

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АЕС	- атомна електростанція
АКСД	- апаратура комплексної системи діагностики
АЦП	- аналого-цифровий перетворювач
БКм	- блок комутації
БПт	- блок живлення
БСЛ	- блок силовий
БУ	- блок управління
ВВЕР-400	- водо-водяний енергетичний реактор потужністю 400 МВт
ВВФ	- зовнішні впливові фактори
ІМт-1	- імпульсний молоток
КВВ-8	- контролер введення-виведення
КСД	- комплексна система діагностики
ЛСД	- локальна система діагностики
МП	- мікропрограма
ПТК	- програмно-технічний комплекс
РУ	- реакторна установка
СВЩД	- система віброшумової діагностики
СОСП	- система виявлення вільних та слабофіксованих предметів
УСО	- пристрій збору і обробки інформації

ВСТУП

Завданням атомної електростанції є перетворення енергії, що виділяється в результаті ділення атомних ядер пального, в електричну. Цей технологічний процес проходить по наступному ланцюзі перетворення енергії: енергія ділення ядер — теплова енергія теплоносія і робочого тіла (пари) — механічна енергія ротора турбіни — електрична енергія, що виробляється генератором. Для здійснення цих перетворень енергії на АЕС є основні (реактори, парогенератори, турбогенератори) і допоміжні агрегати, з'єднані між собою трубопроводами та іншими технологічними лініями.

Основною вимогою, що пред'являються до технологічного процесу АЕС, є забезпечення безпеки і надійності її роботи. Під безпекою розуміється зменшення (практично до нуля) ймовірності радіаційного ураження персоналу АЕС і викиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище в кількостях, які можуть завдати шкоди прилеглої території і населенню як в нормальних режимах роботи АЕС, так і в аварійних ситуаціях. Надійність АЕС означає зменшення випадків аварійних зупинок, можливість збереження часткової потужності блоку при виникненні аварій в основному технологічному обладнанні і швидкий набір повного навантаження після аварійної зупинки або зниження потужності.

В ході вивчення напрямків діяльності та роботи Сєверодонецького науково-виробничого об'єднання "Імпульс" було визначено, що на підприємстві розробляється система виявлення вільних і слабофіксованих предметів (СОСП), яка призначена для виявлення в першому контурі реакторної установки сторонніх предметів, деталей що відірвалися і деталей з ослабленим кріпленням. В даний час існує проблема, яка полягає у відсутності мікропрограми функціонування контролера введення-виведення (КВВ-8), яке входить в комплекс технічних засобів для тестування СОСП. Тому було отримано завдання на розробку мікропрограми функціонування.

Актуальність теми дипломної роботи пов'язана з необхідністю функціонування робочого контролера введення-виведення та полягає в розробці мікропрограми управління.

Об'єктом дослідження дипломної роботи є програмно-технічний комплекс тестування СОСП.

Предметом дослідження дипломної роботи є мікропрограма функціонування контролера введення-виведення, що входить до складу програмно-технічного комплексу тестування СОСП.

Метою дипломної роботи є розробка алгоритмів та мікропрограми функціонування контролера введення-виведення.

На шляху до досягнення поставленої мети представляється доцільним вирішити такі завдання:

- а) проаналізувати структуру комплексу тестування СОСП;
- б) опрацювати і проаналізувати можливості реалізації алгоритмів для контролера введення-виведення;
- в) розробити алгоритми мікропрограми;
- г) розробити мікропрограму управління контролером введення-виведення.

Практична значимість дослідження полягає в розробці алгоритмів та реалізації мікропрограми функціонування контролера введення-виведення, для повноцінної роботи обладнання в складі СОСП.

Структура дипломної роботи зумовлена предметом, метою і завданнями дослідження. Робота складається з вступу, чотирьох розділів і висновку.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

Питання підвищення рівня безпеки та продовження термінів експлуатації діючих АЕС є надзвичайно актуальними в світовій ядерній енергетиці і, зокрема в нашій країні. Перші вітчизняні АЕС з реакторами типу ВВЕР-440 переступили віковий рубіж в 30 років, і призначений термін експлуатації продовжено ще на 15 років. Така ж робота проводиться і на перших зарубіжних АЕС.

Дослідження економічної ефективності, продовження терміну експлуатації енергоблоків АЕС засвідчили фінансову вигідність даного інвестиційного проекту. Удільні витрати на модернізацію та інші заходи, пов'язані з продовження терміну експлуатації, нижче витрат на будівництво нового в 5-6 разів.

Для вирішення зазначених питань є надзвичайно важливими розробки діагностичних систем, серед яких особливе значення мають системи засновані на віброшумових методах.

Системи віброшумової діагностики (далі - СВШД) є, перш за все, комп'ютерними системами. Вони не могли бути передбачені проектом реакторної установки тридцятирічної давності. Занадто слабкими були тоді комп'ютери, та й самі методи віброшумової діагностики перебували в зародковому стані. Тепер, аналізуючи цей тридцятирічний період, зрозуміло, що якийсь життєздатний симбіоз з консервативного енергетичного обладнання і комп'ютерних засобів, що розвиваються швидко і інформаційних технологій під назвою СВШД був в той час вельми проблематичним. Виходить, що перші промислові вітчизняні СВШД завоювали собі право на життя, коли перші АЕС вже відпрацювали значну частину призначеного проектного терміну. Але і в цьому випадку СВШД дуже актуальні: значно розширюючи спостережність об'єкта діагностики, СВШД дають поточну інформацію по вібраційному ресурсу обладнання з продовженим терміном експлуатації [1, с.3].

1.1 Аналіз загального комплексу тестування системи виявлення вільних і слабофіксованих предметів

Система виявлення вільних і слабофіксованих предметів (далі - СОСП) призначена для виявлення в першому контурі реакторної установки (далі – РУ) сторонніх предметів, деталей що відірвалися і деталей з ослабленим кріпленням, що знаходяться в стаціонарному стані або вільно переміщуються в теплоносії. Структурна схема СОСП представлена на рис. 1.1.

Критерієм для оцінки наявності дефектів є шум, вироблений предметом, при його переміщенні в потоці теплоносія, або шум, вироблений предметом з ослабленим кріпленням внаслідок ударів об інші деталі під впливом теплоносія [2].

Метою впровадження системи є підвищення рівня безпеки енергоблоку АЕС, шляхом раннього виявлення відхилень режимів роботи обладнання від встановлених проектом.

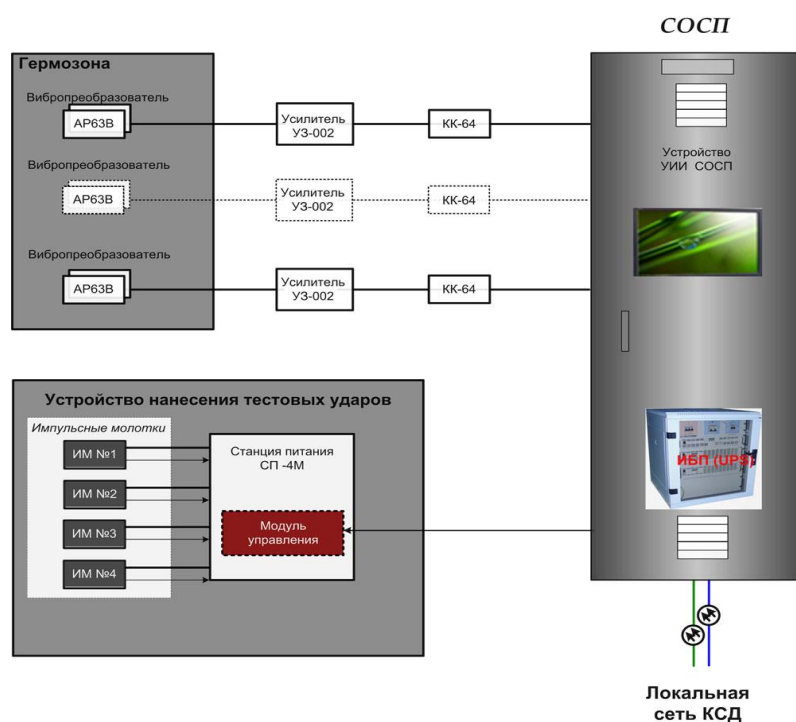


Рисунок 1.1 - Структурна схема СОСП

Об'єктами діагностування СОСП є наступні компоненти реакторної установки:

- реактор з внутрішньокорпусними пристроями;
- петлі головного циркуляційного контуру;
- парогенератори кожної петлі;
- головні циркуляційні насоси.

СОСП забезпечує:

- контроль акустичного шуму на поверхні обладнання і трубопроводів реакторної установки (РУ);
- зменшення або запобігання пошкодженню обладнання першого контуру за рахунок своєчасного виявлення потенційно небезпечних предметів в першому контурі [3];
- скорочує час на проведення ремонтних робіт при наявності в обсязі першого контуру вільних або слабофіксованих предметів за рахунок визначення місцезнаходження дефекту;
- виявлення вільно переміщаються в потоці теплоносія предметів і деталей обладнання з ослабленим кріпленням.

Система виявлення вільних предметів являє собою інформаційно-вимірювальну локальну систему діагностики (ЛСД), що складається з:

а) Програмно-технічного комплексу (ПТК) - пристрою інформаційно-вимірювального (УИИ):

- 1) Обчислювальний пристрій з програмним забезпеченням СОСП.
- 2) Апаратура для обробки і аналізу сигналів.

3) Засоби прийому / передачі інформації по локальній мережі.

б) Канал вимірювання:

1) Віброперетворювача.

2) Вимірювального перетворювача заряду.

в) Пристрій нанесення тестових ударів:

1) Молоток імпульсний.

2) Станція живлення.

Основним принципом діагностики є реєстрація акустичного шуму, створюваного при ударах вільних предметів об стінки обладнання РУ. Акселерометри, що встановлюються на корпусі реактора, парогенераторах і головних циркуляційних насосах, реєструють віброакустичні сигнали, що містять діагностичну інформацію. За сигналом удару можна визначити місце і енергію удару, а також масу і форму вільного предмета [2].

Функціонування СОСП здійснюється в наступній послідовності [4, с.105]:

- реакція на шумову аномалію - удар вільного предмета;
- поширення акустичних хвиль;
- вплив на детектор СОСП;
- реєстрація вихідної події - визначення характеристик шуму;
- порушення порогів;
- реєстрація події і робочих параметрів РУ;
- збереження на жорсткому диску ГВР значень робочих параметрів і даних по налаштуванню;
- обробка та постановка діагнозу - автоматична обробка події (перевірка якості і основних параметрів сигналів, класифікація і локалізація шумової аномалії);
- збереження результатів автоматичної обробки події;
- видача сигналізації (протоколів);

- відстрочена обробка подій при ретроспективному аналізі ситуації.

СОСП відкрита для нарощування числа вимірювальних каналів за рахунок оснащення додатковими датчиками і модулями контролю подій.

Датчики на поверхні компонентів першого контуру встановлені таким чином, щоб контролювати рівень акустичного шуму по всьому контуру, але в першу чергу увага звернена до природних пасток для вільних предметів і зон, де можлива поява деталей обладнання з ослабленим кріпленням [3].

Основними особливостями системи є:

- цілодобовий режим роботи системи;
- контроль акустичного шуму зосереджений в місцях природних пасток для вільних предметів і місцях найбільш ймовірної появи слабофіксованих предметів;
- при виявленні сплеску акустичного шуму (події) система реєструє комплекс даних, що характеризують параметри удару, стан технічних засобів системи і стан реакторної установки (значення технологічних параметрів з систем верхнього рівня);
- програмне та технічне забезпечення системи дозволяє постійно контролювати працездатність СОСП при будь-яких режимах експлуатації енергоблоку як в автоматичному режимі, так і виконувати тести по команді користувача;
- наявність автоматичної експрес-обробки вхідних сигналів акустичного шуму і відстроченої обробки даних, виконуваної оператором СОСП в інтерактивному режимі для уточнення результатів діагностування;
- класифікація подій на основі принципу подібності по раніше ідентифікованим при відстроченому аналізі подій.

Основна обробка надходить з датчиків інформації, здійснюється в інформаційно-вимірювальному пристрої, що включає блоки аналогової обробки і

промисловий комп'ютер для оцифровки, обробки і аналізу сукупності даних, що реєструються системою при виникненні шумовий аномалії.

Будь-який сплеск акустичного шуму на поверхні обладнання і трубопроводів першого контуру реєструється системою як подія, яка в ході автоматичної обробки ідентифікується системою як перешкода (помилкова подія) або реальна шумова аномалія. Ідентифікація виконується на основі бази даних класів, створеної в процесі експлуатації системи на енергоблоці.

Для підтвердження працездатності технічних і програмних засобів системи передбачено низку заходів, що реалізуються:

- імітацією ударів вільних предметів, які виконуються імпульсними молотками;
- виміром фонових технологічних шумів;
- подачею на вхід підсилювача тестового сигналу, що генерується системними засобами;
- періодичним опитуванням стану технічних засобів системи.

Кожне з засобів контролю забезпечує незалежну перевірку працездатності будь-якого з компонентів СОСП.

З системою поставляється комплект експлуатаційної документації, що включає:

- інструкцію з експлуатації системи;
- схеми підключення компонентів;
- керівництва по експлуатації складових частин системи;
- документацію по прикладному програмному забезпеченню.

Документація забезпечує персонал АЕС, всією інформацією, необхідною для експлуатації та технічного обслуговування СОСП.

Введення СОСП в експлуатацію на АЕС здійснюється поетапно. Система поставляється на АЕС з попередніми налаштуваннями, встановленими виходячи з

раніше накопиченого досвіду експлуатації. В ході дослідної експлуатації система адаптується до конкретного енергоблоку. Дослідна експлуатація, як правило, триває протягом року [3].

1.2 Аналіз існуючих способів реалізації програмно-технічних комплексів тестування

а) Контрольно-діагностична система "Вектор".

Контрольно-діагностична система "Вектор" представляє собою комплекс програмних і апаратних засобів, призначених для організації автоматизованого робочого місця для функціонального контролю та ремонту виробів радіоелектроніки довільного ступеня складності, побудованих на елементах різного ступеня інтеграції [5].

Система використовується для відновлення працездатності апаратури засобів зв'язку, систем управління технологічним обладнанням, спеціальної та унікальної апаратури. Від відомих аналогів і прототипів систему "Вектор" відрізняє низька вартість, висока ефективність і надійність. Вона однаково успішно використовується в великих сервісних центрах і невеликих підрозділах по ремонту радіоелектронних виробів. Основою інструментальної системи і базовим засобом управління є мова програмування високого рівня - MACS і вбудована підсистема моделювання.

Області застосування комплексу:

- у ремонтних і налагоджувальних центрах для контролю працездатності, тестування, діагностики та налагодження електронних модулів (телефонні станції, атомні електростанції і т.д.);
- в проектно-конструкторських організаціях при проведенні моделювання проекту або його частини на етапі дослідного виробництва;

- на виробництві в якості пристрою вхідного контролю комплектуючих компонентів, вихідного та проміжного контролю продукції;
- у наукових організаціях при дослідженні поведінки систем, проведенні квазінатурного моделювання;
- у навчальних організаціях.

Контрольно-діагностична система дозволяє проводити:

- компактне тестування з використанням сигнатурного аналізатора;
- внутрішнє цифрове функціональне тестування (ICT);
- внутрішню пасивну функціональну перевірку за допомогою кліпси або зонда;
- внутрішню емуляцію ІС;
- при використанні локалізатора несправностей перевірку електронних компонентів методом порівняння аналогових сигнатур (ASA).

Особливості комплексу:

- велика кількість каналів видачі тестового впливу дозволяє підключити до стенду об'єкт діагностування з будь-якою кількістю і типом роз'ємів;
- розвинені мови налаштувань каналів видачі тестових впливів містить безліч вбудованих базових функцій;
- генерація тестових впливів здійснюється програмним шляхом;
- режим активного внутрішнього контролю (при цій перевірці підлягає конкретна мікросхема об'єкту діагностування, що перевіряється, яка підключається через кліпсу);
- якщо активний внутрішній контроль зробити не вдається, проводиться пасивний контроль (в цьому випадку задіюються всі елементи модуля, кліпса знімає логічні діаграми з конкретної мікросхеми, реакція якої порівнюється з програмною моделлю, на підставі чого видається висновок про працездатність елемента);

- оператор має можливість програмного підключення навантаження, пов'язаної з опорною напругою, на кожен канал стенду;
- наявність каналу аналогових вимірювань, дозволяє виробляти параметричну перевірку роботи стенду та об'єкта контролю;
- цифроаналоговий пробник дозволяє працювати як в цифровому режимі знімання сигнатур, так і в аналоговому режимі контролю напруги.

б) Система контролю і діагностики електронних пристроїв "Крона-519".

Система призначена для контролю і діагностики роботи різних систем і комплексів з великим числом контрольних точок [6].

Склад системи:

- промисловий комп'ютер з кольоровим графічним ЖК-дисплеєм, що виконує роль сервера, який служить для взаємодії з оператором;
- синхронізатор, який видає сигнали точного часу для єдиної синхронізації всіх УСО і сервера;
- комутатор Ethernet, який об'єднує в мережу сервер і УСО;
- джерело безперебійного живлення, що захищає систему від перешкод, викривлення або зникнення напруги в мережі живлення;
- блоки гальванічної розв'язки і комутатори вхідних сигналів, призначені для поканальної ізоляції і нормування вхідних сигналів;
- блоки безконтактних датчиків струму (БДТ);
- пристрою збору і обробки інформації (УСО), що виконують перетворення вхідних сигналів в цифровий вигляд, їх обробку і передачу отриманої інформації на сервер;
- комплект кабелів для підключення вхідних сигналів напруги та БДТ.

Функціональні характеристики системи забезпечують:

- безперервну реєстрацію і контроль сигналів;

- відображення на екрані в табличній або графічній формі поточного стану контрольованого обладнання;
- автоматичне визначення моментів виникнення різних системних подій (по комбінаціям сигналів) з контролем правильності діаграми сигналів відпрацювання події;
- автоматичний запис діаграми сигналів до і після подій;
- запис діаграми сигналів по команді оператора, в тому числі за минулий період часу;
- формування сигналу "сухий контакт" в ланцюг дистанційної сигналізації про виникнення системної події;
- автоматична обробка: обчислення параметрів роботи контрольованого обладнання, і генерація звіту;
- друк звітів і графіків сигналів;
- безперервний самоконтроль всіх основних вузлів системи, дистанційну сигналізацію справності системи;

Система використовується на ряді АЕС для контролю роботи приводів (діагностики) та моніторингу систем групового та індивідуального управління (СГИУ), систем управління захистом (СУЗ), систем аварійного захисту (АЗ).

в) Пульт перевірки блоків ППБА-ВЛ та ППБК-ВЛ (розробка СНВО «Імпульс»).

Пульти призначені для перевірки блоків уніфікованого комплексу технічних засобів (УКТС та УКТС-ВЛ).

Принцип роботи пульта полягає в формуванні тестових сигналів, необхідних для перевірки блоків за заданим алгоритмом перевірки, і вимірі електричних параметрів вихідних сигналів блоку. Обробка результатів вимірювань здійснюється в ПЕОМ з видачею повідомлення про стан блоку на монітор. Результати вимірювань заносяться в базу даних ПЕОМ. Пульти

працюють під управлінням діагностичної системи блоків УКТС, що функціонує на ПЕОМ.

Пульт перевірки блоків аналогових (ППБА-ВЛ).

Призначений для:

- автоматичного налаштування, калібрування і перевірки працездатності блоків аналого-дискретного перетворення АДП-1ВЛ;
- налаштування, калібрування і автоматизованої перевірки працездатності блоків БГР-ТВЛ, АДП-1М1, БР-ТО1;
- налаштування та автоматизованої перевірки працездатності блоків БКІН-ВЛ.

Функціональні характеристики:

- забезпечує підключення вольтметра В7-54 до аналогових входів і виходів, до дискретних виходів блоку який перевіряється, до шин живлення пульта, до виходів формувачів постійної і змінної напруги пульта;
- вимірює значення залишкових напружень і струмів витоку всіх дискретних виходів блоків;
- забезпечує перевірку електричного опору ізоляції блоку який перевіряється за допомогою вольтметра В7-54 / 2.

Пульт перевірки блоків ключів ППБК-ВЛ

Пульт призначений для перевірки працездатності, контролю опору ізоляції і ремонту блоків ключів БКЛ-1ВЛ, БКЛ-2ВЛ.

Функціональні характеристики:

- пульт забезпечує перевірку працездатності блоків БКЛ подачею на входи блоку максимального рівня логічного «0» і мінімального рівня логічної «1» або імпульсних сигналів з вимірюванням струму споживання;
- пульт забезпечує вимірювання електричного опору ізоляції вхідними та вихідними ланцюгами;

- перевірка працездатності блоків проводиться при напрузі електроживлення блоку який перевіряється 14,25 V, 15 V, 15,75 V;
- пульт має діагностичну систему, що дозволяє проводити автоматичну перевірку блоків БКЛ-1ВЛ, БКЛ-2ВЛ, а також перевірку працездатності пульта;

Розглянувши дані пульти перевірки блоків було з'ясовано, що вони не підходять для тестування СОСП.

1.3 Постановка завдання

Дане технічне завдання поширюється на розробку програмної складової ПТК тестування системи визначення вільних і слабофіксованих предметів.

В даний час існує проблема відсутності мікропрограми функціонування контролера введення-виведення, який входить до складу стендового обладнання комплексної системи діагностики (далі - КСД).

У СНВО «Імпульс» був розроблений комплекс технічних засобів у складі контролера введення-виведення (КВВ-8) і імпульсного молотка (ІМТ-1) для тестування системи виявлення вільних і слабофіксованих предметів (СОСП). Управління комплексом неможливо без програмної складової, тому розробка мікропрограми управління функціонуванням КВВ-8 є актуальною.

Необхідно, з урахуванням структури комплексу тестування СОСП, розробити алгоритми мікропрограми мікроконтролера LPC2478, на базі якого реалізовано КВВ-8.

В результаті дипломного проекту повинні бути розроблені алгоритми за якими розроблена мікропрограма функціонування контролера введення-виведення. Мікропрограма буде завантажена у Flash-пам'ять мікроконтролера LPC2478, який знаходиться в модулі управління станції живлення (КВВ-8) див. рис. 1.1.

