120°С (верхнє значення) до –60°С (нижнє значення); відносної вологості навколишнього середовища 70 % при температурі +35°С.

5.5 Вимоги до надійності:

Мінімальне напрацювання пристрою у вказаних режимах та умовах має бути не меншим за 10 000 год. Інтенсивність відмов у режимах й умовах роботи не має перевищувати.

**6 Економічні показники:**

Орієнтовна ефективність і термін окупності витрат на розробку й освоєння виробництва продукції, лімітна ціна, економічна перевага розробленої продукції порівняно з кращими зразками.

**7 Стадії і етапи розробки:**

7.1 Розробка технічного завдання.

7.2Огляд відомих ,блоків управління пральними машинами за літературними й патентними джерелами.

7.3 Вибір та аналіз варіантів рішення.

7.4Вибір оптимального варіанта й детальна розробка його конструктивної схеми.

7.5 Розробка функціональної та електричної схеми блока управління.

7.6 Моделювання роботи блока управління.

7.7 Розробка складального креслення.

7.8Техніко-економічні розрахунки, розробка заходів безпеки життєдіяльності.

7.9 Оформлення текстової документації та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

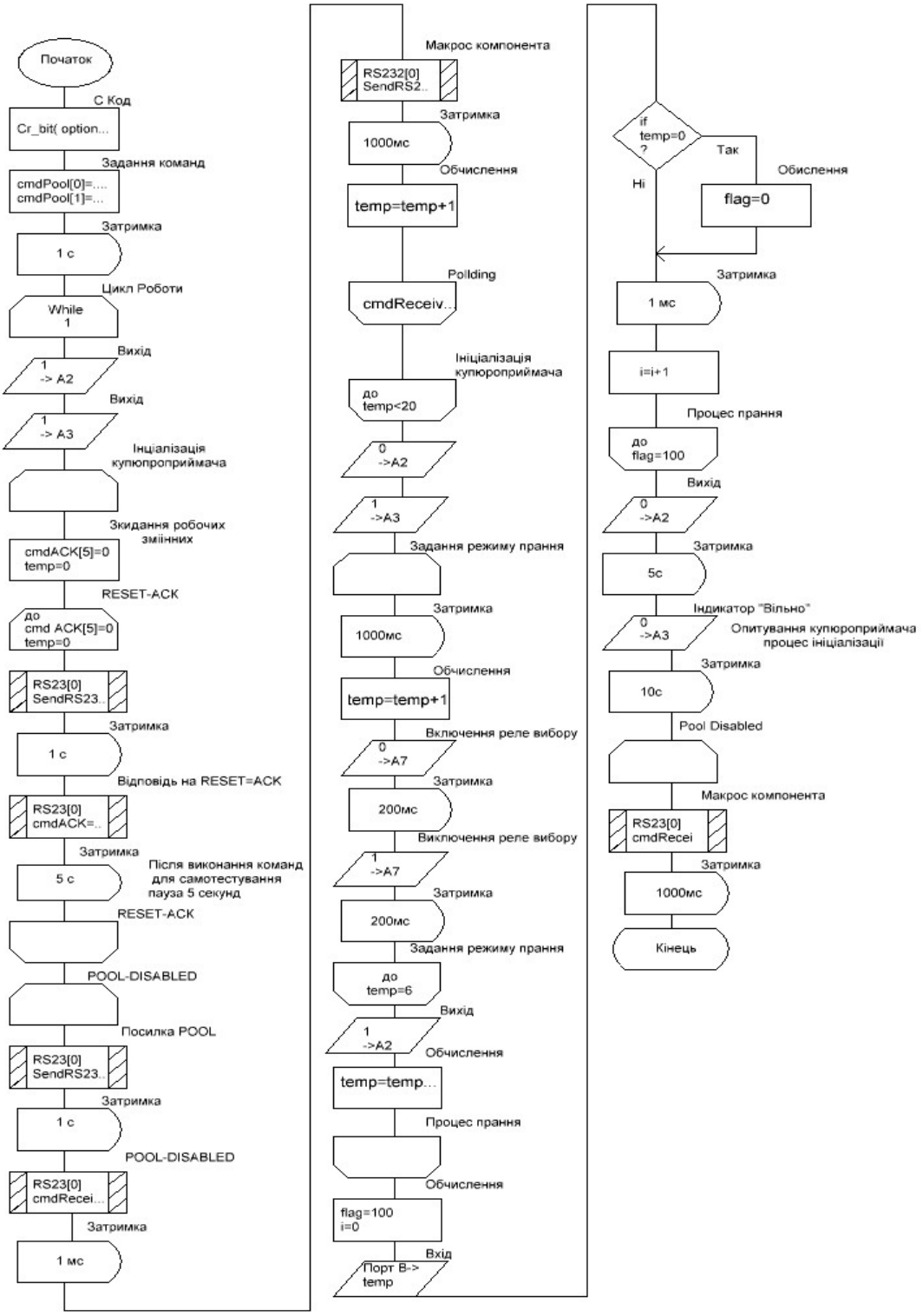
**8 Порядок контролю і приймання:**

– рубіжний контроль виконання окремих розділів МКР;

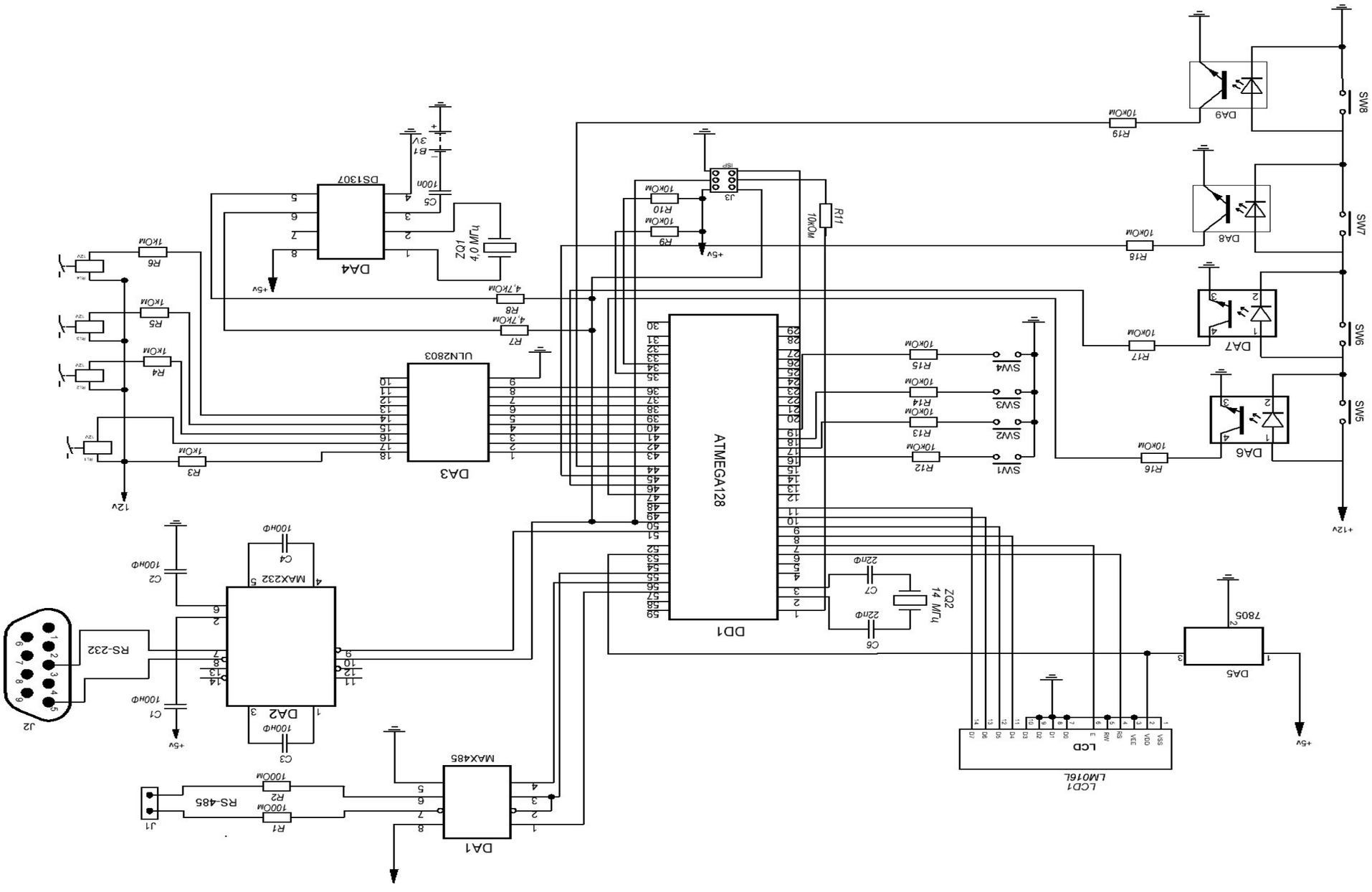
– попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи;

– захист МКР перед ДЕК

# ДОДАТОК В




Додаток В - Алгоритм роботи мікроконтролера ATmega 128




Додаток 5

*08-05.МКР.171.07.002 Е3*

| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | *08-05.МКР.171.07.002 Е3* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| *Розроб.* | | *Смарш А.Ю.* | | | *Пристрій автоматичного обслуговання прального обладнання* | *Літ* | *Маса* | *Масштаб* |
| *Перевір.* | | *Огородник К.В.* | | | | | | |
| *Т. контр.* | | | | | *Схема електрична принципова* | *Аркуш 1* | *Аркушів 2* | |
| *Реценз.* | | | | | | | | |
| *Н. контр.* | | *Кравченко Ю.С.* | | | *ВНТУ гр. ЕЛ-18м* | | | |
| *Затверд.* | | *Білинський Й.Й.* | | | | | | |

| | Найменування | К-ть | Примітки |
|---|---|---|---|
| | **Конденсатори** | | |
| C1-C4 | 22 пФ ±10% | 2 | |
| C5 | 100 нФ ±10% | 4 | |
| C6,C7 | 0,1 мкФ ±10% | 2 | |
| | **Резистори** | | |
| R9-R19 | 10кОм ±5% | 11 | |
| R3-R6 | 1кОм ±5% | 4 | |
| R7,R8 | 4,7кОм ±5% | 2 | |
| R1,R2 | 100 Ом ±5% | 2 | |
| | **Кварцові резонатори** | | |
| ZQ1 | 4 МГц | 1 | |
| ZQ2 | 14 МГц | 1 | |
| | **Реле** | | |
| RL1-RL4 | 12В | 4 | |
| | **Батарейка** | | |
| B1 | 3В | 1 | |
| | **Дисплей** | | |
| LCD1 | LM016L | 1 | |
| | **Мікросхеми** | | |
| DD1 | ATMEGA128 | 1 | |
| DA1 | MAX485 | 1 | |
| DA2 | MAX232 | 1 | |
| DA3 | ULN2803 | 1 | |
| DA4 | DS1307 | 1 | |
| DA5 | 78L05 | 1 | |
| DA6-DA9 | TLP521GB | 4 | |
| | **Кнопки** | | |
| SW1-SW8 | HLS-4453 | 8 | |

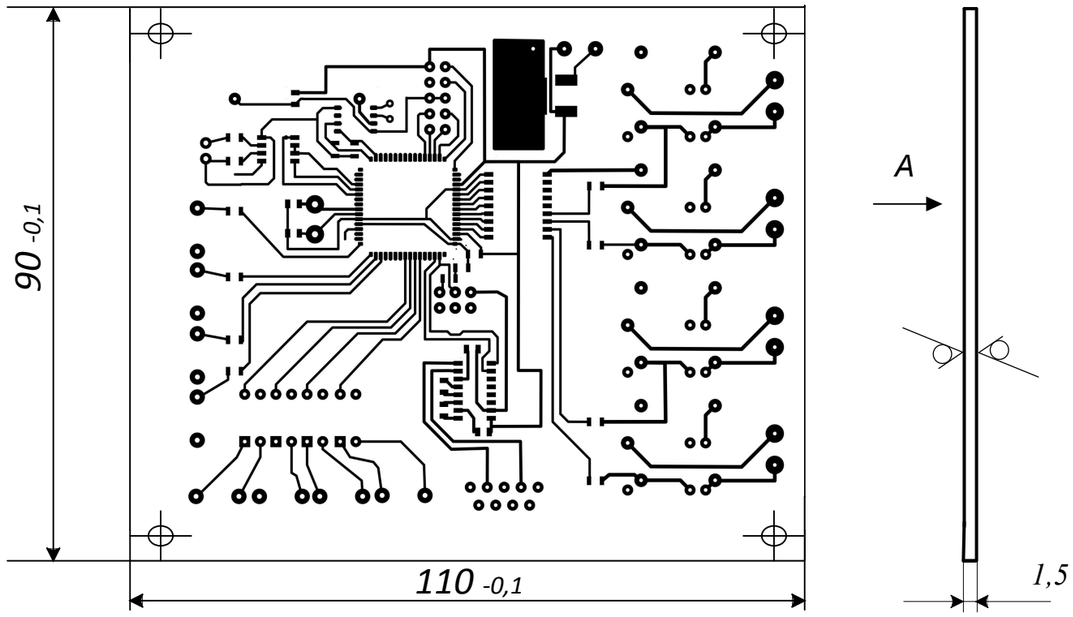
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | 08-05.МКР.171.07.002. ПЕ3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Розробив | | Старий А.Ю. | | | Пристрій автоматичного обслуговування прального обладнання<br>Перелік елементів | Літера | Аркуш 1 / Аркушів 2 |
| Перевірив | | Огородник К.В. | | | | | |
| Реценз. | | | | | | ВНТУ гр.ЕЛ-18м | |
| Н. контр. | | Кравченко Ю.С. | | | | | |
| Затверд. | | Білинський Й.Й. | | | | | |