Складені алгоритми повинні бути реалізовані на мові програмування C в середовищі програмування IDE IAR Embedded Workbench for ARM.

Мікропрограма призначена для управління контролером введення-виведення, а саме: управлінням КВВ-8 (автоматичний і ручний режим), накопичення заряду для подачі на імпульсні молотки та передачею отриманої інформації по інтерфейсу Ethernet.

В рамках роботи необхідно:

- а) Проаналізувати структуру комплексу тестування СОСП.
- б) Опрацювати і проаналізувати можливості реалізації алгоритмів для контролера введення-виведення;
- в) Розробити алгоритми мікропрограми, а саме:
 - 1) реалізація алгоритму ініціалізації;
 - 2) реалізація алгоритму початкового самодіагностування, а також періодичного діагностування і самоконтролю;
 - 3) реалізація алгоритму прийому команд оператора;
 - 4) реалізація алгоритму виконання розряду;
 - 5) реалізація алгоритму виконання удару;
 - 6) реалізація алгоритму прийому і передачі повідомлень по інтерфейсу Ethernet.
- г) Розробити мікропрограму управління КВВ-8.

План роботи:

- а) Вивчити вимоги і склад стендового обладнання.
- б) Вивчити документацію по мікроконтролеру LPC2478 (призначення, структура, архітектура);
- в) Описати функціональне призначення і структуру мікропрограми;
- г) Розробити та описати блок-схеми основних функцій мікропрограми.

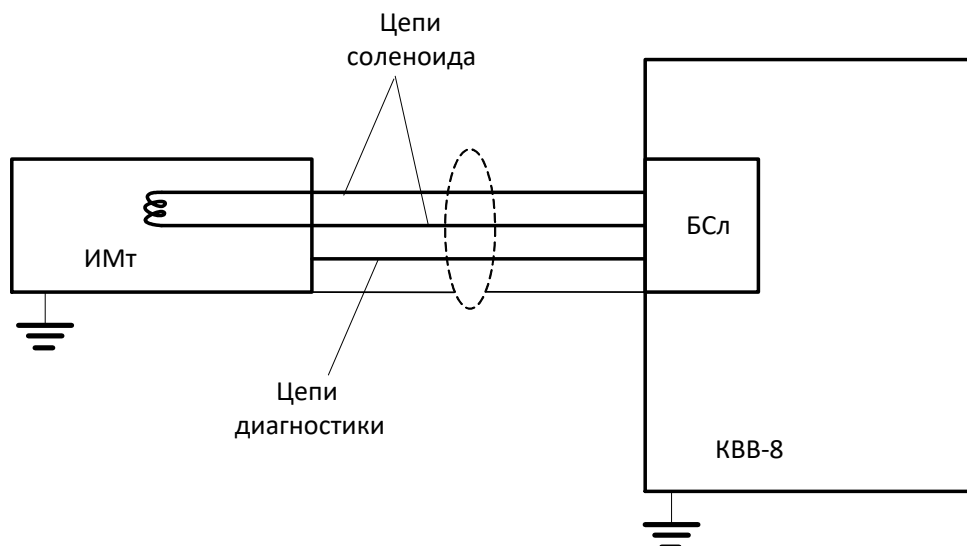
1.4 Висновки до першого розділу

Таким чином, в першому розділі був проведений аналіз даних предметної області, аналіз існуючих аналогів ПТК тестування. Були виявлені їх позитивні сторони і недоліки, які в подальшому були враховані при розробці мікропрограми. Здійснено написання плану дій для розробки мікропрограми та було визначено які алгоритми повинні бути реалізовані. Зроблена постановка задачі.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Опис та робота контролера введення-виведення

Контролер введення-виведення (далі - КВВ-8) призначений для отримання команд від оператора системи виявлення вільних і слабофіксованих предметів (далі - СОСП) і сервера СОСП, формування електричних імпульсів, необхідних для приведення в дію імпульсних молотків (далі - ІМт-1), а також для контролю справності ІМт-1 і електричних параметрів з'єднувальних кабелів між блоком силовим (далі - БСЛ) та ІМт-1. Структурна схема з'єднання КВВ-8 з ІМт-1 приведена на рисунку 2.1.



Примечания

- 1 Цепи диагностики соединены с корпусом ИМТ
- 2 Экран кабеля соединен с двух сторон с корпусами КВВ-8 и ИМТ

Рисунок 2.1 – Структурна схема з'єднання КВВ-8 з ІМТ-1

Базовою частиною для всіх виконань КВВ-8 є каркас, блок комутації (далі - БКм), що виконує функції генмонтажної плати, один блок живлення (далі - БПт) і один блок управління (далі - БУ). Кількість БСл у виконаннях є змінним і відповідає таблиці 1.

Каркас призначений для установки в шафі апаратури комплексної системи діагностики (далі - АКСД).

Таблиця 2.1 - Відмінності виконань КВВ-8

Найменування і шифр	Позначення	Кількість БСл, шт
Контролер введення-виведення КВВ-8/001	468332.206-001	1
Контролер введення-виведення КВВ-8/002	468332.206-002	2
Контролер введення-виведення КВВ-8/003	468332.206-003	3

Контролер введення-виведення КВВ-8/004	468332.206-004	4
---	----------------	---

В позначенні КВВ-8 / XXX, XXX - порядковий номер виконання, що відповідає кількості БСл. Кількість БСл визначає кількість підключених ІМТ-1 (до одного БСл можливо підключити тільки один ІМТ-1).

КВВ-8 складається з:

- блоку комутації БКМ-112;
- блоку живлення БПТ-217;
- блоку управління БУ-502;
- блоків силових БСЛ-2.

Структурна схема КВВ-8/004 представлена на рисунку 2.2.

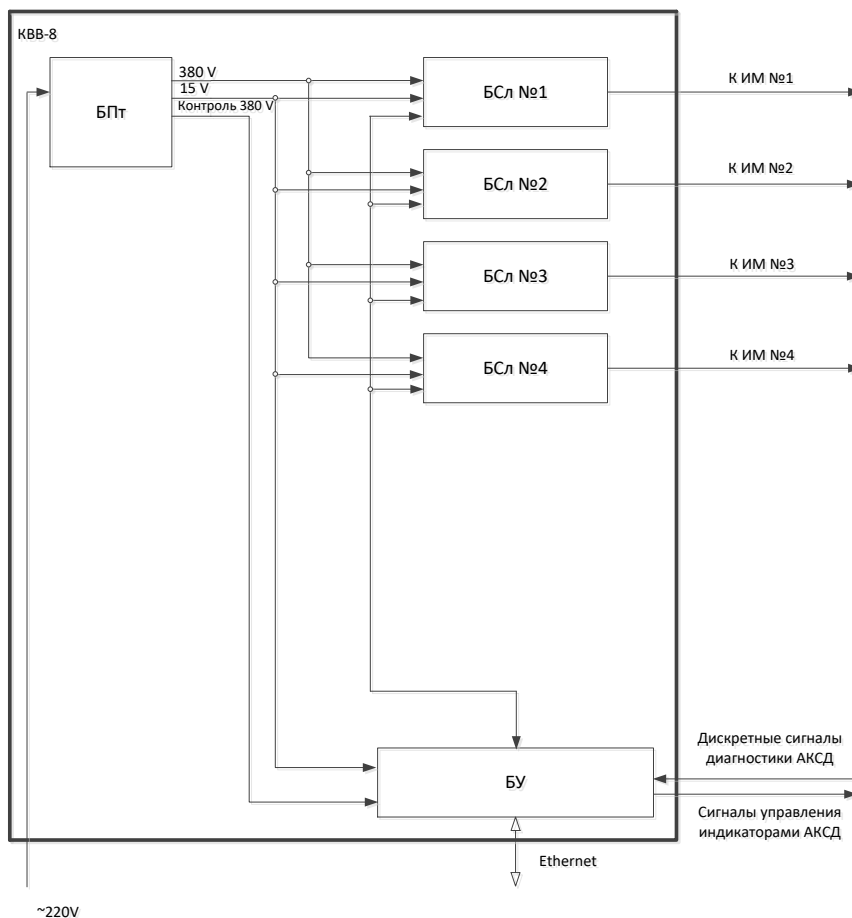


Рисунок 2.2 - Структурна схема КВВ-8/004

КВВ-8 розміщується в "19 крейті в шафах АКСД. Ширина передньої панелі КВВ-8 становить 84 НР(= 426.4 mm), висота - 6U (368 mm). Глибина КВВ-8 забезпечує установку плат глибиною 160 mm. Зовнішній вигляд передньої панелі КВВ-8 представлено на рисунку 2.3.

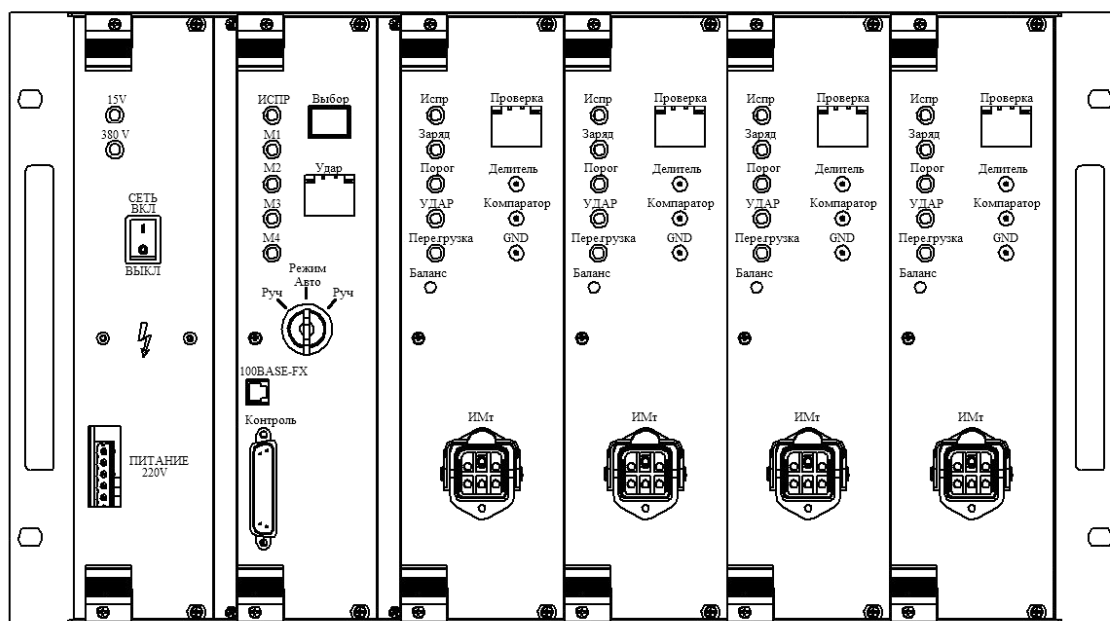


Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд передній панелі КВВ-8/004

Блок комутації забезпечує взаємодію блоку управління і чотирьох БСл, а також підключення напруги живлення 15 V і 380 V постійного струму від БПт до БУ і БСл.

Блок живлення має один вхід електроживлення з напругою 220 V змінного струму. БПт формує напруги живлення 15 V і 380 V постійного струму. До складу БПт входить фільтр мікросекундних і наносекундних перешкод. На лицьовій панелі блоку розміщений вимикач живлення. Також на лицьовій панелі БПт встановлений роз'єм 231-436 / 001-000 Wago для підключення напруги 220 V. Контроль вихідної напруги БПт проводиться в БУ.

Блок управління складається з:

- вузла мікроконтролера;
- вузла оптоволоконного інтерфейсу Ethernet;
- вузла живлення;
- вузла індикації, прийому команд оператора і діагностики;
- вузла управління та контролю БСЛ.

Структурна схема БУ приведена на рисунку 2.4.

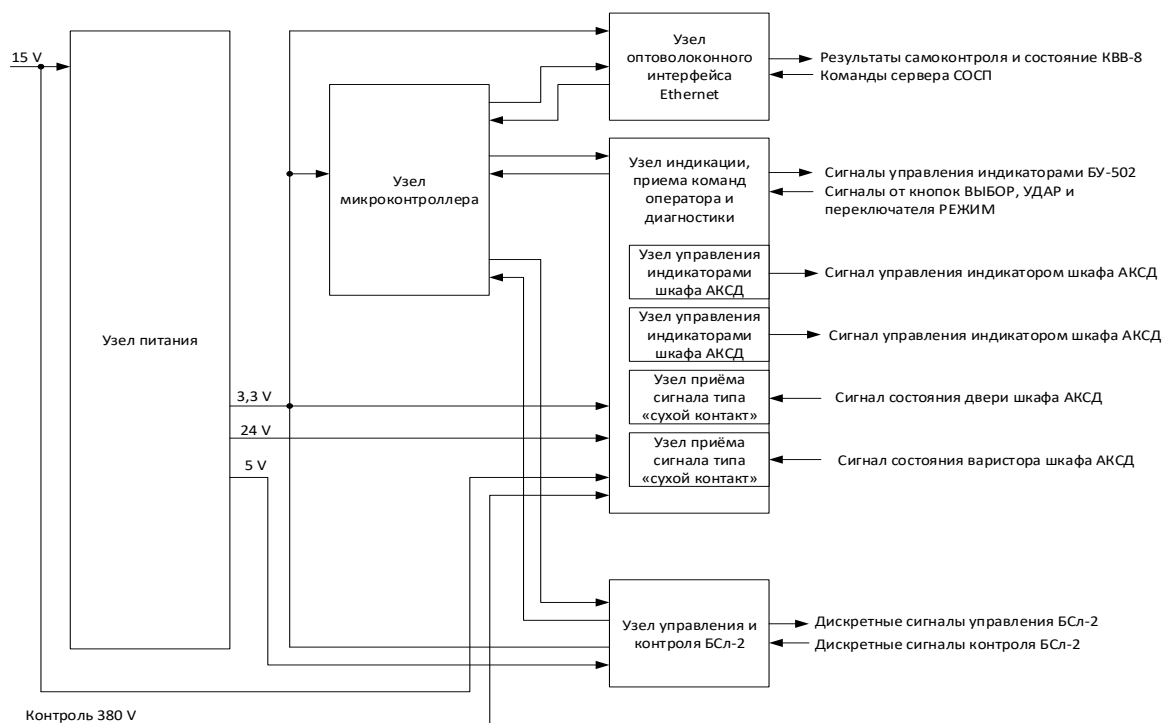


Рисунок 2.4 - Структурна схема блока управління

Вузол мікроконтролера БУ побудований на базі мікросхеми LPC2478 фірми NXP. Програма функціонування мікроконтролера зберігатися у вбудованій Flash пам'яті LPC2478. Тактову частоту 12 MHz мікроконтролера LPC2478 задає кварцовий резонатор Q-12.000-S-30-30 / 30-T1 фірми Jauch. Процесорне ядро функціонує на тактовій частоті 72 MHz.

Як формувач початкового скидання процесора використовується супервізор TPS3103K33DBVT фірми Texas Instruments.

Супервізор формує скидання LPC2478 в наступних ситуаціях:

- по включенню живлення;
- при зниженні живлення 3,3 V менш граничного допустимого значення 3,0 V.

Вузол оптоволоконного інтерфейсу Ethernet складається з мікросхеми-трансивера KS8721 Micrel, яка підключається до портів Ethernet мікроконтролера LPC2478 по інтерфейсу MII / RMII, і оптичного приймача AFBR-5903AZ Avago Technologies.

Вузол живлення включає:

- перетворювач напруги живлення типу REC8-123.3SRW / H2 / A / M Resom, яка формує з вхідної напруги 15 V напругу 3,3 V потужністю 8 W;
- перетворювач напруги живлення типу RSO-1205S / H2 Resom, яка формує з вхідної напруги 15 V напругу 5 V потужністю 1 W;
- перетворювачі напруги живлення типу TMV0512S Traco Power, що формують з вхідної напруги 5 V напругу 24 V потужністю 1 W для опитування «сухих контактів» від шафи АКСД.

Вузол індикації, прийому команд оператора і діагностики забезпечує вимір напруг живлення і температури блоку. Для вимірювання напруги живлення 380 V використовується аналого-цифровий перетворювач (далі - АЦП) AD7887BR фірми Analog Devices, що підключається до мікроконтролера LPC2478 через інтерфейс SPI і мікросхему ADuM 1401, що забезпечують гальванічну розв'язку. Для вимірювання напруг живлення 3,3 V, 15 V і температури використовується АЦП, вбудований в мікроконтролер LPC2478.

Індикація результатів діагностики проводиться на індикаторі ИСПР (інтегральний ознака справності блоку). Індикація вибору активного ІМт-1

проводиться на індикаторах «М1» - «М4». Для індикації на передню панель встановлюються поодинокі індикатори TLUV5300 Vishay. Індикатори підключаються до LPC2478 через регістри SN74LVC374D.

Діагностика підключених дискретних сигналів шафи виконується через з'єднувач «КОНТРОЛЬ», розміщений на передній панелі БУ:

- стан дверей шафи;
- стану варисторів в розподільнику електроживлення шафи.

Зовнішні дискретні сигнали гальванічно розв'язані з внутрішніми ланцюгами БУ, через вузли U3, U4, і підключаються до мікросхеми SN74LVC374ADW (D10).

Також вузол забезпечує управління індикаторами шафи АКСД НОРМА і НЕСПРАВНІСТЬ, вибір режиму роботи КВВ-8: ручний або автоматичний. Вибір режиму здійснюється за допомогою перемикача РЕЖИМ (JD7509JA126 АРЕМ). При виборі ручного режиму ігноруються команди, що надходять від сервера по інтерфейсу Ethernet. При виборі автоматичного режиму ігноруються кнопки ВИБІР і УДАР.

Вибір ІМт-1 забезпечується циклічним натисканням кнопки ВИБІР (A3CJ-7111 Omron) на передній панелі. Після вибору необхідного ІМт-1 після натискання кнопки УДАР (A3CJ-7111 Omron) здійснюється заряд конденсаторів БСл і по його закінченні виконується удар ІМт-1.

Вузол управління і контролю БСл забезпечує формування дискретних сигналів для БСл по команді від вузла мікроконтролера, прийом дискретних сигналів від БСл і передачу їх у вузол мікроконтролера. Вузол перетворює сигнали від мікроконтролера з напругою 3,3 V в сигнали для БСл напругою 5 V і виконує зворотне перетворення сигналів від БСл з напругою 5 V в сигнали для мікроконтролера LPC2478 напругою 3,3 V за допомогою інверторів 74LVC14 і 74ACT14.

Силовий блок складається з:

а) Вузол зарядки ємкості живлення ІМт-1 забезпечує заряд конденсаторів до максимального напруження 300 V за час, що не перевищує 120 s. Вузол складається з: силового ключа на IGBT транзисторі IRG4PH50S, драйвера управління силовим ключем HCPL-3150, резисторів обмеження струму заряду і індикатора заряду.

б) Вузол комутації ємкості на соленоїд ІМт-1 забезпечує розряд конденсаторів на обраний ІМт-1, підключений до передньої панелі БСл. Вузол складається з: силового ключа на потужному IGBT транзисторі IXGK120N120A3 (робоча напруга 1200 V, комутований струм до 600 A за 1 ms), драйвера управління силовим ключем IR2127 і індикатора УДАР. Вузол забезпечує автоматичне відключення транзистора IXGK120N120A3 для виключення можливості повторного удару штока. У вузлі виконується контроль перевантаження в ланцюзі харчування ІМт-1. Відстежується стан лінії живлення ІМт-1 по струму навантаження і в разі перевантаження закривається силовий ключ управління живленням ІМт-1. Функція контролю перевантаження реалізована в драйвері управління силовим ключем IR2127. У разі перевантаження включається індикатор перевантажування на передній панелі БСл.

в) Вузол розрядки ємкості живлення ІМт-1 на внутрішнє навантаження призначений для забезпечення безпеки користувача та підготовки БСл до удару. При виключенні живлення відбувається розряд конденсаторів на внутрішнє навантаження за той же час, що і виконується зарядження (не більше 120 s), що дозволяє безпечно витягти БСл. Вузол складається з: силового ключа на IGBT транзисторі IRG4PH50S, драйвера управління силовим ключем HCPL-3150, резисторів обмеження струму розряду і замкнутого реле LH1521BACTR.

г) Вузол регулювання потужності удару ІМт-1 регулює енергію ударного імпульсу шляхом зміни максимальної напруги заряду конденсаторів. Діапазон регулювання напруги заряду конденсатора становить від 0 до 300 V.

Регулювання здійснюється шляхом обертання штока потенціометра через отвір в лицьовій панелі БСл. Вузол складається з: джерела опорного напруги ADR02, компаратора ADCMP609, на який подається напруга на конденсаторі живлення ІМт-1 через резистивний дільник, потенціометра на 25 обертів для регулювання напруги та індикатора ПОРІГ.

д) Вузол діагностики відстежує такі параметри:

- виконання механічного удару штока ІМт-1 о корпус
- контроль опору ізоляції "провід-корпус";
- обрив лінії зв'язку БСл - соленоїд ІМт-1.

При ударі штока о корпус забезпечується контакт внутрішнього і зовнішнього корпусів ІМТ-1, в слідстві чого формується сигнал детектування удару, який приймається мікросхемою MC74AC373DWG через оптопару H11L1M.

Вузол контролю опору ізоляції призначений для контролю опору ізоляції між ланцюгами підключення до соленоїда ІМт-1 і ланцюгом заземлення блоку. Якщо електричний опір ізоляції ділянки електричний нуль-корпус більше 24 k Ω , то на виході оптопари H11L1M встановлюється рівень логічної "1". Зниження опору ізоляції нижче 16 k Ω призводить до установки на виході оптопари рівня логічного "0". Вузол контролю опору ізоляції складається з мультівібратора на базі логічних елементів мікросхеми MC14106BD, підсилювача сигналу на базі операційного підсилювача ОРА2131UA, конденсаторів між корпусом і мультівібратором, стабілізатора напруги TL431ID, компаратора LM139AD і оптопари H11L1M.

Вузол обриву лінії зв'язку між БСл і ІМт-1 контролює цілісність лінії зв'язку шляхом періодичного підключення до лінії зв'язку тестового сигналу напругою 5 V. вузол обриву лінії зв'язку між БСл і ІМт-1 складається з перетворювача DC \ DC RSO-1205S / H2 Resom і оптопари H11L1M (V23).

Для підключення ІМТ-1 до БСл використовується з'єднувач HAN K 6/6 A. Harting. З'єднувач розміщується на передній панелі БСЛ.