| Поз.позн. | Найменування | К-ть | Примітки |
|---|---|---|---|
| | Роз'єми | | |
| J1 | CONN-H2 | 1 | |
| J2 | D-sub | 1 | |
| J3 | ISP | 1 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

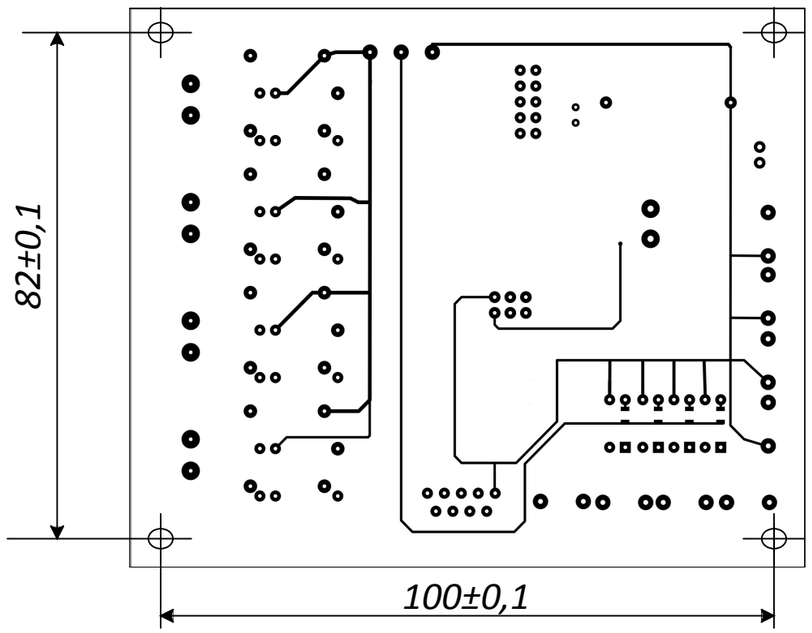
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | 08-05.МКР.171.07.002. | Арк 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Додаток Д

Rz40




Вид А




1.* Розмір для довідок.2 . Провідники, умовно позначені суцільними лініями,
виконати шириною 0,45 мм.

3. Відстань між провідниками не меньше 0,25 мм.

| Умовне позначення отвору | Діаметр отвору, мм | Наявність металізації в отворі | Діаметр/ширина контактної площадки, мм | Кількість отворів |
|---|---|---|---|---|
| | 0,6 | є | 1,8 | 55 |
| | 0.6 | є | 3 | 8 |
| | 0.6 | є | 2,2 | 20 |
| | 1 | є | 3 | 2 |
| | 0,8 | є | 2,5 | 18 |
| | 0,6 | є | 2 | 2 |
| | 0,5 | є | 1,3 | 2 |
| | 0.6 | є | 1,8 | 4 |
| | 0.6 | є | 1,6 | 4 |
| | 4 | немає | | 4 |

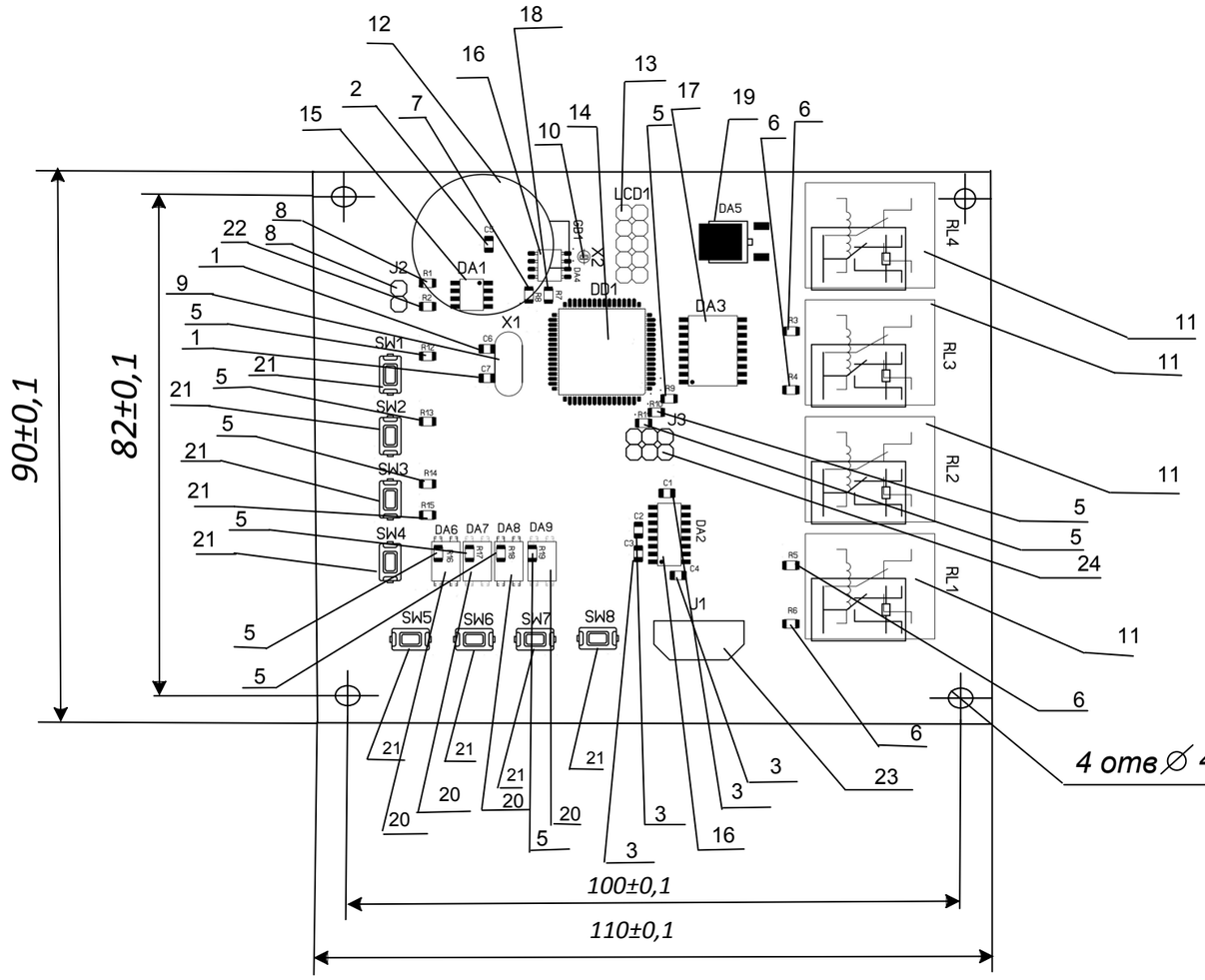
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | 08-05.МКР.171.07.005 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Розроб. | | Старий А.Ю. | | | Друкована плата | Літ | Маса | Масштаб |
| Перевір. | | Огородник К.В. | | | | У Д П | 10 г | 1:1 |
| Т. контр. | | | | | | Аркуш 1 | Аркушів 1 | |
| Реценз. | | | | | Склотекстоліт СФ-2-35-1,5 | ВНТУ гр. ЕЛ-18м | | |
| Н. контр. | | Кравченко Ю.С. | | | | | | |
| Затверд. | | Білинський Й.Й. | | | | | | |