Для підключення БСл до БКм використовуються вилка H15 A-C 15-угл-печ Harting і вилка Gds A-D 32-угл-печ Harting. З'єднувачі розміщені з заднього боку плати БСл.

2.2 Технічні характеристики КВВ-8

Основні характеристики:

а) кількість оптоволоконних портів Ethernet 100 Base-FX (тип з'єднувачів MTRJ) - 1 шт. ;

б) максимальна швидкість передачі інформації по оптичному цифровому інтерфейсу Ethernet - 100 Mbit / s;

в) кількість можливих підключених ІМТ-1:

1) КВВ-8/001 - 1 ІМТ-1;

2) КВВ-8/002 - 2 ІМТ-1;

3) КВВ-8/003 - 3 ІМТ-1;

4) КВВ-8/004 - 4 ІМТ-1.

г) маса:

1) КВВ-8/001 - 8,5 kg;

2) КВВ-8/002 - 9,5 kg;

3) КВВ-8/003 - 10,5 kg;

4) КВВ-8/004 - 11,5 kg.

Вхідні дискретні сигнали:

- прийом стану дверей шафи АКСД («сухий контакт»);

- прийом стану варисторів шафи АКСД («сухий контакт»).

Вихідні дискретні сигнали напругою 24 V:

- управління індикатором НОРМА шафи АКСД;
- управління індикатором НЕСПРАВНІСТЬ шафи АКСД.

КВВ-8 має один вхід електроживлення змінного струму з номінальною напругою 220 V і частотою 50 Hz. Номінальна споживана потужність КВВ-8, становить не більше 30 W. Габаритні розміри КВВ-8 не більше: довжина - 490 mm, ширина - 245 mm, висота - 270 mm.

Робочі і граничні значення зовнішніх факторів, що впливають (далі - ВВФ) на навколишнє середовище приведені в таблиці 2.2 у вигляді випробувальних значень, що імітують реальні ВВФ при випробуваннях КВВ-8 на стійкість до цих ВВФ.

Таблиця 2.2 – Значення зовнішніх факторів, що впливають на навколишнє середовище

Найменування ВВФ, одиниці виміру і тривалість впливу	Випробувальні значення ВВФ
Температура повітря (час впливу, h, не менше)	
– нижнє значення, ° C, не більше	15 (6)
– верхнє значення, ° C, не менше	50 (6)
– швидкість зміни, ° C / h, не менше	5
Відносна вологість (час впливу, h, не менше)	
- нижнє значення (при 15 ° C),%, не більше	20 (24)
- верхнє значення,%, не менше	
- при 50 °C	
Потужність поглиненої дози випромінювання, Gy / h, не менше	$4 \cdot 10^{-5}$

КВВ-8 по сейсмостійкості належить до категорії II б згідно ПНАЕ Г5 006 87 і є сейсмостійким при землетрусі 7 балів. Параметри сейсмічних ВВФ наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Параметри сейсмічних ВВФ

Найменування і одиниця виміру	Випробувальні значення ВВФ
Синусоїдальна вібрація:	
- амплітуда переміщення (в діапазоні частот 1 9 Hz), mm, не менше	1,5
- амплітуда прискорення (в діапазоні частот 9 150 Hz), m / s ² , не менше	5,0
- тривалість, хв, не менше	60
- напрямок впливу	Z

Найменування і одиниця виміру	Випробувальні значення ВВФ
Механічні удари:	
- пікове ударне прискорення, m / s ² , не менше	40
- тривалість ударного імпульсу, ms	100
- форма ударного імпульсу	полуволна синусоїди
- період між ударами, s, не більше	2,0
- число ударів, не менше	1000
- напрямок впливу	Z
Примітка - Z - напрямок вздовж вертикальної осі	

Продовження таблиці 2.3

2.3 Опис та робота імпульсного молотка

2.3.1 Опис імпульсного молотка

Імпульсний молоток (далі – ІМТ-1) застосовується для тестової перевірки працездатності системи виявлення вільних і слабофіксованих предметів в потоці теплоносія першого контуру реакторної установки (далі - РУ).

ІМТ-1 виконує нанесення тестових ударів по трубопроводу по команді від контролера введення-виведення КВВ-8 для діагностики СОСП.

ІМТ-1 виконаний у вигляді герметичного циліндричного пристрою, в задній частині якого встановлений УЗНЦ-з'єднувач для підключення кабельної лінії зв'язку з КВВ-8. ІМТ-1 містить соленоїд і металевий рухливий шток (ударник) в центрі соленоїда, переміщення якого викликає удар по корпусу ІМТ-1. Вид ІМТ-1 у розрізі представлено на рисунку 2.5.

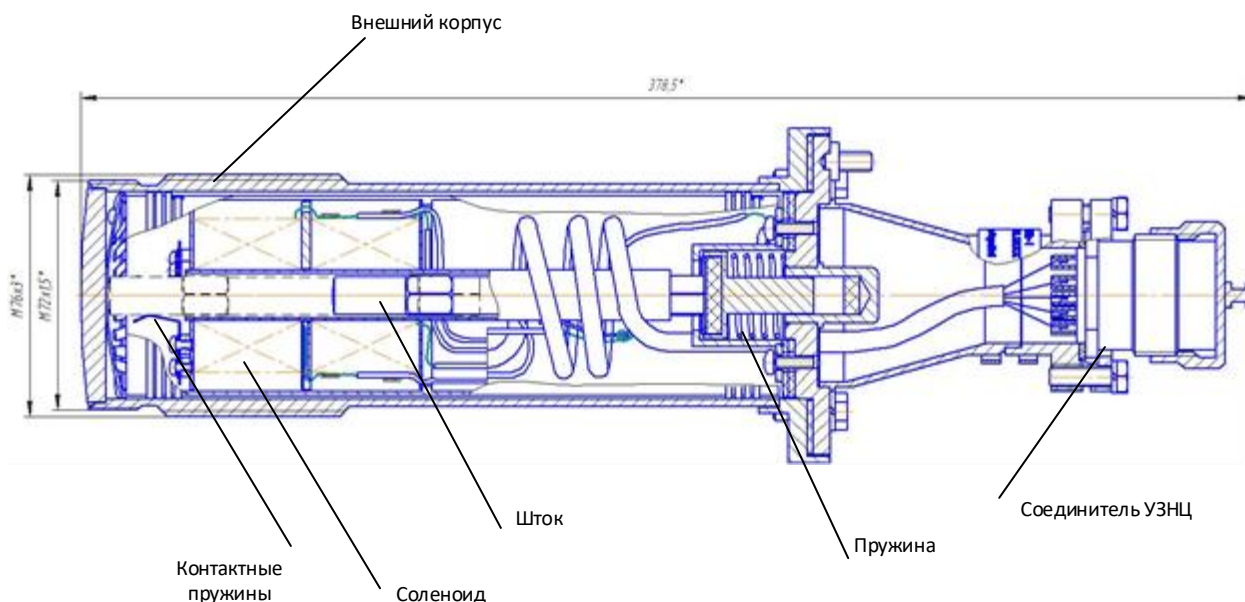


Рисунок 2.5 - Вид ІМТ-1 у розрізі

Зовнішній корпус ІМт-1, призначений для захисту ІМт-1 від зовнішніх впливів, виконаний з нержавіючої сталі, внутрішній, призначений для додаткового захисту котушки індуктивності - зі сталі 20. На зовнішньому корпусі знаходиться різьблення М76х3 для установки в хомут кріплення на трубі. Внутрішній і зовнішній корпус електрично ізолювані один від одного. Опір ізоляції між ланцюгами соленоїда ІМт-1 і зовнішнім корпусом відповідає таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Опір ізоляції між ланцюгами соленоїда і зовнішнім корпусом

Опір, МОhm, не менше		
При нормальних умовах випробувань	При верхньому робочому значенні температури	При верхньому робочому значенні вологості
40	10	2

У корпусі ІМт-1 розміщуються соленоїд і ударний шток. При подачі напруги на соленоїд шток переміщається всередині трубки з нержавіючої сталі і виконує удар. Для захисту від повторного удару штока в ІМТ-1 передбачена пружина, що гасить енергію штока при поверненні. Шток виконаний з нержавіючої сталі.

Конструкція ІМт-1 виключає безпосередню взаємодію та завдає удар штока ІМт-1 з поверхнею обладнання РУ. Шток ІМт-1 завдає удару по внутрішній поверхні торцевої частини ІМт-1, притиснутою до обладнання РУ.

Перед внутрішньою поверхнею торцевої частини розміщуються три контактні пружини, що забезпечують електричний контакт внутрішнього і зовнішнього корпусів в момент удару штока, необхідний для контролю моменту удару штока. Пружини мають контакт з внутрішнім корпусом, який з'єднується перемичкою із з'єднувачем УЗНЦ.

2.3.2 Робота імпульсного молотка

При подачі постійної напруги до 300 V, який формується у КВВ-8, на соленоїд, шток переміщується всередині трубки з нержавіючої сталі і виконує удар по внутрішній поверхні торцевої частини ІМТ-1, притиснутою до обладнання РУ.

2.4 Технічні характеристики ІМТ-1

Опір котушок соленоїда становить від 0,65 Ohm до 0,85 Ohm.

Індуктивність котушок соленоїда (шток знаходиться всередині котушок соленоїда) становить від 12 мН до 18 мН.

Допустима довжина кабелю зв'язку ІМТ-1 з КВВ-8 становить від 50 до 200 м. Допустимий опір кабелю - до 4 Ohm.

Маса ІМТ-1 - не більше 4,5 kg.

Габаритні розміри ІМТ-1, mm, не більше: довжина - 390, діаметр - 110.

Максимальна імпульсна напруга, що подається на котушку індуктивності ІМТ-1, - 300 V постійного струму. Налаштування номіналу напруги і, отже, сили удару ІМТ-1 проводиться на КВВ-8.

Ступінь захисту - IP65.

2.5 Аналіз мікроконтролера LPC2478

Компанія NXP Semiconductors спроектувала мікроконтролер LPC2478, що працює від ядра ARM7TDMI-S, у якості високоінтегрованого мікроконтролера для широкого спектру застосувань, що вимагають передові комунікації та високоякісні графічні дисплеї. Мікроконтролер LPC2478 має 512 Кб вбудованої високошвидкісної флеш-пам'яті. Ця флеш-пам'ять включає спеціальний 128-бітний інтерфейс пам'яті і прискорену архітектуру, яка дозволяє ЦПУ виконувати послідовні інструкції з флеш-пам'яті з максимальною частотою 72 МГц. Ця функція доступна тільки в сімействі продуктів мікроконтролера серії LPC2000 ARM. LPC2478 має інтерфейси налагодження в реальному часі, що включають як JTAG, так і вбудовану трассировку, може виконувати як 32-бітові ARM, так і 16-бітові інструкції [7].

Мікроконтролер LPC2478 оснащений контролером LCD, контролером доступу до середовища Ethernet 10/100 (MAC), USB-контролером з повним набором Device/Host/OTG-контролером з 4 КБ ОЗУ, чотирма UART-портами (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter - універсальний асинхронний приймач), двома каналами мережі контролера (CAN), SPI-порт (Serial Peripheral Interface - послідовний периферійний інтерфейс), два синхронних послідовних порту (SSP). Так само підтримуються наступні компоненти колекції інтерфейсів послідовного зв'язку: вбудований з частотою 4 МГц внутрішній генератор, загальний обсяг оперативної пам'яті 98 КБ, що складається з 64 КБ локальної SRAM, 16 КБ SRAM для Ethernet, 16 КБ SRAM для DMA-контролера (Direct Memory Access - прямий доступ до пам'яті), 2 Кбайт SRAM акумулятора і контролер зовнішньої пам'яті (EMC). Ці функції роблять цей пристрій оптимально відповідним для портативної електроніки і Point-of-Sale матеріалів (POS - матеріали, що сприяють просуванню бренду). На додаток до численних контролерів послідовного зв'язку, універсальним можливостям синхронізації і функцій пам'яті застосовуються різні 32-розрядні таймери, 10-розрядний ADC, 10-розрядний DAC, два PWM блоки і до 160 швидких GPIO ліній. LPC2478 з'єднує 64 GPIO виводи з апаратним контролером векторних переривань (VIC),

дозволяючи зовнішні входи для генерації по фронту сигналу переривання. Всі ці особливості роблять LPC2478 особливо підходящим для промислового контролю і медичних систем [7].

Особливості мікроконтролера:

- процесорне ядро ARM7TDMI-S, яке працює на частоті до 72 МГц;
- 512 Кб вбудованої флеш-пам'яті програм з можливостями внутріпрограмування (ISP) та In-Application Programming (IAP). Флеш-пам'ять програми знаходиться на локальній шині ARM для високопродуктивного доступу до ЦП;
- 98 КБ на чіпі SRAM включає в себе:
 - 1) 64 КБ SRAM на локальній шині ARM для високопродуктивного доступу до ЦП;
 - 2) 16 КБ SRAM для інтерфейсу Ethernet. Може також використовуватися як SRAM загального призначення;
 - 3) 16 КБ SRAM для загального використання DMA також доступні через USB;
 - 4) 2 Кбайт зберігання даних живлення SRAM, від домену потужності Real-Time Clock (RTC);
- LCD контролер підтримуючий Super-Twisted Nematic (STN) та Thin-Film Transistors (TFT) дисплеї;
- система Dual Advanced High-Performance Bus (AHB) дозволяє одночасно використовувати Ethernet DMA, USB DMA і виконання програм з вбудованим на чіпі флеш без будь-яких претензій;
- EMC забезпечує підтримку асинхронних статичних запам'ятовуючих пристроїв, таких як RAM, ROM і Flash, а також динамічні запам'ятовуючі пристрої, такі як SDRAM з однією швидкістю передачі даних;
- Advanced Vectored Interrupt Controller (VIC), контролер, що підтримує до 32 векторних переривань;

- контролер загального призначення DMA (GPDMA) на АНВ, який може використовуватися з SSP, I2S-шиною і інтерфейсом SD / MMC, а також для передачі даних між пам'яттю;
- послідовні інтерфейси:
 - 1) Ethernet MAC з інтерфейсом МП / RMP і відповідним контролером DMA;
 - 2) USB 2.0 повношвидкісний двопортовий пристрій/хост/контролер OTG з вбудованим PHY і відповідним контролером DMA;
 - 3) чотири UART з генерацією дробової швидкості передачі даних, один з модемним управлінням введення / виведення, один з підтримкою IrDA, все з FIFO;
 - 4) CAN-контролер з двома каналами;
 - 5) SPI-контролер;
 - 6) два контролера SSP з можливостями FIFO і декількома протоколами. Один з них є альтернативою для порту SPI, яка розділяє його переривання. SSP можуть використовуватися з контролером GPDMA;
 - 7) три інтерфейси I2C-шини (один з відкритим дренажем і два зі стандартними штирями порту);
 - 8) I2S (Inter-IC Sound) для цифрового аудіо входу або виходу. Він може використовуватися з GPDM;
- чотири режиму потужності: стандартний, сон, виключення і глибоке зниження потужності;
- граничне сканування для спрощеного тестування плат;
- різноманітні функції дають більше можливостей для використання периферійних функцій на чіпі;
- стандартний інтерфейс перевірки / налагодження ARM для сумісності з існуючими інструментами;
- модуль трасування емуляції підтримує трасування в реальному часі.

Застосування мікроконтролера:

- промисловий контроль;
- медичні системи;
- портативна електроніка;
- устаткування Point-of-Sale (POS).

Структурна схема мікроконтролера представлена на рисунку 2.6.

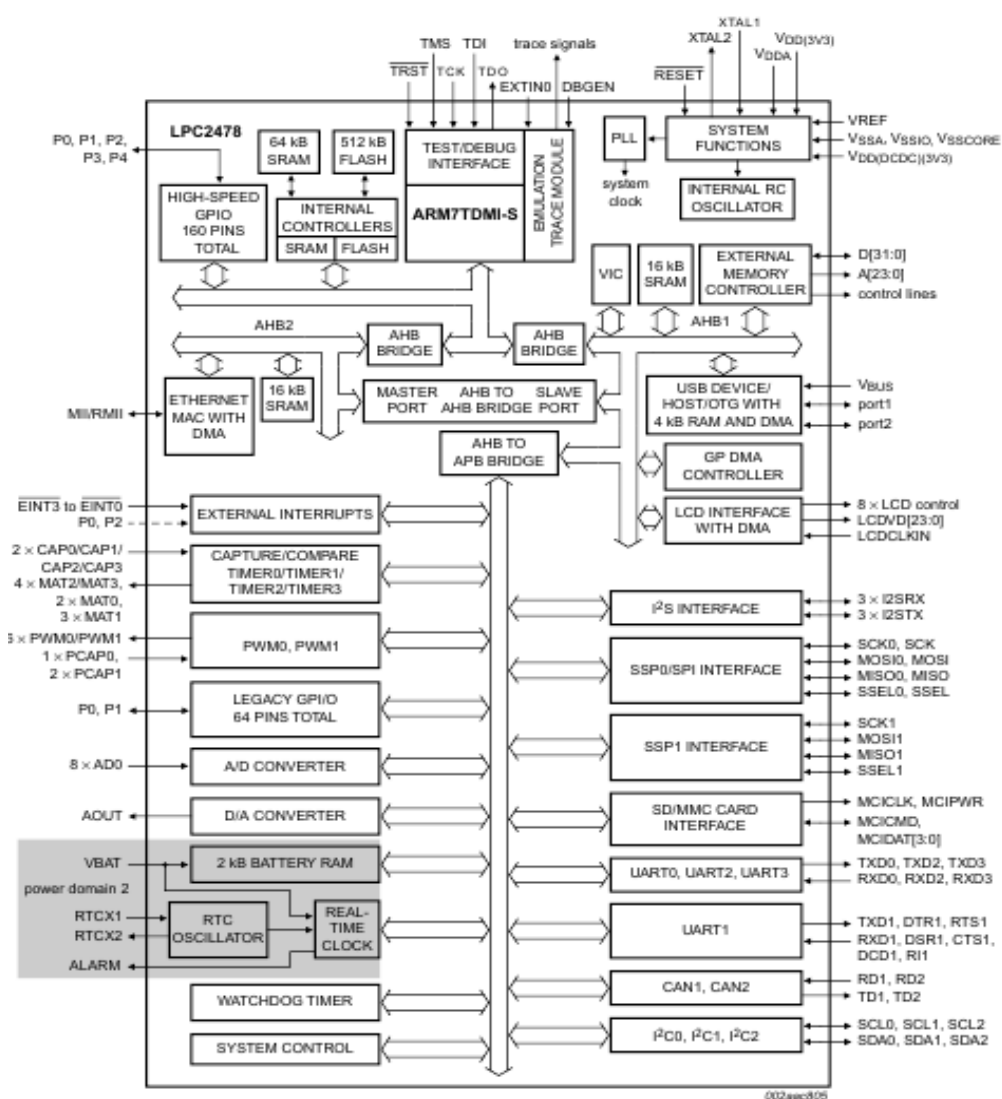


Рисунок 2.6 - Структурна схема мікроконтролера LPC2478

2.5.1 Архітектура мікроконтролера

Мікроконтролер LPC2478 складається з процесорного ядра ARM7TDMI-S з підтримкою емуляції, локальної шини ARM7 для тісного з'єднання, високошвидкісного доступу до вбудованої пам'яті, АМВА АНВ-інтерфейсу з високошвидкісними периферійними пристроями на чіпі і зовнішньою пам'яттю і АМВА APB для підключення до інших периферійних функцій на чіпі . Мікроконтролер постійно конфігурує процесор ARM7TDMI-S для порядку байтів молодшого байта [7].

LPC2478 реалізує два АНВ, щоб дозволити блоку Ethernet працювати без перешкод, викликаних іншими діями системи. Первинний АНВ, званий АНВ1, включає контролер VIC, GPDMA і EMC.

Другий АНВ, званий АНВ2, включає тільки блок Ethernet і пов'язаний з ним SRAM 16 КБ. Крім того, передбачений міст шини, який дозволяє другому АНВ бути провідним пристроєм шини на АНВ1, що дозволяє розширити буферну простір Ethernet в невикористану пам'ять або незайнятого простору в пам'яті, що знаходиться на АНВ1.

LPC2478 має локальну шину ARM яка призначена для зв'язку з контролерами вбудованої пам'яті, двома високошвидкісними шинами АНВ1 і АНВ2 (через відповідні мости) і тактирування модуля GPIO. Шина АНВ1 призначена для зв'язку з векторним контролером переривань, контролером зовнішньої пам'яті, USB і DMA контролерами, а також для зв'язку з відносно повільної периферійної шиною APB. Шина АНВ2 забезпечує роботу модуля Ethernet MAC, в тому числі прямий доступ до 16 Кбайт SRAM. Периферійна шина APB служить для зв'язку з усіма іншими модулями які виконують периферійні функції.

Процесор ARM7TDMI-S являє собою 32-розрядний мікропроцесор загального призначення, який забезпечує високу продуктивність і дуже низьке енергоспоживання. Архітектура ARM заснована на принципах Reduced Instruction

Set Computer (RISC), а набір команд і відповідний механізм декодування набагато простіше, ніж на мікропрограмованих комп'ютерах з набором команд. Ця простота призводить до високої пропускну здатності і вражаючої реакції переривання в реальному часі від невеликого і економічного процесорного ядра.

Використовуються методи Pipeline Techniques, так, що всі частини систем обробки і пам'яті можуть працювати безперервно. Зазвичай, коли виконується одна команда, її спадкоємець декодується, а третя команда витягується з пам'яті.

Процесор ARM7TDMI-S також використовує унікальну архітектурну стратегію, відому як Thumb, що підходить для додатків з великим об'ємом пам'яті з обмеженнями пам'яті або додатків, де щільність коду є проблемою.

Ключовою ідеєю Thumb є ідея супер-скороченого набору команд. По суті, процесор ARM7TDMI-S має два набори інструкцій:

- стандартний 32-бітний набір ARM;
- 16-бітний набір Thumb.

16-бітна довжина команди Thumb set дозволяє наблизитися до більш високої щільності в порівнянні зі стандартним кодом ARM, зберігаючи при цьому велику частину продуктивності ARM [7].