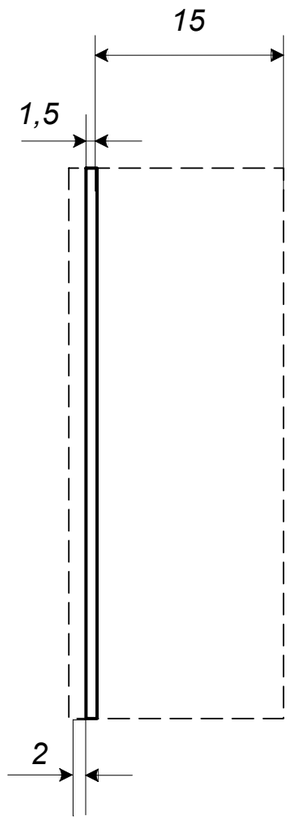
Додаток Е

1. Радіоелементи кріпити за допомогою припою ПОС-61 ГОСТ 21931-76.

2. Покриття УР-231.

3. Таврувати фарбою БМ, білою, шрифт ЗПР-3




| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | 08-05.МКР.171.07.006 СК | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Розроб. | | Старий А.Ю. | | | Плата<br>Складальне креслення | Літ | Маса | Масштаб |
| Перевір. | | Огородник К.В. | | | | У Д П | | 1:1 |
| Т. контр. | | | | | | Аркуш 1 | Аркушів 2 | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. контр. | | Кравченко Ю.С. | | | | ВНТУ гр. ЕЛ-18м | | |
| Затверд. | | Білинський Й.Й. | | | | | | |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Документація* | | |
| А3 | | | 08-05.МКР.171.07.006 СК | Складальне креслення | 1 | |
| | | | | *Деталі* | | |
| А3 | | 1 | 08-05.МКР.171.07.005 | Друкована Плата | 1 | |
| | | | | *Стандартні вироби* | | |
| | | 2 | | Конденсатори CAP SMD 22 p ± 5% | 2 | |
| | | 3 | | Конденсатори CAP SMD 100 nF ± 5% | 4 | |
| | | 4 | | Конденсатори CAP SMD 0,1μ ± 5% | 2 | |
| | | 5 | | Резистори RES SMD 10 kOhm ¼ W 5% | 11 | |
| | | 6 | | Резистори RES SMD 1 kOhm ¼ W 5% | 4 | |
| | | 7 | | Резистори RES SMD 4.7 kOhm ¼ W 5% | 2 | |
| | | 8 | | Резистори RES SMD 100 Ohm ¼ W 5% | 2 | |
| | | 9 | | Кварцовий резонатор 14MHz Quatrs | 1 | |
| | | 10 | | Кварцовий резонатор 4MHz Quatrs | 1 | |
| | | 11 | | Реле РЕС-49 | 4 | |
| | | 12 | | Батарейка CR2032 | 1 | |
| | | 13 | | Дисплей LM016L | 1 | |
| | | 14 | | Мікросхема ATMEGA 128 | 1 | |
| | | 15 | | Мікросхема MAX485 | 1 | |
| | | 16 | | Мікросхема MAX 232 | 1 | |
| | | 17 | | Мікросхема ULN2803 | 1 | |
| | | | | | | |

| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | 08-05.МКР.171.07.006 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Розробив | | Старий А.Ю. | | | Плата<br>Специфікація | Літера | Аркуш 1 / Аркушів 2 |
| Перевірив | | Огородник К.В. | | | | | |
| Реценз. | | | | | | ВНТУ гр.ЕЛ-18м | |
| Н. контр. | | Кравченко Ю.С. | | | | | |
| Затверд. | | Білинський Й.Й. | | | | | |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 18 | | *Міросхема DS1307* | 1 | |
| | | 19 | | *Стабілізатор напруги78L05* | 1 | |
| | | 20 | | *Оптопари TLP521G B* | 4 | |
| | | 21 | | Кнопки HLS-4453 | 8 | |
| | | 22 | | Роз’єм CONN-H2 | 1 | |
| | | 23 | | Роз’єм D-sub | 1 | |
| | | 24 | | Роз’єм ISP | 1 | |
| | | | | *Припой ПОС-61* | 5 г | |
| | | | | *Фарба БМ біла* | 1 г | |

| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | *08-05.МКР.171.07.006* | Арк. 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|