LPC2478 включає в себе систему флеш-пам'яті 512 КБ. Ця пам'ять може використовуватися як для зберігання коду, так і для зберігання даних. Програмування флеш-пам'яті може бути виконано кількома способами. Він може бути запрограмований в системі через послідовний порт (UART0). Прикладна програма може також стерти і / або запрограмувати флеш-пам'ять під час роботи програми, забезпечуючи більшу ступінь гнучкості для області зберігання даних і оновлення мікропрограми. Флеш-пам'ять має ширину 128 біт і включає в себе методи попередньої вибірки і буферизації, щоб це дозволяло працювати зі швидкістю 72 МГц.

Мікроконтролер LPC2478 включає в себе пам'ять SRAM об'ємом 64 Кбайт, зарезервовану для використання виключно для процесора ARM. Ця ОЗУ може використовуватися для зберігання коду та / або даних і може бути доступна як 8 біт, 16 біт і 32 біта. Блок SRAM 16 КБ, службовець в якості буфера для контролера Ethernet і SRAM 16 КБ, пов'язаний з другим AXB Може використовуватися для зберігання даних і коду. 2 КБ RTC SRAM може використовуватися тільки для зберігання даних. RTC SRAM харчується від батареї і зберігає вміст під час відсутності основного джерела живлення. Пам'ять LPC2478 включає кілька окремих областей, як показано в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Використання пам'яті LPC2478

Діапазон адрес	Загальне використання	Опис діапазону адрес	Деталі
0x0000 0000 - 0x3FFF FFFF	on-chip non-volatile memory and Fast I/O	0x0000 0000 - 0x0007 FFFF	Флеш-пам'ять (512 кВ)
		0x3FFF C000 - 0x3FFF FFFF	Швидкі регістри GPIO
0x4000 0000 - 0x7FFF FFFF	on-chip RAM	0x4000 0000 - 0x4000 FFF	RAM (64 кВ)
		0x7FE0 0000 - 0x7FE0 3FFF	Ethernet RAM (16 кВ)
		0x7FD0 0000 - 0x7FD0 3FFF	USB RAM (16 кВ)
0x8000 0000 - 0xDFFF FFFF	off-chip Memory	Чотири статичних банку пам'яті, по 16 МБ кожна	
		0x8000 0000 - 0x80FF FFFF	Статичний банк пам'яті 0
		0x8100 0000 - 0x81FF FFFF	Статичний банк пам'яті 1

		0x8200 0000 - 0x82FF FFFF	Статичний банк пам'яті 2
		0x8300 0000 - 0x83FF FFFF	Статичний банк пам'яті 3

Продовження таблиці 2.5

Діапазон адрес	Загальне використання	Опис діапазону адрес	Деталі
0x8000 0000 - 0xDFFF FFFF	off-chip Memory	Чотири динамічних банку пам'яті, по 256 МБ кожен	
		0xA000 0000 - 0xAFFF FFFF	Динамічний банк пам'яті 0
		0xB000 0000 - 0xBFFF FFFF	Динамічний банк пам'яті 1
		0xC000 0000 - 0xCFFF FFFF	Динамічний банк пам'яті 2
		0xD000 0000 - 0xDFFF FFFF	Динамічний банк пам'яті 3
0xE000 0000 - 0xEFFF FFFF	APB peripherals	36 периферійних блоків, по 16 kB кожен	
0xF000 0000 - 0xFFFF FFFF	AHB peripherals	-	

Блок пам'яті LPC2478 представлено на рисунку 2.7.

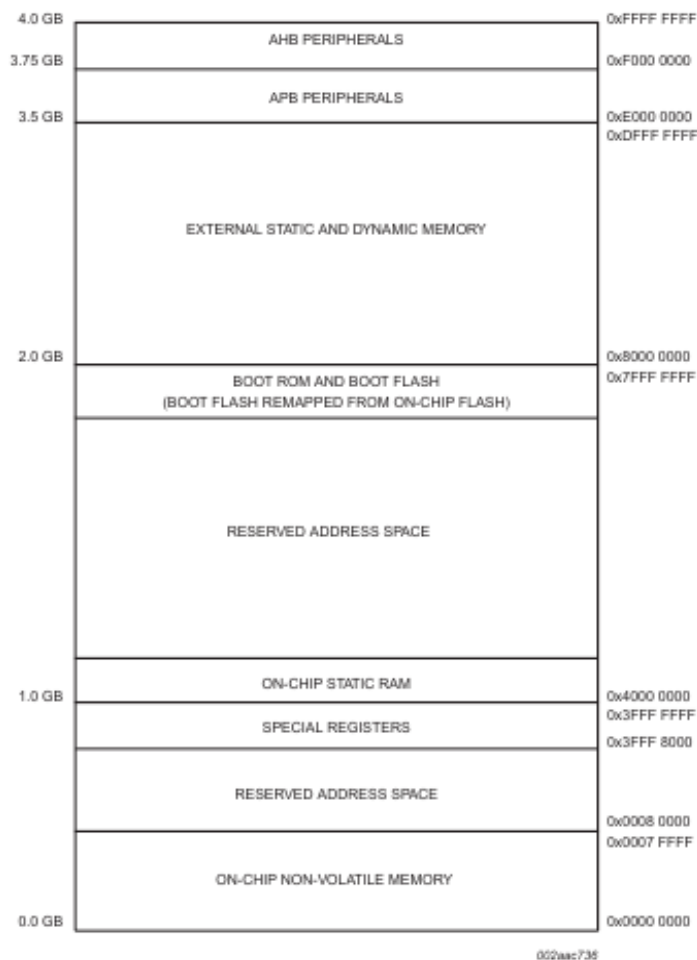


Рисунок 2.7 - Блок пам'яті LPC2478

Ядро процесора ARM має два входи переривань, званих Interrupt Request (IRQ) і Fast Interrupt Request (FIQ). VIC приймає 32 входить запити переривань, які можуть бути запрограмовані як FIQ або векторні типи IRQ. Програмована схема призначення означає, що пріоритети переривань від різних периферійних пристроїв можуть бути динамічно призначені і скориговані.

FIQ мають найвищий пріоритет. Якщо для FIQ призначено більше одного запиту, VIC ORs перевіряє запит на отримання сигналу FIQ для процесора ARM. Найшвидша латентність FIQ досягається, коли тільки один запит класифікується як FIQ, тому що тоді сервісна служба FIQ може просто почати працювати з цим пристроєм. Але якщо для класу FIQ призначено більше одного запиту,

підпрограма FIQ-сервісу може зчитувати слово з VIC, яке ідентифікує, яке джерело(а) FIQ запитує переривання.

Векторні IRQ, які включають всі запити переривань, що не класифікуються як FIQ, мають програмований пріоритет переривання. Якщо кільком перериванням призначається один і той же пріоритет і виконується одночасно, той, який підключений до каналу VIC з найменшим номером, буде обслуговуватися першим.

GPDMA - це сумісний з AMBA АНВ периферійний пристрій, що дозволяє окремим периферійним пристроям LPC2478 підтримувати DMA. GPDMA дозволяє здійснювати операції з: периферійний пристрій - пам'ять, пам'ять - периферійний пристрій, периферійний пристрій - периферійний пристрій і пам'ять - пам'ять. Кожен потік DMA забезпечує односпрямовану послідовну передачу DMA для одного джерела і адресата. Наприклад, для двонаправленого порту потрібно один потік для передачі і один для прийому. Область джерела і призначення може бути або областю пам'яті, або периферією, і до неї можна отримати доступ через майстер АНВ.

Блок Ethernet містить повнофункціональний MAC 10 Мбіт / с або 100 Мбіт / с Ethernet, призначений для забезпечення оптимальної продуктивності за допомогою апаратного прискорення DMA. Особливості включають в себе широкий набір контрольних регістрів, половину або полнодуплексну роботу, управління потоком, керуючі кадри, апаратне прискорення для повторної передачі, отримання фільтрації пакетів і пробудження по активності LAN. Автоматична передача і прийом рами за допомогою DMA з рознесеною складанням відключає багато операцій від CPU.

Блок Ethernet і процесор спільно використовують виділену підсистему АНВ, яка використовується для доступу до даних Ethernet SRAM для Ethernet інформації про контроль і статус. Весь інший трафік АНВ в LPC2478 має місце на іншій підсистемі АНВ, ефективно відокремлюючи діяльність Ethernet від решти

системи. Ethernet DMA також може отримувати доступ до поза-схемної пам'яті через EMC, а також SRAM, розташовану на іншому АНВ. Однак використання пам'яті, відмінною від Ethernet SRAM, особливо поза-схемної пам'яті, сповільнить доступ Ethernet до пам'яті і збільшить завантаження його АНВ. Блок Ethernet взаємодіє між несінхронізуючим Ethernet PHY, використовуючи протокол Media Independent Interface (MII) або Reduced MII (RMII) і послідовну шину управління незалежним інтерфейсом (MIIIM) на чіпі.

Universal Serial Bus (USB) - це 4-провідна шина, що підтримує зв'язок між хостом і одним або декількома (до 127) периферійними пристроями. Контролер хоста розподіляє пропускну здатність USB для підключених пристроїв через протокол на основі токенів. Шина підтримує підключення і динамічну конфігурацію пристроїв. Усі транзакції ініціюються контролером хоста.

2.6 Висновки по другому розділу

Таким чином, в другому розділі було проведено дослідження роботи контролера введення-виведення та імпульсного молотка. Розглянута структура та архітектура мікроконтролера LPC2478, розібрані блоки пам'яті мікроконтролера, блоки зв'язку Ethernet, виявлено, що процесор ARM7TDMI-S використовує унікальну архітектурну стратегію, відому як Thumb та досліджені функції переривань IRQ/FIQ, шини USB та периферійного пристрою GPDMA. Були виявлені можливості, які в подальшому були враховані при розробці мікропрограми.

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ МІКРОПРОГРАМИ

3.1 Мова та середовище програмування

Інтегроване середовище розробки-налагодження IDE IAR Embedded Workbench являє собою потужний засіб розробки-налагодження, що дозволяє створювати закінчені прикладні проекти на базі різних 8-, 16- і 32-бітних мікроконтролерів, в тому числі мікроконтролерів з ядрами ARM. IDE включає в себе набір інструментальних засобів, інтегрованих в єдину програму-оболонку зі зручним віконним інтерфейсом, що працює під Microsoft Windows. IAR Embedded Workbench добре документована і має простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Для користувачів доступна демоверсія з обмеженим терміном дії компілятора C / C ++ (1 місяць) [8].

IDE IAR Embedded Workbench включає в себе наступні інструментальні засоби:

- компілятор IAR ARM C / C ++;
- асемблер IAR ARM;
- універсальний компанувальник IAR XLINK Linker;
- програма побудови бібліотек IAR XAR Library Builder;
- набір бібліотек IAR XLIB Librarian;
- текстовий редактор;
- менеджер проектів;
- утиліта побудови командного рядка;
- відладчик мови високого рівня IAR C-SPY Debugger.

Компілятор, асемблер і компанувальник можуть запускатися на виконання не тільки з оболонки IDE, але і з командного рядка в разі, якщо є необхідність

використовувати їх як зовнішні інструментальні засоби в уже встановленою проектною середовищі [8].

IDE IAR Embedded Workbench підтримує розвинені функції управління проектами, що дають можливість користувачеві управляти всіма проектними модулями, наприклад, файлами вихідного тексту C або C++, асемблерними файлами, файлами що підключаються і інших питань, пов'язаних з модулями. Файли можуть бути згруповані з різними опціями, які ви зробили на рівні всього проекту, групи або тільки файлу.

Для управління проектами IDE надається наступні основні засоби і можливості:

- шаблони для створення проектів;
- ієрархічне представлення проекту;
- браузер вихідного файлу з ієрархічним символічним поданням;
- установка опцій глобально, для груп вихідних файлів або для індивідуальних вихідних файлів;
- утиліта Make, яка перетранслює, повторно асемблює і компонує файли, коли це необхідно;
- текстові файли проектів;
- утиліта Custom Build, розгортає стандартний інструментальний набір простим способом;
- командний рядок, що формує проектний файл на вході.

IDE IAR Embedded Workbench надає користувачеві можливість зручного управління розміщенням вікон, довільної організації вікон в групах, довільної зміни розмірів вікон.

Джерелом наведених вище відомостей є матеріали [9][10], до яких рекомендується звернутися для отримання більш докладної інформації про IDE IAR Embedded Workbench.

Мовою програмування був обраний С. Тому що він відноситься до мов більш високого рівня, в порівнянні з Асемблером. Програма на цій мові краще зрозуміла людині. Перевагою С є величезна кількість програмних засобів і бібліотек, що дозволяють просто створювати необхідний код. Фактично, С / С ++ сьогодні стала основною мовою розробки керуючих програм. Компілятори даної мови реалізовані практично для всіх моделей мікроконтролерів. Стандартна мова дає можливість перенесення програм з однієї платформи на іншу. Теоретично, використовуючи різні компілятори, можна перетворити будь-яку програму в команди мікроконтролера потрібного типу. На практиці додатково потрібно враховувати архітектуру мікроконтролера кожного типу.

Мова С має досить складну для вивчення структуру. Одержуваний програмний код конкретного завдання, має більший обсяг, ніж код того ж завдання, реалізованого на Асемблері. Проте мову С слід визнати єдиним правильним вибором для професійного програмування мікроконтролерів.

3.2 Розробка алгоритмів

3.2.1 Опис алгоритму підпрограми ініціалізації

Алгоритм підпрограми призначений для ініціалізації мікроконтролера LPC2478. Підпрограма ініціалізації виконує:

- дозвіл роботи і підключення системи ФАПЧ до шини тактирування ядра і внутрішніх периферійних вузлів мікроконтролера (PLLCON [1: 0] = 3);
- установку подільників частот системи ФАПЧ для отримання тактової частоти ядра FCCLK = 72 MHz (PLLCFG [14: 0] = 16E3h, PLLCFG [23:16] = 1, CCLKCFG [7: 0] = 1);

- запис значення 1 в регістр CLKSRCSEL [7: 0] (для завдання потрібної частоти буде використовуватися зовнішній кварцовий резонатор FOSC = 12 MHz);
- установку переддільника тактової частоти ядра для тактирування внутрішніх периферійних пристроїв МК PCLKSEL0 = 0, PCLKSEL1 = 0 (FCCLK / 4 = 18 MHz);
- установку нормального режиму енергоспоживання (PCON [1: 0] = 0, PCON [7] = 0);
- запис в регістр PLLFEED значень AAh і 55h;
- конфігурація портів введення / виводу мікропрограми відповідно до виконуваних функцій (виводи P3 [7: 0], P0 [21:20] - вихідні дискретні сигнали управління індикаторами БУ-502 і шафи АКСД; виводи P3 [16:10] - вхідні дискретні сигнали кнопок БУ-502 і діагностики шафи АКСД; виводи P3 [24:17] - вихідні дискретні сигнали управління індикаторами БСл-2; виводи P3 [28:25] - вихідні дискретні сигнали адресації БСл-2; виводи P3 [31:29], P0 [7 : 4] і P0 [10] - вихідні дискретні сигнали управління; виводи P0 [1: 0], P0 [9: 8] і P0 [11] - вхідні дискретні сигнали стану БСл-2; виводи P0 [13:12] і P1 [31] - входи внутрішнього АЦП для контролю напруги живлення 15 V, 3,3 V і температури; виводи P4 [4: 3] - джампер «Конф», який встановлює виконання КВВ-8; виводи P0 [18:17] і P0 [15] - інтерфейс SPI для зв'язку із зовнішнім АЦП, що вимірює напруга живлення 380 V; виводи P0 [31:24] - мікроперемикачі, що встановлюють адресу КВВ-8; виводи P1 [30:23] - мікроперемикачі, що встановлюють номер магістралі; виводи P3 [9] - вихідний дискретний сигнал скидання зовнішнього АЦП; виводи P1 [17: 0] і P2 [25] - контролер Ethernet);
- приведення в неактивний стан ліній зв'язку з БСл-2 на виводах P3 [28:25], P3 [31:29], P0 [7: 4] і P0 [10];
- ініціалізацію SPI;
- ініціалізацію таймера;
- ініціалізацію сторожового таймера;
- ініціалізацію контролера Ethernet.

Підпрограма викликається на виконання з стартової частини мікропрограми. Вхідні дані відсутні. Вихідні дані відсутні.

Блок-схема алгоритму підпрограми ініціалізації представлена на рисунку 3.1.

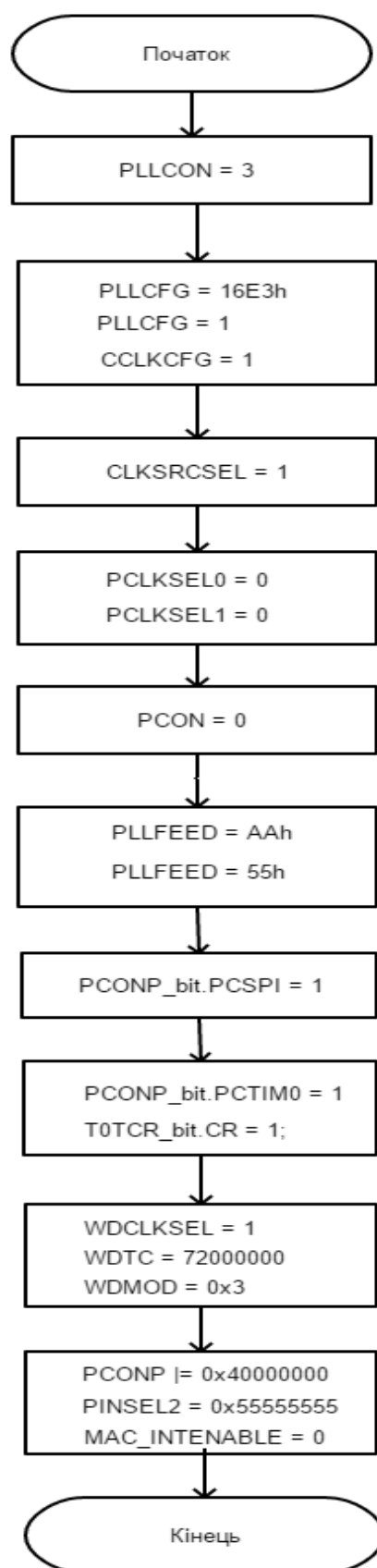


Рисунок 3.1 - Блок-схема алгоритму підпрограми ініціалізації

Реалізація підпрограми ініціалізації представлена у додатку А.

3.2.2 Опис алгоритму підпрограми початкового самодіагностування, а також періодичного діагностування і самоконтролю

Підпрограма призначена для перевірки працездатності блоків КВВ-8 і шафи апаратури комплексної системи діагностики (АКСД).

Алгоритм підпрограми виконує:

- розрахунок контрольної суми машинного коду, що міститься в Flash-пам'яті, за алгоритмом CRC32 і порівняння результату з еталонним значенням (розрахунок контрольної суми виконується в одному циклі, якщо встановлена ознака FirstTest, і поетапно, якщо ознака FirstTest знятий);
- запис в усі комірки оперативної пам'яті і подальший контроль читанням значень 0x00, 0xFF, 0x55 і 0xAA, якщо встановлена ознака FirstTest;
- запуск таймера і очікування переривання від нього протягом часу, заданого порожнім циклом, якщо встановлена ознака FirstTest;
- вимір напруг живлення 380 V, 15 V, 3,3 V і температури читанням значень вбудованого і зовнішнього АЦП і контроль відповідності цих значень допускаються (від 303 до 420 V, від 12,5 до 17,0 V, від 3,0 до 3 , 6 V і від 0 до 75 °C відповідно);
- послідовно для кожного БСл-2, існуючого в даному виконанні КВВ 8, формування дискретних сигналів адреси БСл-2 на виводах P3 [28:25], дискретних сигналів включення живлення і підключення до схеми вузла контролю опору ізоляції на виводах P0 [7] і P0 [10], очікування 100 ms, п'ятикратну перевірку наявності дискретного сигналу на виводі P0 [0] з інтервалом 20 ms і, якщо наявність сигналу зареєстровано три і більше разів, установку ознак помилки БСл-2 в комірку S2 і пробою ізоляції в комірку SB [X] .b2 *;
- послідовно для кожного БСл-2, існуючого в даному виконанні КВВ-8, формування дискретних сигналів адреси БСл-2 на виводах P3 [28:25], дискретних

сигналів включення живлення і підключення до схеми вузла контролю розриву ланцюга на виводах P3 [29] і P3 [30], очікування 100 ms, п'ятикратну перевірку наявності дискретного сигналу на виводі P0 [1] з інтервалом 20 ms і, якщо наявність сигналу зареєстровано три і більше разів, установку ознак помилки БСл-2 в комірку S2 і розриву ланцюга в комірку SB [X] .b2;

- перевірку наявності дискретних сигналів стану варисторів шафи АКСД з інтервалом 20 ms і, якщо наявність сигналу зареєстровано п'ять і більше разів поспіль, установку ознаки помилки варисторів шафи в комірку S2;

- перевірку наявності дискретних сигналів стану дверей шафи АКСД з інтервалом 20 ms і, якщо наявність сигналу зареєстровано п'ять і більше разів поспіль, установку ознаки відкритих дверей шафи в комірку S2.

Підпрограма викликається на виконання з основного диспетчера. Вхідними даними є ознака FirsTest. Вихідними даними є комірки S1, S2, SB [0] .b1 - SB [3] .b1, SB [0] .b2 - SB [3] .b2.

Блок-схема алгоритму підпрограми представлена на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2, аркуш 1 - Блок-схема алгоритму підпрограми початкового самодіагностування

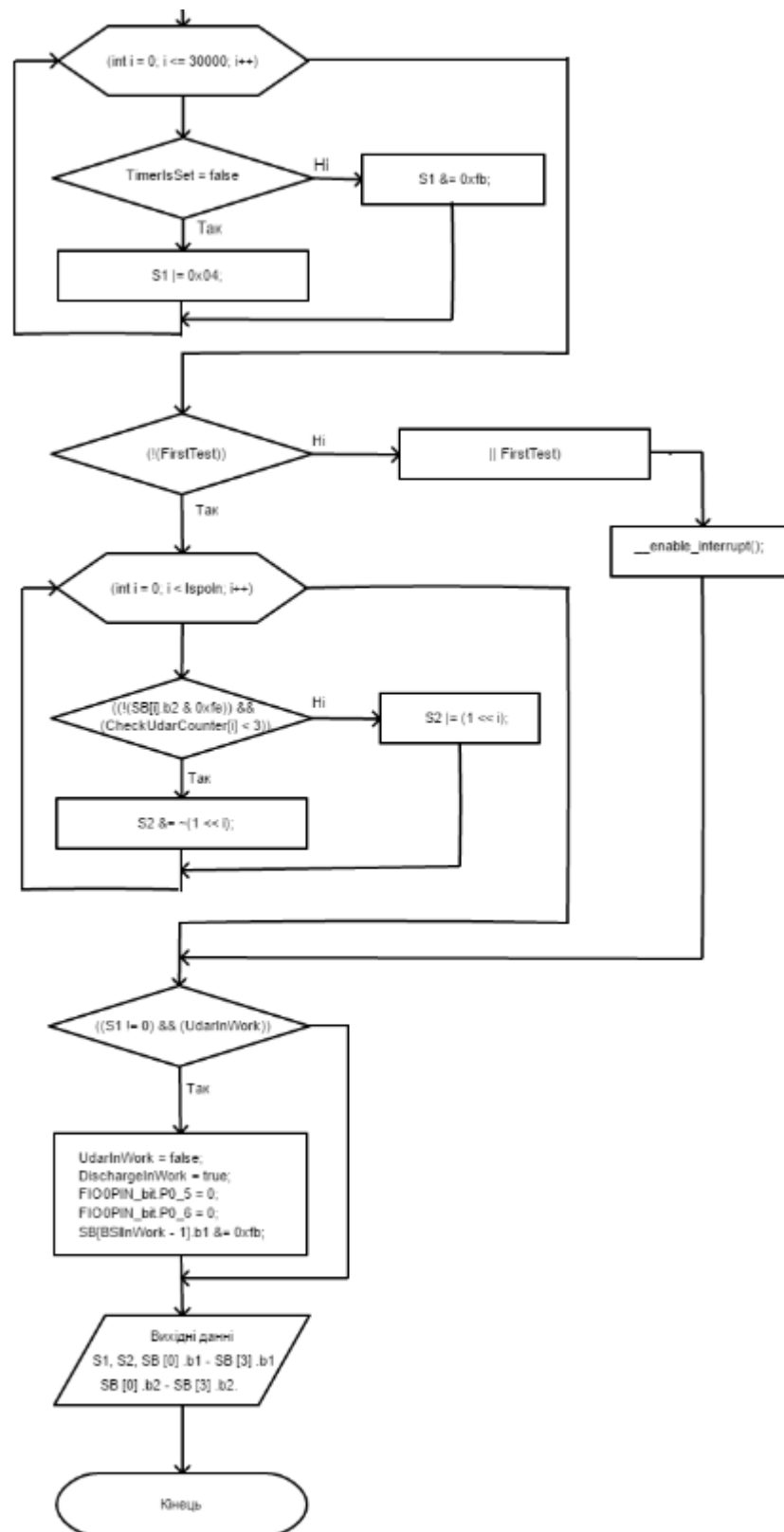


Рисунок 3.2, аркуш 2

3.2.3 Опис алгоритму підпрограми прийому команд оператора

Підпрограма команд оператора призначена для читання стану кнопок і положення перемикача РЕЖИМ.

Алгоритм підпрограми команд оператора виконує:

- опитування один раз в 20 ms стану перемикача РЕЖИМ, кнопок ВИБІР і УДАР (стан перемикача контролюється завжди, стан кнопок - тільки в ручному режимі роботи, якщо значення комірки BSInWork дорівнює 0);
- зміна номера обраного БСл-2 (комірка BSSelect) і установку ознаки SelectPressed, якщо чотири рази поспіль зареєстровано натиснутий стан кнопки ВИБІР);
- установку ознак UdarInWork і UdarPressed, якщо чотири рази поспіль зареєстровано натиснутий стан кнопки УДАР і відсутні помилки діагностування і самоконтролю;
- зняття ознак SelectPressed і UdarPressed, якщо чотири рази поспіль зареєстровано відпущений стан кнопок ВИБІР і УДАР відповідно;
- установку ознаки режиму роботи WorkMode, якщо змінене положення перемикача зареєстровано чотири рази поспіль.

Підпрограма викликається на виконання з циклічної частини основної програми з інтервалом 1 ms. Вхідними даними є комірки S1, S2, SB [0] .b1 - SB [3] .b1, SB [0] .b2 - SB [3] .b2. Вихідними даними є ознаки UdarInWork, UdarIsNeed і WorkMode, BSSelect і BSInWork.

Блок-схема алгоритму підпрограми прийому команд оператора представлена на рисунку 3.3.

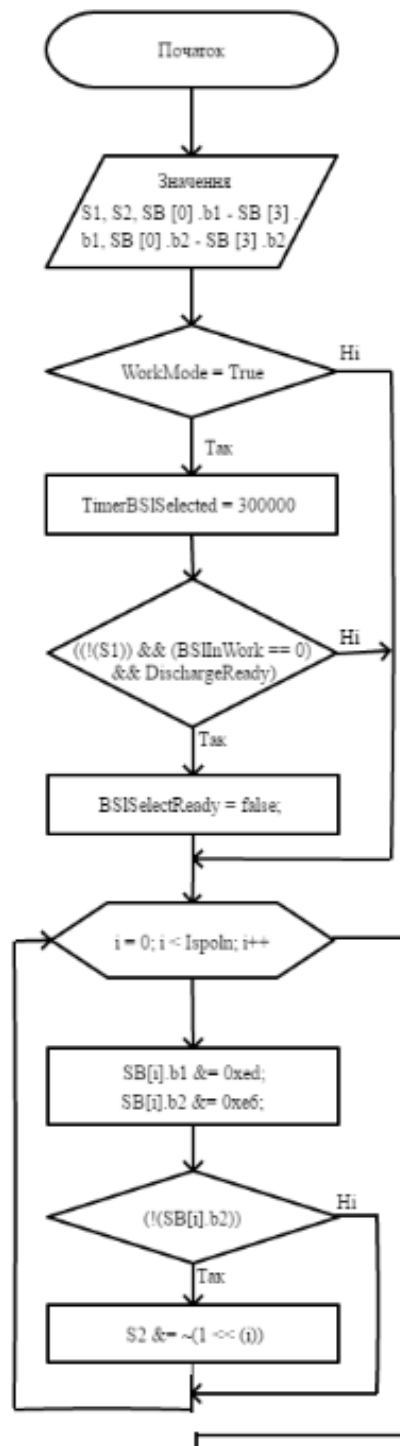


Рисунок 3.3, аркуш 1 - Блок-схема алгоритму підпрограми прийому команд оператора

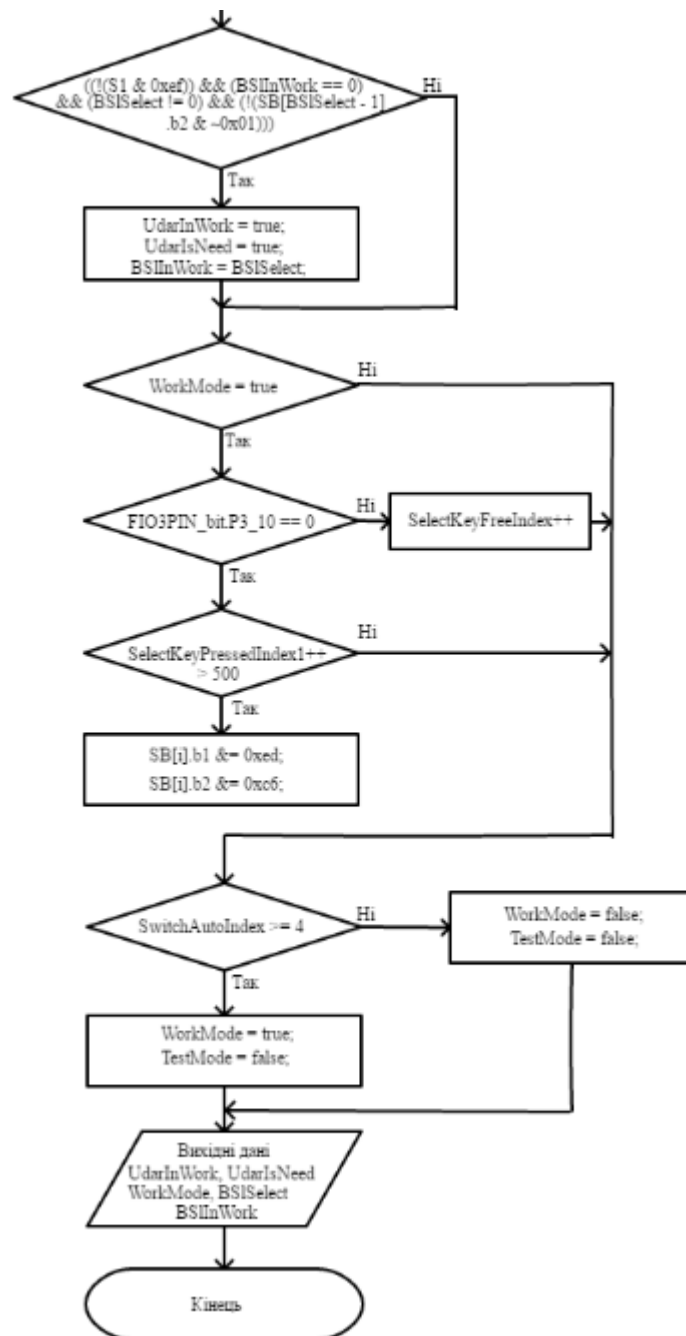


Рисунок 3.3, аркуш 2

3.2.4 Опис алгоритму підпрограми виконання розряду

Підпрограма виконання розряду призначена для управління розрядом конденсаторів БСл-2.

Алгоритм підпрограми виконання розряду виконує:

- скидання всіх сигналів управління БСл-2, вибір номера БСл-2 записом значення 1 в один з регістрів FIO3PIN_bit.P3_25 - FIO3PIN_bit.P3_28 і формування дискретного сигналу розряду конденсаторів записом значення 1 в регістр FIO0PIN_bit.P0_6, установку ознаки розряду в комірці SB [X] .b1 і запуск лічильника часу TimerBeforDischarge на 120 s;
- якщо лічильник часу TimerBeforDischarge завершив відлік 120 s, відключення дискретного сигналу для БСл-2 записом значення 0 в регістр FIO0PIN_bit.P0_6, зняття ознаки DischargeInWork, обнуління осередку BSInWork і зняття ознаки розряду в комірці SB [X] .b1.

Підпрограма викликається на виконання з циклічної частини основного диспетчера при встановленому ознаці DischargeInWork. Вхідними даними є комірка BSInWork. Вихідними даними є комірки SB [0] .b1 - SB [3] .b1, SB [0] .b2 - SB [3] .b2 і ознака DischargeInWork.

Блок-схема алгоритму підпрограми виконання розряду представлена на рисунку 3.4.

Реалізація алгоритму підпрограми виконання розряду представлена у додатку А.

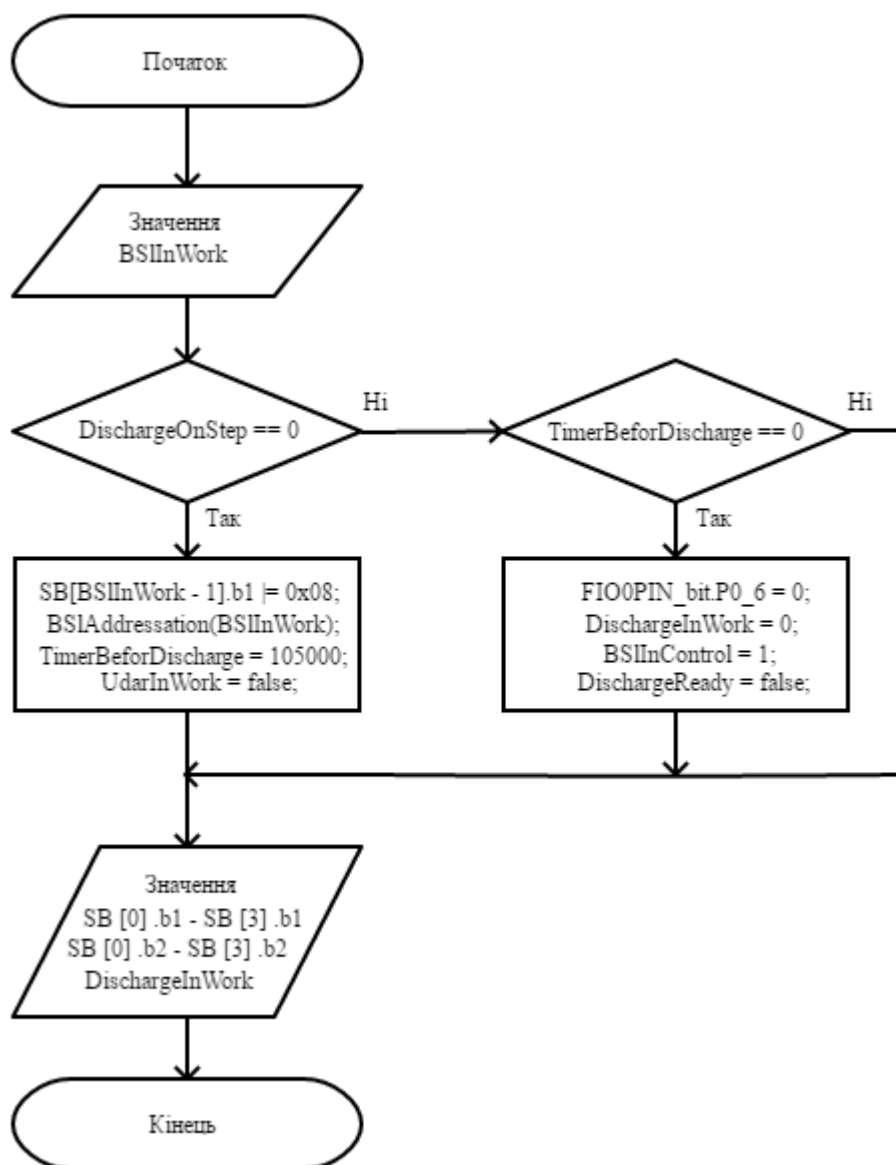


Рисунок 3.4 – Блок-схема алгоритма підпрограми виконання розряду

3.2.5 Опис алгоритму підпрограми виконання удару

Підпрограма виконання удару призначена для управління зарядом конденсаторів БСл-2 і виконання удару ІМт-1.

Алгоритм підпрограми виконання удару виконує:

а) в режимі виконання удару UdarOnStep, рівному 0 (перший вхід в підпрограму):

1) вибір номера БСЛ-2 записом значення 1 в один з регістрів FIO3PIN_bit.P3_25 - FIO3PIN_bit.P3_28, читання сигналу детектування удару. Якщо зафіксовано наявність сигналу детектування (помилкове детектування), установку ознаки UdarReadErrorPriznak;

2) перевірку стану заряду конденсаторів (виконується п'ятикратне читання регістра FIO0PIN_bit.P0_8 з періодичністю 20 ms). Якщо при читанні регістра три і більше разів отримано значення 0 (конденсатори не заряджені), установку режиму виконання удару UdarOnStep 1, формування дискретного сигналу для БСЛ-2 записом значення 1 в регістр FIO0PIN_bit.P0_4, установку ознаки «Заряд» і запуск лічильника часу TimerBeforUdar на 120 s. Якщо при читанні регістра три і більше разів отримано значення 1 (конденсатори заряджені), установку режиму виконання удару UdarOnStep 2;

б) в режимі виконання удару UdarOnStep, що дорівнює 1 (виконується заряд конденсаторів):

1) перевірку стану заряду конденсаторів (виконується читання регістра FIO0PIN_bit.P0_8 з періодичністю 20 ms);

2) якщо при читанні регістра послідовно отримано п'ять і більше значень 1, відключення дискретного сигналу для БСЛ-2 записом значення 0 в регістр FIO0PIN_bit.P0_4, зняття ознаки заряду і установку ознаки порогу в осередку SB [X].b1, де X - номер БСЛ-2, для якого виконується удар; якщо стоїть ознака UdarIsNeed, установку режиму виконання удару UdarOnStep 2 і запуск лічильника часу TimerBeforUdar на 2 s; якщо ознака UdarIsNeed знятий, установку режиму виконання удару UdarOnStep 3 і запуск лічильника часу TimerBeforUdar на 200 s;

3) якщо лічильник часу TimerBeforUdar завершив відлік 120 s, формування ознаки перевищення часу очікування заряду, зняття ознаки заряду і установку ознаки розряду в комірці SB [X].b1, установку режиму виконання удару UdarOnStep 0, зняття ознаки UdarInWork і установку ознаки DischargeInWork;

в) в режимі виконання удару `UdarOnStep`, що дорівнює 2 (очікування 2 s перед ударом), якщо лічильник часу `TimerBeforUdar` завершив відлік 2 s, установку режиму роботи `UdarOnStep = 0`, виконання удару записом значення 1 в регістр `FIO0PIN_bit.P0_5` і зняття ознаки «Поріг». Потім, якщо встановлена ознака `TestMode` (тестовий режим роботи без ІМТ 1), установку режиму виконання удару `UdarOnStep = 4` і запуск лічильника часу `TimerBeforUdar` на 50 ms. Якщо ознака `TestMode` знятий, установку ознаки «Удар» і виклик підпрограми детектування удару;

г) в режимі виконання удару `UdarOnStep`, рівному 3 (очікування команди від тестового ПО):

1) якщо ознака `UdarIsNeed` встановлений, установку режиму виконання удару `UdarOnStep 0`, виконання удару записом значення 1 в регістр `FIO0PIN_bit.P0_5`, зняття ознаки порогу і установку ознаки удару в осередку `SB [X] .b1`, виклик підпрограми детектування удару;

2) якщо лічильник часу `TimerBeforUdar` завершив відлік 200 s, установку режиму виконання удару `UdarOnStep 0`, зняття ознаки `UdarInWork`, установку ознаки `DischargeInWork`, зняття ознаки порогу і установку ознаки розряду в комірці `SB [X] .b1`;

д) в режимі виконання удару `UdarOnStep`, рівному 4 (розряд конденсаторів на реостат в тестовому режимі роботи без ІМТ-1), якщо лічильник часу `TimerBeforUdar` завершив відлік 50 ms, вимикання дискретного сигналу записом значення 0 в регістр `FIO0PIN_bit.P0_5`, включення заряду конденсаторів записом значення 1 в регістр `FIO0PIN_bit.P0_4`, включення компаратора записом значення 1 в регістр `FIO3PIN_bit.P3_31`, установку режиму виконання удару `UdarOnStep = 5` і запуск лічильника часу `TimerBeforUdar` на 3 s;

е) в режимі виконання удару `UdarOnStep`, рівному 5 (тестовий заряд конденсаторів):

1) якщо лічильник часу `TimerBeforUdar` закінчив відлік 3 s, установку режиму виконання удару `UdarOnStep = 0`, вимикання заряду конденсаторів записом значення 0 в регістр `FIO0PIN_bit.P0_4`, зняття

ознаки UdarInWork, установку ознак DischargeInWork і «Удар», читання сигналу детектування удару. Якщо зафіксовано наявність сигналу детектування удару, установку ознаки «Удар детектувати». Якщо зафіксовано відсутність сигналу детектування удару, установку ознаки «Помилка детектування удару»;

2) перевірку сигналу від компаратора (конденсатори заряджені) читанням регістра FIO0PIN_bit.P0_8 з періодом 25 ms. Якщо сигнал зафіксований 10 разів поспіль, установку режиму виконання удару UdarOnStep = 0, вимикання заряду конденсаторів записом значення 0 в регістр FIO0PIN_bit.P0_4, зняття ознаки «UdarInWork», установку ознак DischargeInWork і «Помилка виконання удару», читання сигналу детектування удару. Якщо зафіксовано наявність сигналу детектування удару, установку ознаки «Удар детектувати». Якщо зафіксовано відсутність сигналу детектування удару, установку ознаки «Помилка детектування удару».

Підпрограма викликається на виконання з циклічної частини основного диспетчера при встановленому ознаці UdarInWork і відсутності помилок діагностування БУ-502, шафи АКСД і активного БСл-2. Вхідними даними є комірки BSInWork, UdarOnStep і ознака UdarIsNeed. Вихідними даними є комірки UdarOnStep, SB [0] .b1 - SB [3] .b1, SB [0] .b2 - SB [3] .b2 і ознаки UdarInWork, DischargeInWork.

Блок-схема алгоритму підпрограми виконання удару представлена на рисунку 3.5.

Реалізація алгоритму підпрограми виконання удару представлена у додатку А.