Додаток Г

Допустимі значення виробничих факторів

Таблиця Г.1 – Нормовані допустимі показники мікроклімату в приміщенні [2]

| Період року | Категорія робіт | Температура повітря, °С для робочих місць | | Відносна вологість повітря, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|---|---|---|---|---|---|
| | | постійних | непостійних | | |
| Холодний | Іб | 20-24 | 17-25 | 75 | ≤0,2 |
| Теплий | Іб | 21-28 | 19-30 | 60 при 27°С | 0,1-0,3 |

Таблиця Г.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони

| Назва речовини | Параметр | Значення | Клас небезпеки |
|---|---|---|---|
| Пил нетоксичний | ГДК, мг/м$^3$ | 0,15 | 4 |
| Іони $n^+$, $n^-$ | число іонів в 1 см$^3$ повітря | 50000 | – |

Таблиця Г.3 – Нормовані значення КПО та мінімальні освітленості при штучному освітленні

| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкта розрізн., мм | Розряд зорової роботи | Підрозряд зорової роботи | Контраст об'єкта розрізнення з фоном | Характеристика фону | Освітленість при штучному освітленні, лк | | | КПО, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | комбіноване | | загальне | Природне освітлення (бокове) | Сумі щене освітлення (бокове) |
| | | | | | | всього | у т. ч. від загального | | | |
| Високої точності | 0,3-0,5 | III | в | середній | середній | 750 | 200 | 300 | 2 | 1,2 |

Таблиця Г.4 – Допустимі рівні шуму і еквівалентні рівні звуку

| Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах із середньо-геометричними частотами, Гц | | | | | | | | | Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |

Таблиця Г.5 – Допустимі рівні вібрації [6]

| Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах із середньо-геометричними частотами, Гц | | | | | | Коректовані рівні віброприскорення, дБА |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 8 | 16 | 31,5 | 63 | |
| 36 | 33 | 33 | 39 | 45 | 51 | 33 |

Таблиця Г.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

| Номер діапазону | Метричний розподіл діапазонів | Частоти | Довжина хвиль, $\lambda$ | ГДР, В/м |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ) | 30-300 кГц | 10-1 км | 25 |
| 6 | Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ) | 0,3-3 МГц | 1-0,1 км | 15 |
| 7 | Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ) | 3-30 МГц | 100-10 м | $3 \cdot \lg \lambda$ |
| 8 | Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ) | 30-300 МГц | 10-1 м | 3 |

Таблиця Г.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [11]

| Ступінь вогнестійкості будівлі | Стіни | | | | Колони | Східчасті майданчики | Плити та інші несучі конструкції | Елементи покриття | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Несучі та східчасті клітки | Самонесучі | Зовнішні несучі | Перегородки | | | | Плити, прогони | Балки, ферми |
| 3 | REI 120<br>М0 | REI 60<br>М0 | Е 15<br>М0 | EI 15<br>М1 | R 120<br>М0 | R 60<br>М0 | REI 45<br>М1 | нн<br>нн | нн<br>нн |

Примітка. R – втрати несучої здатності; Е – втрати цілісності; І – втрати теплоізолювальної спроможності; М – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); М0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см; М1 – М ≤ 25 см – для горизонтальних конструкцій; М ≤ 40 см – для вертикальних і похилих конструкцій; нн – не нормується.

Таблиця Г.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [13]

| Об’єм приміщення, тис. $м^3$ | Категорія пожежної небезпеки | Ступінь вогнестійкості | Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/$м^2$ | | | Кількість людей на | Протипожежні розриви, м, при ступені їх вогнестійкості | | | Найбільша кількість поверхів | Площа поверху в межах пожежного відсіку, $м^2$, для кількості поверхів | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | до 1 | 2-3 | 4-5 | | I,II | III | IV,V | | 1 | 2 | 3 і більше |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 м ш и р и н и ев ак о в и х о д у | | | | | | | |
| до 15 | Б | 3 | 40 | 25 | 15 | 45 | 9 | 12 | 15 | 1 | 5200 | – | – |