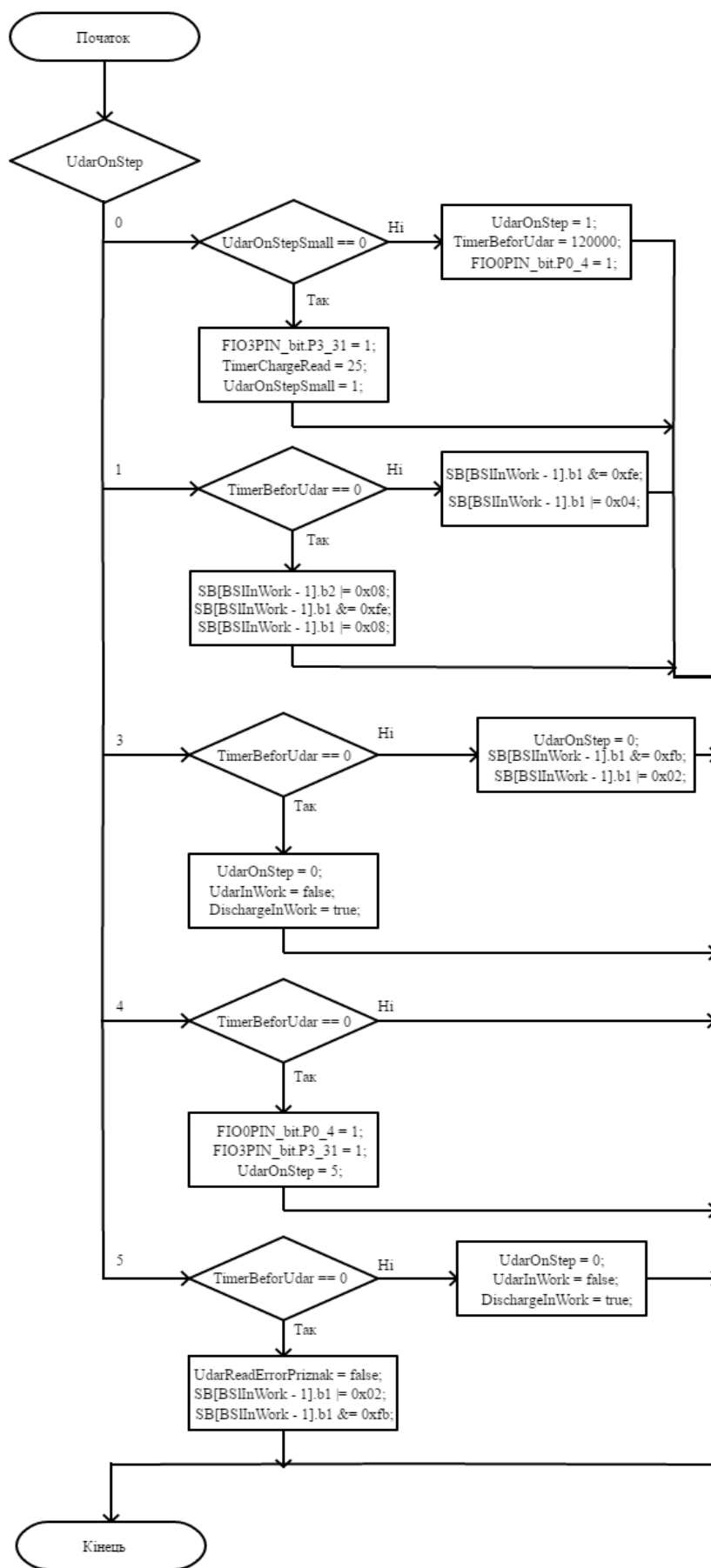


Рисунок 3.5 - Блок-схема алгоритму підпрограми виконання удару

3.2.6 Опис алгоритму підпрограми прийому повідомлень по інтерфейсу Ethernet

Підпрограма прийому повідомлень по інтерфейсу Ethernet призначена для перевірки формату прийнятого повідомлення, його цілісності і читання інформаційної частини.

Алгоритм підпрограми вживання повідомлень по інтерфейсу Ethernet виконує:

а) перевірку тайм-ауту очікування повідомлень і, якщо з моменту прийому попереднього повідомлення пройшло 4 s і більш, установку ознаки помилки Ethernet;

б) порівняння значень індексів прийнятих і прочитаних повідомлень (реєстри RXCONSUMEINDEX і RXPRODUCEINDEX). Якщо значення рівні, вихід з підпрограми;

в) якщо значення індексів відрізняються, перевірку щодо наявності ознак помилок в прийнятому повідомленні читанням реєстра RX_STAT_INFO, перевірку заголовка повідомлень, перевірку контрольних сум заголовка та інформаційної частини і, якщо зафіксовані помилки, збільшення індексу помилок Ethernet (при досягненні індексом значення, рівного трьом, установку ознаки помилки Ethernet) і повтор даних дій для решти повідомлень;

г) якщо в прийнятому повідомленні не зафіксовано помилок, збереження для відправки у відповідному повідомленні MAC-адреси відправника, адреси відправника, коду рівня приймача відправника, номери повідомлення, установку ознаки прийнятого повідомлення EthernetMessageRecieved і перевірку значень полів CMD і BSl_sel:

1) якщо значення поля CMD дорівнює чотирьом, скидання ознак помилки детектування удару, перевищення часу очікування заряду конденсаторів, удару і детектування удару;

2) якщо значення поля CMD дорівнює трьом і значення поля BSl_sel відповідає значенню комірки BSInWork або, якщо значення клітинки BSInWork дорівнює 0 і значення поля BSl_sel знаходиться в межах від 1 до значення комірки Ispoln, установку ознаки Discharge, зняття ознаки UdarInWork і запис значення поля BSl_Sel в осередок BSInWork;

3) якщо значення поля CMD дорівнює 1, знятий ознака DischargeInWork і значення поля BSl_sel відповідає значенню комірки BSInWork або, якщо значення клітинки BSInWork дорівнює 0 і значення поля BSl_sel перебувати в межах від 1 до значення комірки Ispoln, установку ознак UdarInWork, UdarIsNeed і запис значення поля BSl_Sel в осередок BSInWork;

4) якщо значення поля CMD дорівнює двом, знятий ознака DischargeInWork і значення поля BSl_sel відповідає значенню комірки BSInWork або, якщо значення клітинки BSInWork дорівнює 0 і BSl_sel знаходиться в межах від 1 до значення комірки Ispoln, установку ознаки UdarInWork, зняття ознаки UdarIsNeed і запис значення поля BSl_Sel в осередок BSInWork;

5) якщо значення поля CMD дорівнює п'яти, установку ознаки EthernetControl;

6) якщо значення поля CMD одно шести, зняття ознаки EthernetControl;

7) якщо значення поля CMD одно семи, установку ознаки тестового режиму роботи без ІМТ-1 TestMode;

8) якщо значення поля CMD дорівнює восьми, зняття ознаки тестового режиму роботи без ІМТ-1 TestMode;

9) якщо значення поля CMD одно дев'яти, читання сигналу детектування удару для всіх БСЛ-2. Якщо зафіксовано наявність сигналу детектування удару (помилкове детектування), установку ознаки

«Помилка детектування удару», інакше -установку ознаки «Удар детектувати»;

10) якщо значення CMD дорівнює 0, не виконуються жодні операції;

11) якщо жодна з перерахованих умов не виконується, збереження значення CMD, рівного 0xff, для відправки у відповідному повідомленні;

д) зняття ознаки помилки і обнулення лічильника помилок Ethernet, скидання тайм-ауту очікування повідомлення і перехід до прийому залишилися повідомлень;

е) якщо значення індексу прочитаних повідомлень досягло значення індексу прийнятих повідомлень, вихід з підпрограми;

ж) збереження значення лічильника прийнятих повідомлень ReadIndex.

Підпрограма викликається на виконання з циклічної частини основного диспетчера. Вхідними даними є регістри RXCONSUMEINDEX, RXPRODUCEINDEX і RX_DESC_PACKET. Вихідними даними є ознаки UdarInWork, UdarIsNeed, DischargeInWork, ячейкм BSInWork, ReadIndex і масив структур MessageDataWrite.

Формат та структуру повідомлень наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Структура повідомлень, прийнятих по інтерфейсу Ethernet

	Зміщення	Найменування поля	Кіл. байт	Значення поля (hex)						
				0	1	2	3	4	5	6
Заголовок повідомлення Ethernet згідно 802.3	0	Преамбула кадру	7	-	-	-	-	-	-	-
	7	SFD	1	-	-	-	-	-	-	-
	8	MAC-адрес одержувача	6	02	00	00	00	k	g	-
	14	MAC-адрес джерела	6	-	-	-	-	-	-	-
	20	Тип протоколу	2	7	10+k	-	-	-	-	-

Інформаційна частина Ethernet	22	Довжина інформаційної частини кадру (розміром до $n + 18$ byte)	2	00	14	-	-	-	-	-
	24	Ідентифікатор кадру	7	crc_h	номер повідомлення	crc_i			0	

Продовження таблиці 3.1

Інформаційна частина Ethernet кадру	Зміщення	Найменування поля		Значення поля (hex)						
				0	1	2	3	4	5	6
	31	Адреса одержувача	1	g	-	-	-	-	-	-
	32	Керуючий байт	1	cb	-	-	-	-	-	-
	33	Адреса джерела	1	y	-	-	-	-	-	-
	34	Довжина інформаційної частини повідомлення	2	00	02	-	-	-	-	-
	36	Ідентифікатор повідомлення	4	КУП·10	КУИ·10	00	00	-	-	-
	40	Команда	1	CMD	-	-	-	-	-	-
	41	Номер БСл-2	1	BSI_sel	-	-	-	-	-	-
	42	Контрольна сума CRC32 кадра	4	-	-	-	-	-	-	-

У таблиці 3.1 прийняті наступні позначення:

k - номер магістралі (допустимі значення 1, 2, 3);

g - адреса першого рівня одержувача (встановлюється мікроперемикачами на БО 502);

crc_h - контрольна сума CRC8 заголовка повідомлення;

crc_i - контрольна сума CRC16 інформаційної частини повідомлення;

cb - керуючий байт;

y - адреса першого рівня відправника;

КУП - ідентифікатор додатки, яким адресовано повідомлення (0x1000);

КУИ - ідентифікатор додатки, яке сформувало повідомлення;

CMD - команда, яка вказує на дію, яку повинен виконати КВВ-8 при прийомі повідомлення згідно з таблицею А.1;

BS1_sel - номер БСл-2 (0x01 - 0x04), якому адресується команда CMD. Для команди «Запит» - 0x00.

Блок-схема алгоритму підпрограми прийому повідомлень представлена на рисунку 3.6.

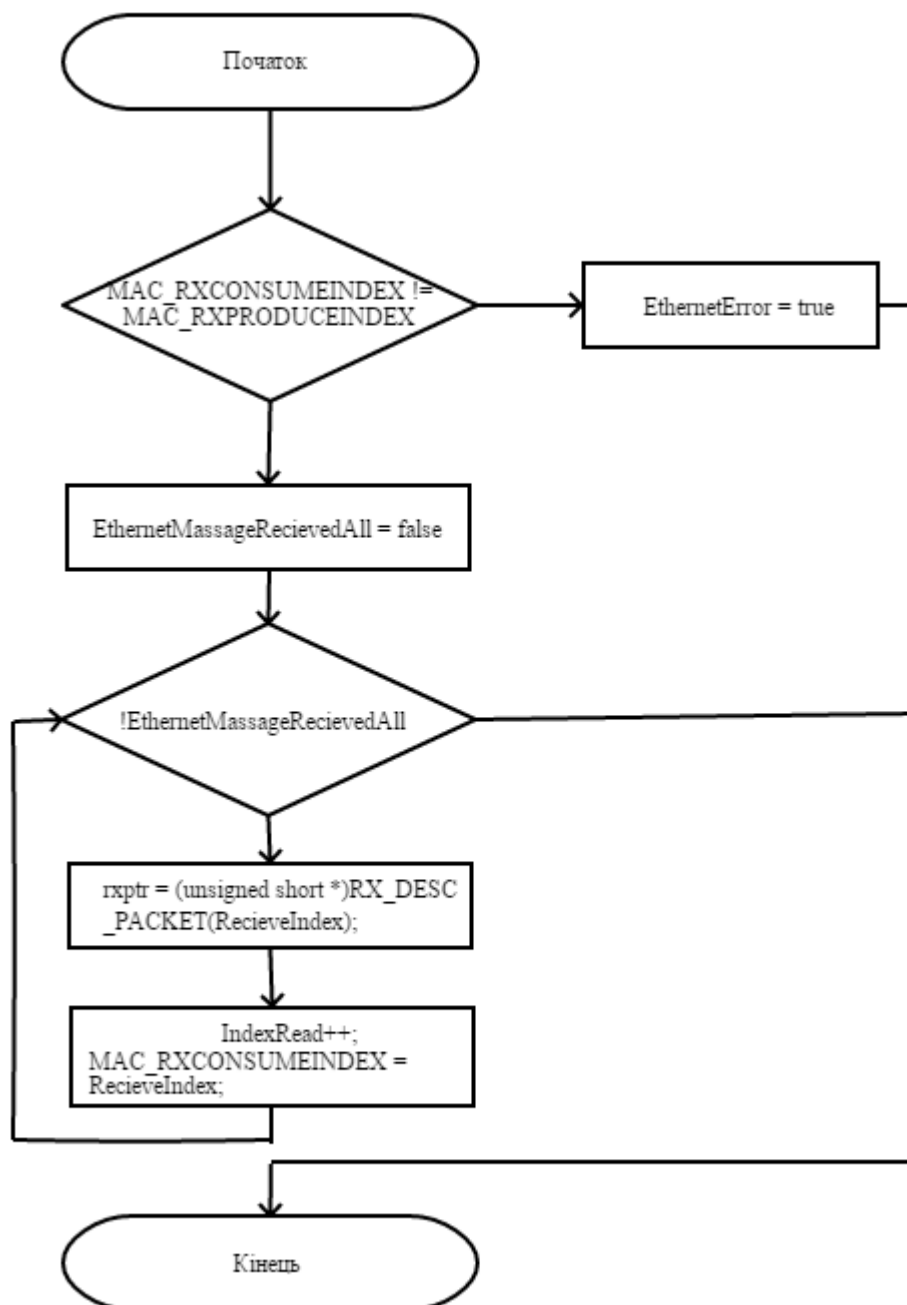


Рисунок 3.6 - Блок-схема алгоритму підпрограми прийому повідомлень

3.2.7 Опис алгоритму підпрограми відправки повідомлень по інтерфейсу Ethernet

Підпрограма відправки повідомлень по інтерфейсу Ethernet призначена для формування структури повідомлення, що відправляється і управління його передачею.

Алгоритм підпрограми відправки повідомлень по інтерфейсу Ethernet виконує:

- перевірку стану контролера Ethernet і буфера відправки. Якщо контролер Ethernet зайнятий і буфер передачі заповнений, вихід з підпрограми;
- для кожного прийнятого повідомлення (кількість визначається значенням комірки «IndexRead») заповнення буфера відправки (запис збережених значень CMD, BSI_sel, MAC-адреси приймача, адреси приймача, коду рівня приймача, версії і дати останнього зміни програми KVV-8.hex, виконання KVV-8, ознаки режиму роботи, значень напруг живлення і температури, результатів діагностики, розрахунок контрольної суми заголовка та інформаційної частини повідомлення), настройку повідомлення (реєстр TX_DESC_PACKET) і збільшення індексу записаних повідомлень (реєстр TXPRODUCEINDEX).

Підпрограма викликається на виконання з циклічної частини основного диспетчера при встановленому ознаці EthernetMessageRecieved. Вхідними даними є комірки Version, Year, Month, Day, Ispoln, CRCProgram, Address, S1, S2, SB [0] .b1 - SB [3] .b1, SB [0] .b2 - SB [3] .b2, Volt380, Volt15, Volt3_3, Temperature, ознака WorkMode і масив структур MessageDataWrite. Вихідними даними є структура MessageTransmitted, розміщена за адресою, вказаною в реєстрі TX_DESC_PACKET і реєстр TXPRODUCEINDEX. Формат та структуру повідомлень наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Формат та структура відправляємих повідомлень

	Зміщення	Найменування поля	Кіл. байт	Значення поля (hex)						
				0	1	2	3	4	5	6
ня Ethernet	0	Преамбула кадра	7	-	-	-	-	-	-	-

	7	SFD	1	-	-	-	-	-	-	-
	8	MAC-адрес одержувача	6	-	-	-	-	-	-	-
	14	MAC-адрес джерела	6	02	00	00	00	k	g	-
	20	Тип протоколу	2	7	10+k	-	-	-	-	-
Інформаційна частина Ethernet кадру	22	Довжина інформаційної частини кадру	2	00	30	-	-	-	-	-
	24	Ідентифікатор кадру	7	crc_h	номер сообщения		crc_i		0	
	31	Адрес одержувача	1	g	-	-	-	-	-	-
	32	Керуючий байт	1	cb	-	-	-	-	-	-
	33	Адрес джерела	1	y	-	-	-	-	-	-
	34	Довжина інформаційної частини повідомлення	2	00	1e	-	-	-	-	-
	36	Ідентифікатор повідомлення	4	КУП·10	КУИ·10	00	00	-	-	-
	40	Команда	1	CMD	-	-	-	-	-	-
	41	Номер БСл-2	1	BSl_sel	-	-	-	-	-	-
	42	Версія програми KVV-8.hex	1	PV	-	-	-	-	-	-
	43	Контрольна сума програми, обчислення за алгоритмом CRC32	-	-	-	-	-	-	-	-
	47	Дата останньої зміни програми KVV-8.hex	-	year	month	day	-	-	-	-
	50	Стан КВВ-8	4	I	r	S1	S2	-	-	-
	54	Стан БСл-2	6	SB1		SB2		SB3		-
	60		2	SB4		-	-	-	-	
	62	Діагностика (живлення)	6	u380		u15		u33		-
68	Діагностика (температура)	2	t		-	-	-	-		
69	Контрольна сума CRC32 кадру	4	-	-	-	-	-	-		

Блок-схема алгоритму підпрограми відправки повідомлень представлена на рисунку 3.7.

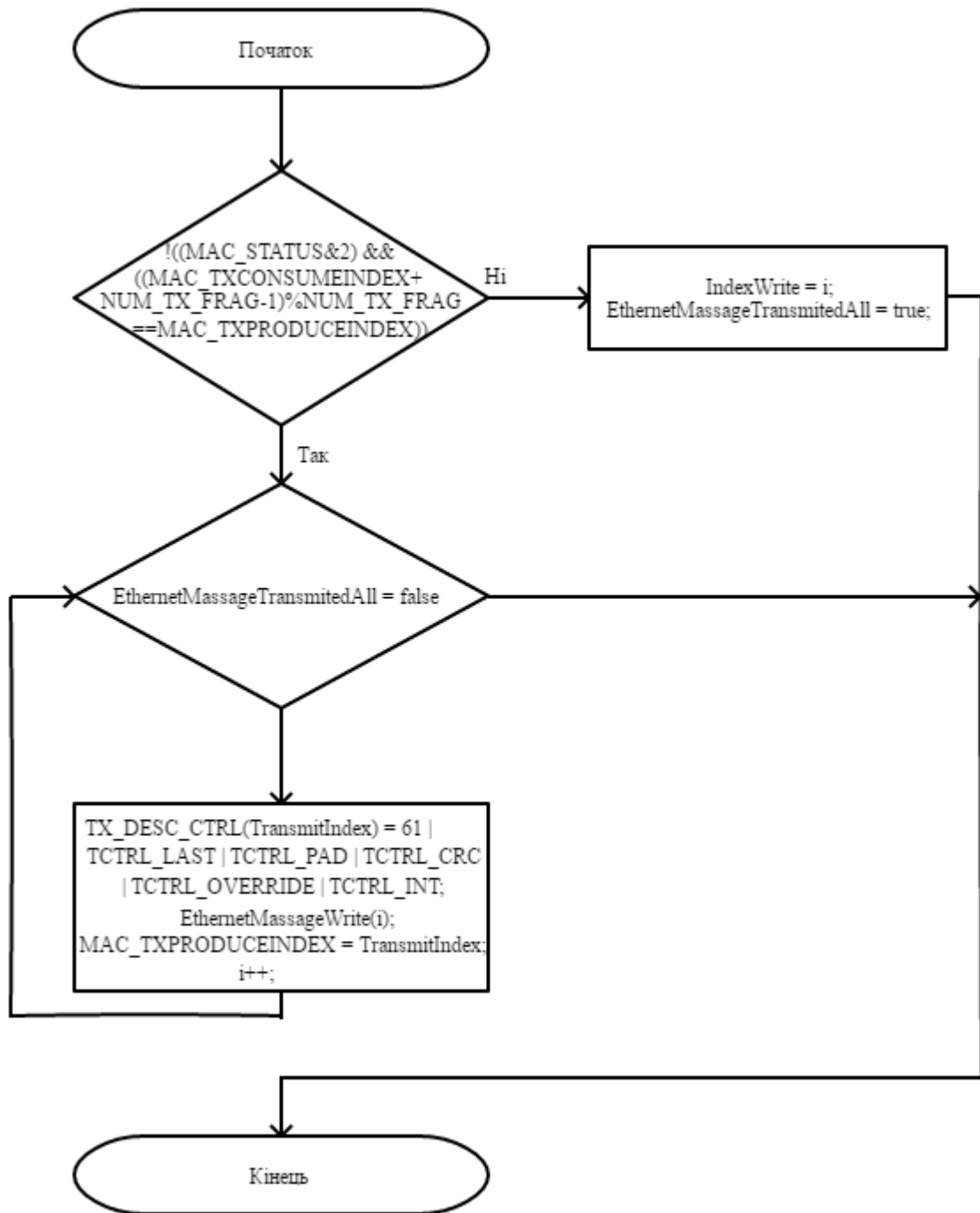


Рисунок 3.7 - Блок-схема алгоритму підпрограми відправки повідомлень

3.3 Функціональне призначення та структура мікропрограми

За допомогою створених алгоритмів, мікропрограма функціонування КВВ-8 здійснює управління ІМТ-1 в кількості до чотирьох штук через БСл (заряд конденсаторів, удар, розряд конденсаторів) в ручному або автоматичному режимі, а так само виробляє безперервну діагностику працездатності та контроль стану БУ, БСл і шафи АКСД.

При включенні живлення КВВ-8, мікропрограма виконує ініціалізацію БУ (самотестування блоку) та індикатор ИСПР миготить помаранчевим, орієнтовно від 4 до 15 s в залежності від виконання КВВ-8, в разі відсутності несправностей індикатор ИСПР включається зеленим кольором, при наявності помилок - червоним.

Вибір режиму роботи здійснюється за допомогою перемикача РЕЖИМ на передній панелі БУ.

В ручному режимі роботи управління ІМТ-1 проводиться за допомогою кнопок управління, розташованих на передній панелі БУ:

- кнопка ВИБІР при натисканні перемикає номер обраного для удару ІМТ-1. Перемикання здійснюється тільки для наявних в поточному виконанні ІМТ-1;
- кнопка УДАР при натисканні запускає цикл заряду конденсаторів, удару і подальшого розряду конденсаторів для обраного ІМТ-1.

В ручному режимі мікропрограма (далі - МП) здійснює прийом і видачу повідомлень по інтерфейсу Ethernet без виконання отриманих команд. Якщо команда поступила, вона обробляється як запит. На кожне прийняте повідомлення МП формує у відповідь повідомлення, що містить діагностичну інформацію і ознаку ручного режиму роботи.

В автоматичному режимі МП здійснює прийом і видачу повідомлень по інтерфейсу Ethernet і виконує прийняті команди. У відповідному повідомленні МП встановлює ознаку автоматичного режиму роботи.

МП забезпечує взаємодію по інтерфейсу Ethernet з програмним забезпеченням сервера СОСП в мережі МСКУ 3. Зв'язок здійснюється на швидкості 100 Mbit / s в повнодуплексному режимі.

Структура МП наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Структура МП

Найменування підпрограми	Файл, що містить підпрограму
Підпрограма основного диспетчера	Main.c
Підпрограма ініціалізації	Initialization.c
Підпрограма початкового самодіагностування, періодичного діагностування і самоконтролю	Test.c
Підпрограма прийому команд оператора	Buttons.c
Підпрограма виконання розряду	Discharge.c
Підпрограма виконання удару	Udar.c
Підпрограма прийому повідомлень по інтерфейсу Ethernet	Ethernet.c
Підпрограма передачі повідомлень по інтерфейсу Ethernet	Ethernet.c

3.4 Висновки по третьому розділу

Таким чином, в третьому розділі був проведений аналіз мови та середовища програмування, розроблені та детально описані алгоритми, створені блок-схеми алгоритмів, за якими були реалізовані підпрограми, описано функціональне призначення мікропрограми та описана структура мікропрограми. Всі аспекти алгоритмів реалізовані та представлені у додатку А.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

Завданням даної роботи бакалавра було розробити мікропрограму функціонування контролера введення-виведення, і як результат були створені та реалізовані алгоритми мікропрограми. За цим проектом в подальшому розроблятиметься реальна система. Так як в процесі розробки використовувався персональний комп'ютер, то аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде реалізовуватися алгоритми мікропрограми.

4.1 Загальні питання з охорони праці

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

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні и хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура и вологість, рівень вмісту кисню й озону в повітрі. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Умови

праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці

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

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

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

4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводяться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохорони праці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [13].

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

а) до виконання робіт на ЕОМ з відео дисплейними терміналами (ВДТ) і периферійними пристроями (ПП) допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, навчені безпечним методам роботи, що пройшли перевірку знань та інструктаж з охорони праці;

б) для закріплення знань періодично проводяться повторні інструктажі з охорони праці, безпечним прийомам і методам при роботі на ЕОМ з ВДТ і ПП. Повторний інструктаж проводиться через кожні шість місяців роботи;

в) всі співробітники, які виконують роботи, пов'язані з експлуатацією, обслуговуванням, налагодженням та ремонтом ЕОМ з ВДТ і ПП, підлягають обов'язковим медичним оглядам: попереднім - при влаштуванні на роботу, періодичному - один раз на рік;

г) ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

д) Щодня перед початком робіт необхідно очищати екран ВДТ від пилу і інших забруднень. Перед початком роботи необхідно виконати наступні дії:

- перевірити наявність і справність заземлення;
- перевірити справність ланцюгів електроживлення;
- шнури приладів і вилки не повинні мати пошкоджень;
- розетки повинні бути справні, не розбите, надійно закріплені;
- перевірити захист силових кабелів від механічного пошкодження.

е) При виявленні несправностей вжити заходів щодо їх усунення, при необхідності, повідомити завідувачу відділу.

Вимоги безпеки під час виконання роботи.

Під час роботи біля робочих місць не повинні перебувати особи, які не мають прямого відношення до проведених робіт.

При включенні обладнання в мережу і виключенні його з мережі слід триматися за корпус вилки, а не за шнур.

Включення і вимикання проводити в наступній послідовності:

- включити вилку шнура живлення в розетку;
- включити харчування на панелі пристрою;
- вимикання виробляти в зворотній послідовності.

У разі виходу з ладу пристроїв обчислювальної техніки припинити роботу, доповісти про несправності зав. відділом і направити їх на ремонт.

Технологічні кабелі, що застосовуються для підключення обладнання, не повинні перебувати під ногами.

При роботі з технологічними кабелями, прокладеними по підлозі, слід забезпечити їх захист від механічних пошкоджень.

Не допускається:

- залишати без нагляду включене електрообладнання;
- застосовувати тимчасові електричні подовжувачі для харчування технологічного обладнання та ЕОМ з ВДТ і ПП;
- розміщувати на підлозі електричні розетки під напругою;
- працювати з технологічними кабелями, що не випробуваними на міцність ізоляції або мають механічні пошкодження ізоляції;
- виконувати ремонт та налагодження ЕОМ з ВДТ і ПП безпосередньо на робочому місці користувача;

- зберігати біля ЕОМ з ВДТ і ПП папір, носії інформації (якщо вони не використовуються в даний момент для поточної роботи), запасні блоки і т.п .;
- відключати захисні пристосування, самовільно проводити зміни у конструкції та складі ЕОМ з ВДТ і ПП і іншого устаткування;
- працювати з відеотерміналами, в яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані тощо

При роботі необхідно дотримуватися Правил внутрішнього трудового розпорядку в ПрАТ «СНВО» Імпульс »та правила особистої гігієни.

Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Після закінчення роботи необхідно:

- відключити електрообладнання і ЕОМ з ВДТ і ПП від мережі;
- привести в порядок робоче місце;
- вимкнути кондиціонер;
- закрити вікна;
- вимкнути освітлення;
- поставити робоче приміщення на сигналізацію, закрити приміщення.

4.2 Аналіз стану умов праці

4.2.1 Вимоги до приміщень

У приміщенні повинні бути забезпечені оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості повітря і швидкості руху повітря, які наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оптимальні значення параметрів мікроклімату

Пора року	Температура повітря, ° С,	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м / с
Холодне	22-24	40-60	0,1
Тепле	23-25	40-60	0,1

Для підтримки допустимих значень мікроклімату приміщення повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією.

Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в приміщеннях не повинні перевищувати 50 дБА.

Приміщення повинні мати природне і штучне освітлення.

Природне світло повинно проникати через бічні світлові прорізи, зорієнтовані, як правило, на північ або північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%.

Вікна приміщень повинні мати регулюють пристосування для відкривання, а також жалюзі, штори, зовнішні козирки і т.п.

Штучне освітлення в приміщеннях повинно здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У приміщеннях, де переважає робота з

документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення встановлюються світильники місцевого освітлення). При цьому світильники місцевого освітлення необхідно встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екранів, а освітлення екрану не повинна перевищувати 300 лк

Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300 - 500 лк.

При розташуванні відеотерміналів ЕОМ за периметром приміщення лінії світильників штучного освітлення повинні розміщуватися локально над робочими місцями.

Як джерело світла при штучному освітленні повинні застосовуватися, як правило, люмінесцентні лампи типу ЛБ. Допускається у світильниках місцевого освітлення застосовувати лампи розжарювання.

Світильники місцевого освітлення повинні мати напівпрозорий відбивач світла з захисним кутом не менше 40 °.

Необхідно використовувати систему вимикачів, що дозволяє регулювати інтенсивність штучного освітлення залежно від інтенсивності природного, а також дозволяє освітлювати тільки необхідні для роботи зони приміщення.

Для забезпечення нормованих значень освітлення необхідно очищати віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік і своєчасно проводити заміну ламп, що перегоріли.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

Організація робочого місця користувача ЕОМ з ВДТ і ПП повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх взаємного

розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей роботи.

Площа, виділена для одного робочого місця з ЕОМ з ВДТ і ПП, повинна становити не менше 6 м^2 , а об'єм - не менше 20 м^3 .

Робочі місця повинні розташовуватися відносно світлових прорізів так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

При розташуванні робочих місць необхідно дотримуватись таких вимог:

- робочі місця розташовуються на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями відеотерміналів має бути не менше 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного відеотерміналу та екраном іншого не повинна бути менше 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не менше 1 м;
- освітлення на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк.

Екран відеотерміналу повинен розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків і символів (див. Табл. 2). Розташування екрана відеотерміналу має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом $+ 30^\circ$ від лінії зору працівника.

Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

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

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Для забезпечення безпеки робіт з пристроями обчислювальної техніки, які випромінюють електромагнітну енергію, і дотримання гранично допустимих рівнів опромінення необхідно використовувати такі способи і засоби:

- відповідно до Державними правилами і нормами роботи з ВДТ ЕОМ необхідно застосовувати екранні фільтри, локальні світлофільтри (засоби індивідуального захисту очей) та інші засоби захисту, які пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і отримали позитивний висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи;

- тривалість роботи з пристроями обчислювальної техніки, що випромінює електромагнітну енергію надвисоких частот, не повинна перевищувати 4 години при 8-годинному робочому дні, з 15-хвилинними перервами після кожної години безперервної роботи;

- для зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, попередження несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання стомленню під час перерв рекомендується виконувати комплекс вправ для очей, рук, для поліпшення мозкового кровообігу;

- за умов високого рівня напруженості робіт показана психологічне розвантаження у спеціально обладнаних приміщеннях (кімнатах психологічного розвантаження) під час регламентованого перерви або в кінці робочого дня.

4.3 Виробнича санітарія

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

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.2). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

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

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
Фізичні:			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів для роботи	2	[14]
- підвищений рівень шуму на робочому місці	-//-	2	[14]
- підвищений рівень вібрації	-//-	2	[16, 17]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	2	[14]
- підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	1	[14]
- підвищений рівень електромагнітного випромінення	-//-	2	[18]
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання може відбутися через тіло	-//-	4	[19, 20]
- підвищений рівень статичної електрики	-//-	2	[19]
- підвищена напруженість електричного поля	-//-	2	[18]
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[22]
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці налагодження моніторів)	1	[23]
- понижена	-//-	1	[23]
Психофізіологічні:			
- нервово-психічна Перевантаження (розумове, Перенапруження аналізаторів-зорових)	- нервово-психічна - пошук інформації для Перевантаження постановки теми; - виконання роботи за темою диплома, - оформлення роботи	4	[23, 24]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння Користувача) та організації	2	[23, 24]

4.3.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °С). При проходженні електричного струму по провідниках і деталях виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними. Дане приміщення оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації, має 1 вогнегасник ВП-5 із зарядом вогнегасної речовини 8-12 кг, відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння вільні, не захаращуються та у разі потреби забезпечувати евакуацію всіх людей, які перебувають у приміщенні через один евакуаційний вихід з дверима на шляху евакуації, що відчиняється в напрямку виходу з будівлі від робочого місця. В приміщенні наявна затверджена «План-схема евакуації з кабінету (приміщення)».

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

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- а) іскри і дуги короткого замикання;
- б) електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- в) перегріву від тривалого перевантаження;
- г) відкритий вогонь і продукти горіння;
- д) наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання;
- е) розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- а) несправність електроустановки;
- б) конструктивні недоліки устаткування;
- в) коротке замикання в електричних мережах;
- г) запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Параметри мікроклімату

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень і наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С0	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка-1 а	22-24	40-60	0,1
Тепла	Легка-1 а	23-25	40-60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

4.4.2 Освітлення

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

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин). Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

Розрахунок освітлення.

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

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

де S_b – площа віконних прорізів, м²,

S_n – площа підлоги, м²,

$$S_n = a \cdot b = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/8 \cdot 30 = 3,75 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею $S=1,8$ м² кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5

м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типу ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

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

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

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

S – освітлювана площа, м²; $S = 24$ м²;

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

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

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

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

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

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 30 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{5400 \cdot 0.575 \cdot 2} = 2.40$$

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

4.4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання

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

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- а) застосування нових плазмових моніторів, LG W2271TC;
- б) віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля;
- в) встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування);
- г) раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

4.4.4 Вентилювання

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

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

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення питань надзвичайних ситуацій

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

- при виникненні аварійної ситуації зав. відділом необхідно вивести людей з поруч розташованих приміщень в безпечне місце, повідомити про аварію адміністрації підприємства, забезпечуючи збереження до розслідування обстановки на робочому місці і стану обладнання такими, якими вони були в момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих працівників і не призведе до більш тяжких наслідків). При необхідності слід вжити можливих заходів до усунення аварії своїми силами.

- при виникненні пожежі необхідно повідомити адміністрацію підприємства, вжити заходів до його ліквідації та при необхідності викликати службу порятунку за телефоном «101».

- електропроводку яка загорілася напругою до 1000 В дозволяється гасити вуглекислотним вогнегасником з відстані не ближче 1 м або порошковим вогнегасником.

- при отриманні травми, при отруєнні або раптовому захворюванні слід надати самодопомога, при необхідності викликати швидку медичну допомогу за телефоном «103».

- при виклику екстрених служб необхідно точно вказати підприємство, місце події, адреса, шляхи під'їзду до об'єкта аварії або місця події і своє прізвище.

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

а) Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала $2/3$ нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря;
- зниження рівня шуму та вібрації.

б) Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:

- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;
- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;
- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;

- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;
- не підключати одночасно декілька потужних електричних пристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;
- не залишати включені електроприлади без нагляду;
- не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу;
- не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо).

Вимоги безпеки при надзвичайних ситуаціях:

а) При раптовому припиненні подачі електричної енергії вимкнути всі пристрої ПК в такій послідовності: периферійні пристрої, ВДТ, системний блок, стабілізатор (або блок безперервного живлення). Витягнути вилки з розеток. При наявності ознак горіння (дим, запах горілого) необхідно вимкнути всі пристрої ПК, знайти місце загоряння і виконати всі можливі заходи для його ліквідації, попередивши терміново про це керівництво. У випадку виникнення пожежі негайно попередити про це пожежну частину та керівництво, виконати усі можливі заходи по евакуації людей з приміщення і розпочати гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння.

б) При замиканні, перевантаженні електричного струму на електричному обладнанні, внаслідок ураження грозової блискавки та ймовірної небезпеки ураженням електричним струмом, приймають наступне:

- попередження замикання здійснюється правильним вибором, монтажем експлуатації мереж;
- застосування захисту схем у вигляді швидкодіючих реле, а також вимикачів, плавких запобіжників, автоматичних вимикачів.

в) У випадку дотику до корпусу та інших струмоведучих частин електроустановки, що опинилися під напругою використовують захисне заземлення-зниження до безпечних значень напруги дотику і кроку, обумовлених замиканням на корпус та ін. Це досягається шляхом, зменшення потенціалу заземленого обладнання (за рахунок підйому потенціалу підстави, на якому стоїть людина, до значення, близького до значення потенціалу заземленого обладнання) та відключення від загальної електромережі ураженого обладнання.

Також застосовують різні електричні захисні засоби від ураження струмом:

а) Ізолюючі - ізолюють людини від струмоведучих або заземлених частин, а так-же від землі. Вони діляться на основні та додаткові.

б) Основні - володіють ізоляцією, здатної довго витримувати робочу напругу електроустановки. До них відносяться: в електроустановках до 1000 Вт - діелектричної рукавички, ізолюючі штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі і т.д.; понад 1000 Вт - ізолюючі штанги, і електровимірювальні кліщі.

в) Запобіжні - володіють ізоляцією нездатною витримати робочу напругу електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захищати людину від ураження струмом під цією напругою. До запобіжних відносяться засоби в електроустановках до 1000 Вт - діелектричні калоші килимки, а також ізолюючі підставки.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом, приміщення в якому проводяться всі роботи відносяться до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контуру заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η в в залежності від розміщення

заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4-0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η .

Послідовність розрахунку.

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

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

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів;

R_d – допустимий опір заземлення.

Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (4.3), отримуємо:

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

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

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

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

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом*м.

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

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

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

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot 1_{\epsilon}} \left(\frac{\ln 2 \cdot 1}{d_{\text{ст}}} + \frac{1 \cdot \ln}{2} + \frac{4 \cdot t + 1_{\epsilon}}{4 \cdot t - 1_{\epsilon}} \right) \quad (4.5)$$

де $1_{\text{в}}$ – довжина розр. вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $1_{\text{в}}=3$ м);
 $d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{\text{ст}}=0,05$ м);

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

$$t = h_{\text{в}} + \frac{1_{\epsilon}}{2} \quad (4.6)$$

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

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

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

д) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η в:

$$n = \frac{2 \cdot R_{\epsilon}}{R_0} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.7)$$

Визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки η в $=0,57$ (табличне значення).

е) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання $n_{\text{в}}$, шт:

$$n_{\text{в}} = \frac{2 \cdot R_{\epsilon}}{R_0 \cdot \eta_{\text{в}}} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.8)$$

ж) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача $1_{\text{с}}$, м:

$$1_{\text{с}} = 1,05 \cdot L_{\text{в}} \cdot (n_{\text{в}} - 1) \quad (4.9)$$

де $L_{\text{в}}$ – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_{\text{в}} = 3$ м);
 $n_{\text{в}}$ – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

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

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

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_0$$

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

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

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник.

У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

4.6 Висновки до четвертого розділу

В результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри

і певні характеристики приміщення для роботи над проектом, написаним в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним та безпечним для робітника.

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

ВИСНОВКИ

Мета дипломної роботи полягає у розробці алгоритмів та мікропрограми функціонування контролера введення-виведення.

Для досягнення зазначеної мети перед роботою були поставлені ряд завдань:

- 1) проаналізувати структуру комплексу тестування СОСП;
- 2) опрацювати и проаналізувати можливості реалізації алгоритмів для контролера введення-виведення;
- 3) розробити алгоритми мікропрограми;
- 4) розробити мікропрограму управління контролером введення-виведення.

Для вирішення першого поставленого завдання, нами були використані різні джерела інформації, розглянута структура комплексу тестування СОСП, був проведений аналіз існуючих способів реалізації програмно-технічних комплексів тестування і було виявлено що дані ПТК не актуальні. Також виявлено їх позитивні сторони і недоліки, які в подальшому були враховані при розробці мікропрограми.

Для вирішення другого завдання, в роботі було проведено дослідження роботи контролера введення-виведення і імпульсного молотка. Описано склад блоків: комутації, управління, живлення і силових. Проведено детальний аналіз мікроконтролера, а також детально вивчена його архітектура. У роботі були проаналізовані можливості реалізації алгоритмів для КВВ-8.

Для вирішення третього та четвертого завдання були розроблені та описані алгоритми мікропрограми, а саме: алгоритм ініціалізації мікроконтролера, алгоритм початкового і періодичного самодіагностування, алгоритм прийому команд оператора, алгоритм виконання розряду, алгоритм виконання удару та

алгоритм прийому і передачі повідомлень по інтерфейсу Ethernet. Для алгоритмів були розроблені блок-схеми, а також визначено функціональне призначення і структура мікропрограми в цілому. Розроблені підпрограми для повноцінного функціонування контролера введення-виведення, які були створені за допомогою алгоритмів описаних раніше.

Таким чином, ми можемо сказати, що були виконані всі поставлені завдання і підготовлена актуальна мікропрограма, з метою використання її на підприємстві ПРАТ СНВО «Імпульс».

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Усанов А.И. Виброшумовая диагностика ВВЭР: науч. изд. Москва: Энергоатомиздат, 2004. 344 с.
2. Система обнаружения свободных и слабо закрепленных предметов [Электронный ресурс] // Корпорация "Техностандарт": інформаційний ресурс компанії. URL: <https://www.technostandard.com/index.php?r=site/static&id=94>
3. Система обнаружения свободных предметов в главном циркуляционном контуре ВВЭР-1000 [Электронный ресурс] // Центр диагностики «Диапром»: інформаційний ресурс компанії. URL: <http://www.diaprom.com/new/project/?p=2>
4. Развитие и оптимизация систем контроля атомных электростанций с ВВЭР: монография / В.И. Скалозубов, Д.В. Билей, Т.В. Габлая, и др. Чернобыль, 2008. 512 с.
5. Контрольно-диагностическая система "Вектор" [Электронный ресурс] // ООО "Измерительные Технологии": інформаційний ресурс компанії. URL: <http://www.mtech.by/ru/vector.php>
6. Система автоматической регистрации сигналов СУЗ, АЗ, и определения времени падения ОР СУЗ [Электронный ресурс] // Научно-производственный комплекс "КРОНА". URL: <http://npk-krona.ru/products/krona-519>
7. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Финкель Б.М. Системы диагностирования ВВЭР: науч. изд. Москва: Энергоатомиздат, 2010. 391 с.
8. Loose Parts Monitoring System [Электронный ресурс] // Компания "AREVA": інформаційний сайт. URL: http://de.areva.com/customer/liblocal/docs/KUNDENPORTAL/PRODUKTBROSCHUEREN/Brosch%C3%BCren%20nach%20Nummer/237-KUES_en13-Web.pdf
9. Product Data Sheet [Электронный ресурс] // Компания "NXP": технічний паспорт продукту. URL: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC2478.pdf

10. Редькин П.П. Микроконтроллеры ARM7 семейства LPC2000: руководство пользователя. Москва: Издательский дом "Додэка-XXI", 2007. 560 с.
11. IDE Project Management and Building Guide [Электронный ресурс] // IAR System: Інструкція користувача. URL: http://ftp.iar.se/WWWfiles/arm/webic/doc/EWARM_DevelopmentGuide.ENU.pdf
12. IAR C/C++ Development Guide [Электронный ресурс] // IAR System: Керівництво по розробці. URL: http://ftp.iar.se/WWWfiles/arm/webic/doc/EWARM_IDEGuide.ENU.pdf
13. Нормативно-правові акти з охорони праці. НПАОП 0.00-4.12-05 “Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці”.
14. Державні санітарні правила та норми. ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих”.
15. Державні санітарні правила та норми. ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку”.
16. Державні санітарні правила та норми. ДСН 3.3.6.039-99 “Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”.
17. Державні стандарти України. ДСТУ ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ “Вибрационная безопасность. Общие требования”.
18. Государственный стандарт. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ “Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”.
19. Государственный стандарт. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ “Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление”.
20. Государственный стандарт. ГОСТ 13109-97 “Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитных. Нормы качества электроэнергоснабжения общего назначения”.
21. Государственный стандарт. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ “Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”.

22. Державні будівельні норми. ДБН В.2.5-28:2015 “Природне і штучне освітлення”.
23. Державні санітарні правила і норми. ДСанПіН 3.3.2.007-98 “Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”.
24. Нормативно-правові акти з охорони праці. НПАОП 0.00-1.28-10 “Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин”.

ДОДАТОК А. Лістинг підпрограм

А.1 Лістинг підпрограми алгоритму ініціалізації (Initialization.c)

```

Unsigned char PhySettings = 0;

//Инициализация портов

//-----((((

void InitPorts()
{
    IO0DIR = 0;

    IO1DIR = 0;

    FIO0DIR = 0|(0x03 << 20)|(0x000000f0)|(1 << 10) | (1 << 6);

    FIO1DIR = 0;

    FIO2DIR = 0;

    FIO3DIR = 0 | (0xff) | (0xff << 17) | (0x0f << 25) | (1 << 29) | (1<< 30) | (1<< 31) | (1 << 9);

    FIO4DIR = 0;

    SCS_bit.GPIOM = 1; // Включили Fast GPIO0,1

    FIO0MASK = 0; // Обнуление регистров масок портов

    FIO1MASK = 0;

    FIO2MASK = 0;

    FIO3MASK = 0;

    FIO4MASK = 0;

    // Установка назначения выводов процессора

    PINSEL0 = 0;

    PINSEL1 = 0; // Порт 0 - общего назначения

```

```

PINSEL2 = 0;

PINSEL3 = 0; // Порт 1 - общего назначения

PINSEL4 = 0;

PINSEL5 = 0; // Порт 2 - общего назначения

PINSEL6 = 0;

PINSEL7 = 0; // Порт 3 - общего назначения

PINSEL8 = 0;

PINSEL9 = 0; // Порт 4 - общего назначения

PINSEL10 = 0; // ETM интерфейс отключен

PINSEL11 = 0; // LCD порт отключен

}

//-----))))))

//Сброс портов

//-----((((

void ResetPorts()

{ FIO3PIN = 0;

  FIO0PIN_bit.P0_20 = 1;

  FIO0PIN_bit.P0_20 = 0;

  FIO0PIN_bit.P0_21 = 1;

  FIO0PIN_bit.P0_21 = 0;

  FIO0PIN = 0;

  FIO3PIN_bit.P3_9 = 1;}

//-----))))))

//Инициализация тактового генератора

//-----((((

```



```

void InitClock()

{ // Ускорение работы с Флеш-памятью

    MAMCR_bit.MODECTRL = 0;

    MAMTIM_bit.CYCLES = 4; //CCLK > 40 MHz

    MAMCR_bit.MODECTRL = 2; // функции MAM включены полностью

    //-----

    // Установка рабочих частот

    // 1. Init OSC

    SCS_bit.OSCRANGE = 0; // частота основного генератора от 1 до 20 МГц

    SCS_bit.OSCEN = 1; // включен основной генератор

    // 2. Wait for OSC ready

    while(!SCS_bit.OSCSTAT); // ждем когда будет готов основной генератор

    // 3. Disconnect PLL

    PLLCON_bit.PLLC = 0; // отсоединили PLL

    PLLFEED = 0xAA; //

    PLLFEED = 0x55; // включили доступ к настройкам

    // 4. Disable PLL

    PLLCON_bit.PLLE = 0; // выключили PLL

    PLLFEED = 0xAA;

    PLLFEED = 0x55;

    // 5. Select source clock for PLL

    CLKSRCSEL_bit.CLKSRC = 1; // выбрали основной генератор как источник для PLL

    // 6. Set PLL settings 288 MHz

    PLLCFG_bit.MSEL = 24-1;

    PLLCFG_bit.NSEL = 2-1; //((2*24*12)/2)=288 MHz

```

```

PLLFEED = 0xAA;

PLLFEED = 0x55;

// 7. Enable PLL

PLLCON_bit.PLLE = 1; // включили PLL

PLLFEED = 0xAA;

PLLFEED = 0x55;

// 8. Wait for the PLL to achieve lock

while(!PLLSTAT_bit.PLOCK); // ждем установки

// 9. Set clk divider settings

CCLKCFG = 4-1; // 1/4 Fpll - 72 MHz

USBCLKCFG = 6-1; // 1/6 Fpll - 48 MHz

PCLKSEL0 = PCLKSEL1 = 0; // other peripherals - 18MHz (Fclk/4) (72/4)

// 10. Connect the PLL

PLLCON_bit.PLLC = 1;

PLLFEED = 0xAA;

PLLFEED = 0x55;

// stop all Peripherals' clocks

PCONP = 0; // отключили питание всей периферии

// Configure AHB1 arbitration

AHBCFG1_bit.SHDL = 0; // priority arbitration

AHBCFG1_bit.BB = 0; // Never break defined length bursts.

AHBCFG1_bit.QT = 0; // A quantum is an AHB clock.

AHBCFG1_bit.QS = 4; // Preemptive, re-arbitrate after 16 AHB quanta.

AHBCFG1_bit.DM = 1; // Master 1 (CPU) is the default master.

AHBCFG1_bit.EP1 = 1; // External priority for master 1 (CPU).

```

```

AHBCFG1_bit.EP2 = 2; // External priority for master 2 (GPDMA).

AHBCFG1_bit.EP3 = 3; // External priority for master 3 (AHB1).

AHBCFG1_bit.EP4 = 5; // External priority for master 4 (USB).

AHBCFG1_bit.EP5 = 4; // External priority for master 5 (LCD).

//-----

}

//Инициализация АЦП

//-----((((

void InitADC()

{

    PCONP_bit.PCAD = 1; // вкл. питание АЦП

    AD0CR_bit.PDN = 1; // вкл. АЦП

    PCLKSEL0_bit.PCLK_ADC = 0x00; // // вход частоты PCLK/4=72/4 = 18 MHz

    AD0CR_bit.CLKDIV = (18-1); // Частота АЦП = 18/6=3 МГц < 4.5 МГц

    PINSEL0_bit.P0_12 = 0x03; // Вход АЦП6 (5В)

    PINMODE0_bit.P0_12 = 0x02; // Нет подтягивающих резисторов

    PINSEL0_bit.P0_13 = 0x03; // Вход АЦП7 (3В)

    PINMODE0_bit.P0_13 = 0x02; // Нет подтягивающих резисторов

    PINSEL3_bit.P1_31 = 0x03; // Вход АЦП6 (5В)

    PINMODE3_bit.P1_31 = 0x02; // Нет подтягивающих резисторов}

//-----))))))

//Инициализация сторожевого таймера

//-----((((

void InitWDR()

{WDCLKSEL = 1; // Источник тактирования - частота PCLK (18 MHz)

```

```

WDTC = 72000000; // Период таймера - 1,6 s

WDMOD = 0x3; // включен, режим сброса МК }

//-----))))))

//Сброс сторожевого таймера

//-----((((

void WDR()

{ WDFEED = 0xAA;

  WDFEED = 0x55;}

//-----))))))

//Инициализация SPI

//-----((((

void InitSPI()

{

  PCONP_bit.PCSPI = 1; // вкл. питания SPI

  PCLKSEL0_bit.PCLK_SPI = 0; // вход частоты для SPI 72/4 = 18 MHz

  S0SPCCR = 18; // частота SCK 18/18 = 1 MHz

  PINSEL0_bit.P0_15 = 0x03; // Линия SCK

  PINMODE0_bit.P0_15 = 0; // подтяжка к питанию

  PINSEL1_bit.P0_17 = 0x03; // Линия MISO

  PINMODE1_bit.P0_17 = 0; // подтяжка к питанию

  PINSEL1_bit.P0_18 = 0x03; // Линия MOSI

  PINMODE1_bit.P0_18 = 0; // подтяжка к питанию

  S0SPCR_bit.BITENABLE = 1; // Число выдаваемых бит 16

  S0SPCR_bit.BITS = 0;

  S0SPCR_bit.CPHA = 1; // Данные защелкиваются по фронту SCK

```

```

S0SPCR_bit.CPOL = 1;    // Полярность негативная

S0SPCR_bit.MSTR = 1;    // Режим Мастер

S0SPCR_bit.LSBF = 0;    // Сначала транслируется старший бит
}

//-----))))))

```

A.2 Лістинг алгоритму підпрограми виконання розряду (Discharge.c)

```

void Discharge()
{
if (DischargeOnStep == 0)
{
UdarOnStep = 0;

UdarOnStepSmall = 0;

FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;

BSIAddressation(BSIInWork);

FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;

FIO0PIN_bit.P0_6 = 1;

TimerBeforDischarge = 105000;

DischargeOnStep = 1;

UdarInWork = false;
}
else
{

```

```

if (TimerBeforDischarge == 0)

{  FIO0PIN_bit.P0_6 = 0;

DischargeOnStep = 0;

BSIInWork = 0;

DischargeInWork = 0;

BSIInControl = 1;

DischargeReady = false; }}}
```

A.3 Лістинг алгоритму підпрограми виконання удару (Udar.c)

```

// Процедура детектирования удара

void UdarDetection()

{ //Объявление временных переменных

Int32U UdarRead = 0;

Int32U UdarUst = 10;

int ErrorRead = 0;

//Задержка перед детектированием удара

for (int i = 1; i < 45000; i++);

TimerUdarRead = 700000; //Время измерения удара

while (TimerUdarRead > 0)

{ if (!(FIO0PIN & 0x800)) //Если удар детектирован

{ while ((!(FIO0PIN & 0x800)) && (UdarRead != UdarUst)) //Пока удар детектирован и

количество раз, когда удар зарегистрирован меньше уставки

{ UdarRead++;}

if (UdarRead == UdarUst)// Здесь установки срабатывания
```

```

{
    CheckUdarCounter[BSIInWork - 1] = 0;

    SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x10; //Удар детектирован

    UdarInWork= false;

    DischargeInWork = true;

    SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08; //Разряд

    SB[BSIInWork - 1].b2 &= ~0x01; //08.02.2017}

    TimerUdarRead -= UdarRead;

    UdarRead = 0;}

    TimerUdarRead--;}

    ErrorRead = 0;

    for (int i = 1; i < 20; i++)

    {

        if (!(FIO0PIN & 0x200))

            ErrorRead++;

    }

    if (ErrorRead > 15)

    {

        SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x10;

        S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));

    }

    if ((DischargeInWork == false) || UdarReadErrorPriznak)

    {

        if (CheckUdarCounter[BSIInWork - 1] < 255)

            {

```

```

    CheckUdarCounter[BSIInWork - 1]++;
}

SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x01;

SB[BSIInWork - 1].b1 &= ~0x10;

UdarInWork= false;

DischargeInWork = true;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;

//S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));
}
}

// Подпрограмма выполнения удара

// Точка входа в подпрограмму выполнения удара

void Udar()
{
    switch (UdarOnStep)
    {
    case 0: // Проверка заряда конденсаторов и включение заряда или переход к удару
    {
        FIO0PIN_bit.P0_7 = 0;

        FIO0PIN_bit.P0_10 = 0;

        FIO3PIN_bit.P3_29 = 0;

        FIO3PIN_bit.P3_30 = 0;

        if (UdarOnStepSmall == 0)
        {
            //MassiveToNull();

```



```
BSIAddressation (BSIInWork);

if (!TestMode)

{

UdarDetectionRead();

}

else

{

    UdarReadErrorPriznak = false;

}

FIO3PIN_bit.P3_31 = 1; // Включение компаратора

TimerChargeRead = 25; // Запуск таймера на 25 мс

UdarOnStepSmall = 1;

}

else

{

if (TimerChargeRead == 0)

{

    TimerChargeRead = 25; // Запуск задержки на 25

    ChargeReadIndex++;

    if (!FIO0PIN_bit.P0_8) // Если конденсторы заряжены

        ChargeReady++;

    if (ChargeReadIndex == 5)

    {

        ChargeReadIndex = 0;

        if (ChargeReady >= 3) // Если конденсторы заряжены
```

```
{  
    if (UdarIsNeed) // Если принята команда удар  
    {  
        UdarOnStep = 2;  
        TimerBeforUdar = 2000; // Запуск таймера на 2000 мс  
    }  
    else // Если принята команда заряд  
    {  
        UdarOnStep = 3;  
        TimerBeforUdar = 200000; // Запуск таймера на 200000 мс  
    }  
}  
else // Если конденсторы не заряжены  
{  
    UdarOnStep = 1;  
    TimerBeforUdar = 120000; // Запуск таймера на 120000 мс  
    FIO0PIN_bit.P0_4 = 1; // Включение заряда конденсаторов  
}  
UdarOnStepSmall = 0;  
ChargeReady = 0;  
}  
}  
}  
break;  
}
```

```
case 1: // Выполнение заряда конденсторов
{
    if (TimerBeforUdar == 0) //Прошло время заряда конденсаторов
    {
        SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x08;
        S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));
        UdarInWork = false;
        DischargeInWork = true;
        FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;
        SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfe;
        SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;
        UdarOnStep = 0;
    }
    else
    {
        if (TimerChargeRead == 0)
        {
            TimerChargeRead = 25;
            if (!FIO0PIN_bit.P0_8)
                ChargeReady++;
            else
                ChargeReady = 0;
            if (ChargeReady == 10)
            {
                ChargeReady = 0;
            }
        }
    }
}
```

```
FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;

SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfe;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x04;

if (UdarIsNeed) // Если принята команда удар

{

    UdarOnStep = 2;

    TimerBeforUdar = 2000; // Запуск таймера на 2000 мс

}

else // Если принята команда заряд

{

    UdarOnStep = 3;

    TimerBeforUdar = 200000; // Запуск таймера на 200000 мс

}

}

}

}

break;

}

case 2: // Выполнение удара

{

    if (TimerBeforUdar == 0) //Прошло время ожидания перед ударом

    {

        FIO3PIN_bit.P3_31 = 0;

        for (int i = 1; i < 30000; i++);

        FIO0PIN_bit.P0_5 = 1;
```

```

FIO3PIN |= (1 << (20 + BSInWork));

if (!TestMode) //10.2014-----
{
    SB[BSInWork - 1].b1 &= 0xfb;

    SB[BSInWork - 1].b1 |= 0x02;

    UdarOnStep = 0;

    __disable_interrupt();

    UdarDetection();

    __enable_interrupt();

    FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;

    BS1Addressation(0);

}

else

{

    UdarOnStep = 4;

    TimerBeforUdar = 500;

} //-----

}

break;

}

case 3: // Ожидание команды оператора

{

    if (TimerBeforUdar == 0) //Прошло время ожидания команды оператора

    {

        UdarOnStep = 0;
    }
}

```

```
UdarInWork = false;

DischargeInWork = true;

FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;

FIO3PIN_bit.P3_31 = 0;

SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfb;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;

UdarOnStep = 0;

FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;

BSIAddressation(0);

}

else

{

if (UdarIsNeed)

{

UdarOnStep = 0;

FIO3PIN_bit.P3_31 = 0;

for (int i = 1; i < 30000; i++);

FIO0PIN_bit.P0_5 = 1;

FIO3PIN |= (1 << (20 + BSIInWork));

SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfb;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x02;

__disable_interrupt();

UdarDetection();

__enable_interrupt();

FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;
```

```
    BSIAddressation(0);}}

    break;

}

case 4: //Выполнение удара в тестовом режиме-----
{

    if (TimerBeforUdar == 0)

    {

        FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;

        FIO0PIN_bit.P0_4 = 1; // Включение заряда конденсаторов

        FIO3PIN_bit.P3_31 = 1; // Включение компаратора

        UdarOnStep = 5;

        TimerBeforUdar = 3000;

    }

    break;

}

case 5: // тестовый заряд конденсаторов

{

    if (TimerBeforUdar == 0) //Если по истечению трёх секунд сигнал порог от
компаратора не получен

    {

        TimerBeforUdar = 0;

        ChargeReady = 0;

        UdarOnStep = 0;

        UdarInWork = false;

        DischargeInWork = true;
```

```
FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;

FIO3PIN_bit.P3_31 = 0;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;

UdarDetectionRead();

if (UdarReadErrorPriznak == true)

{

    SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x10;

}

else

{

    SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x01;

    S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));

}

UdarReadErrorPriznak = false;

SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x02;

SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfb;

}

else

{

    if (TimerChargeRead == 0){

        TimerChargeRead = 9;

        if (!FIO0PIN_bit.P0_8)

            ChargeReady++;

    }

    else

        ChargeReady = 0;
```



```

if (ChargeReady == 5) //Если сигнал порог от копаратора получен
{
    TimerBeforUdar = 0;

    ChargeReady = 0;

    UdarOnStep = 0;

    UdarInWork = false;

    DischargeInWork = true;

    FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;

    FIO3PIN_bit.P3_31 = 0;

    SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x08;

    UdarDetectionRead();

    if (UdarReadErrorPriznak == true){

        SB[BSIInWork - 1].b1 |= 0x10;}

    else{

        SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x01;

        S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));}

    UdarReadErrorPriznak = false;

    SB[BSIInWork - 1].b2 |= 0x20;

    SB[BSIInWork - 1].b1 &= 0xfb;

    UdarInWork= false;

    DischargeInWork = true;

    //S2 |= (1 << (BSIInWork - 1));}}

break;

} //-----
}}

```

ДОДАТОК Б. Слайди презентації

У Додатку Б наведено зображення слайдів презентації.

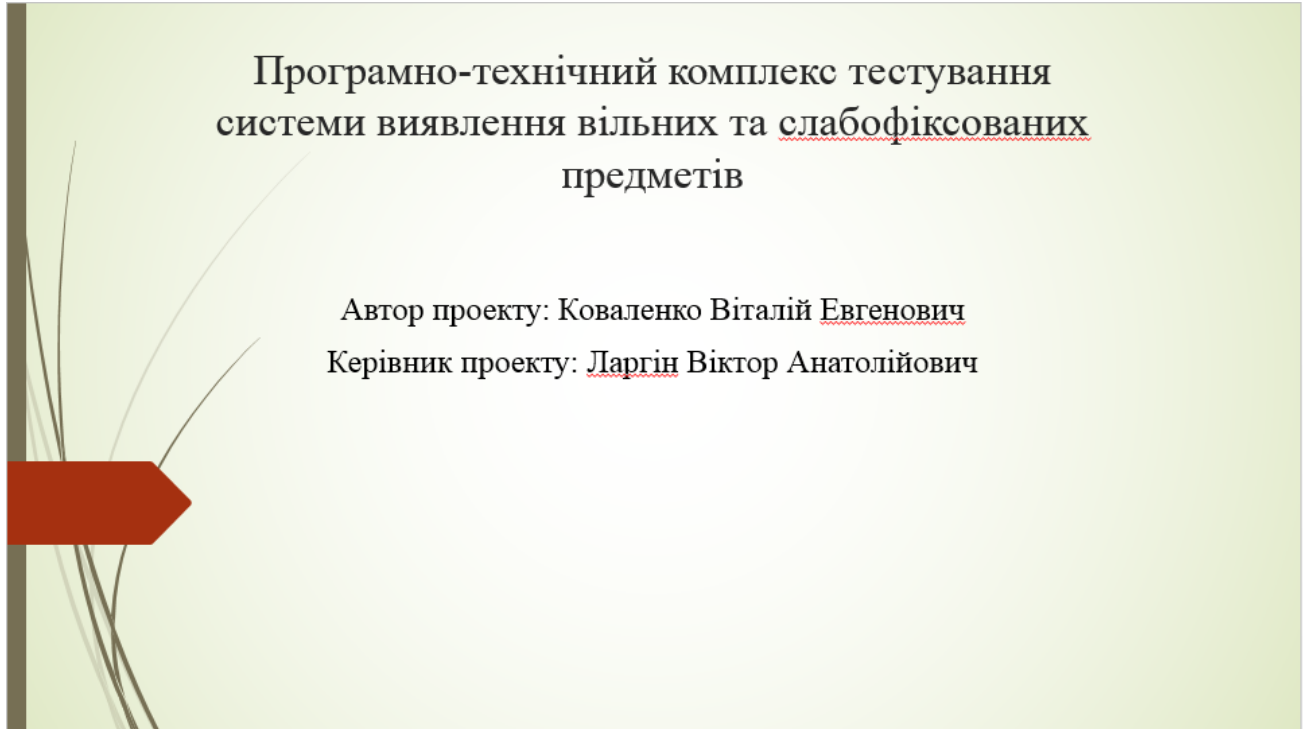


Рисунок Б.1 - Слайд 1

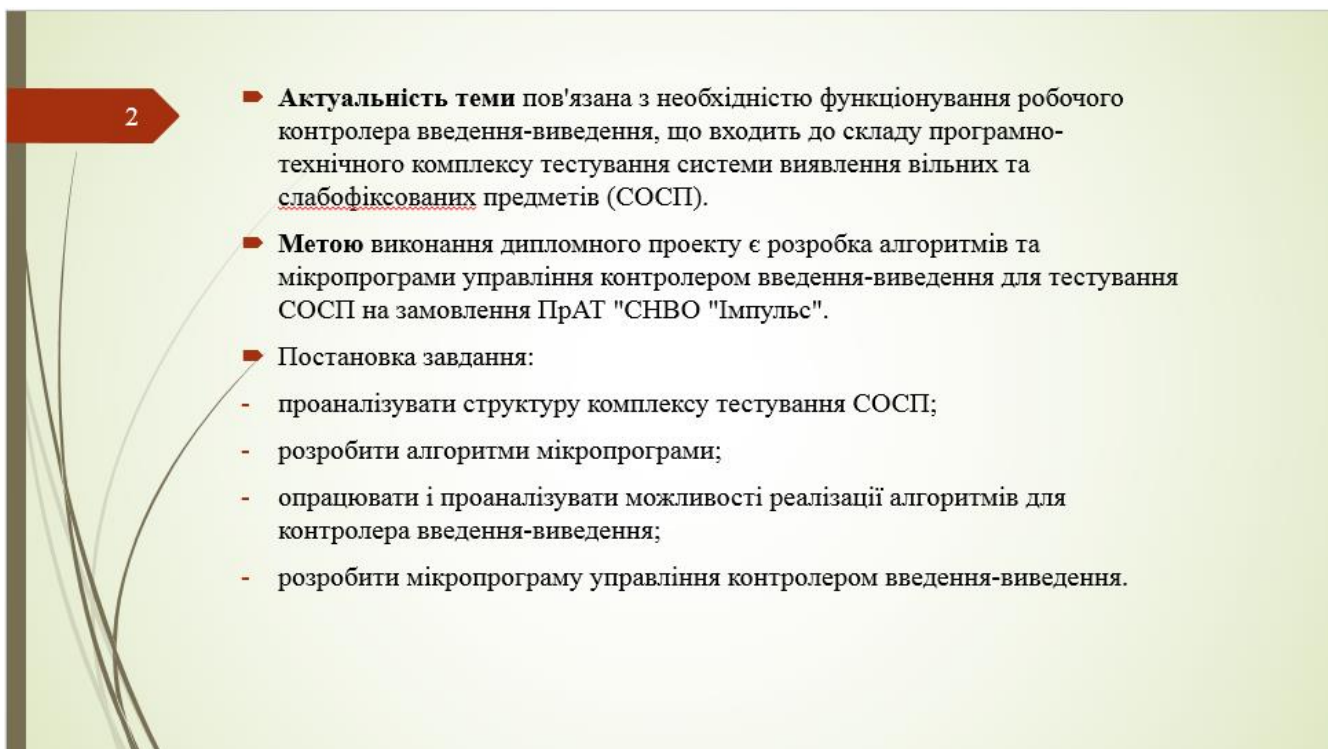


Рисунок Б.2 - Слайд 2

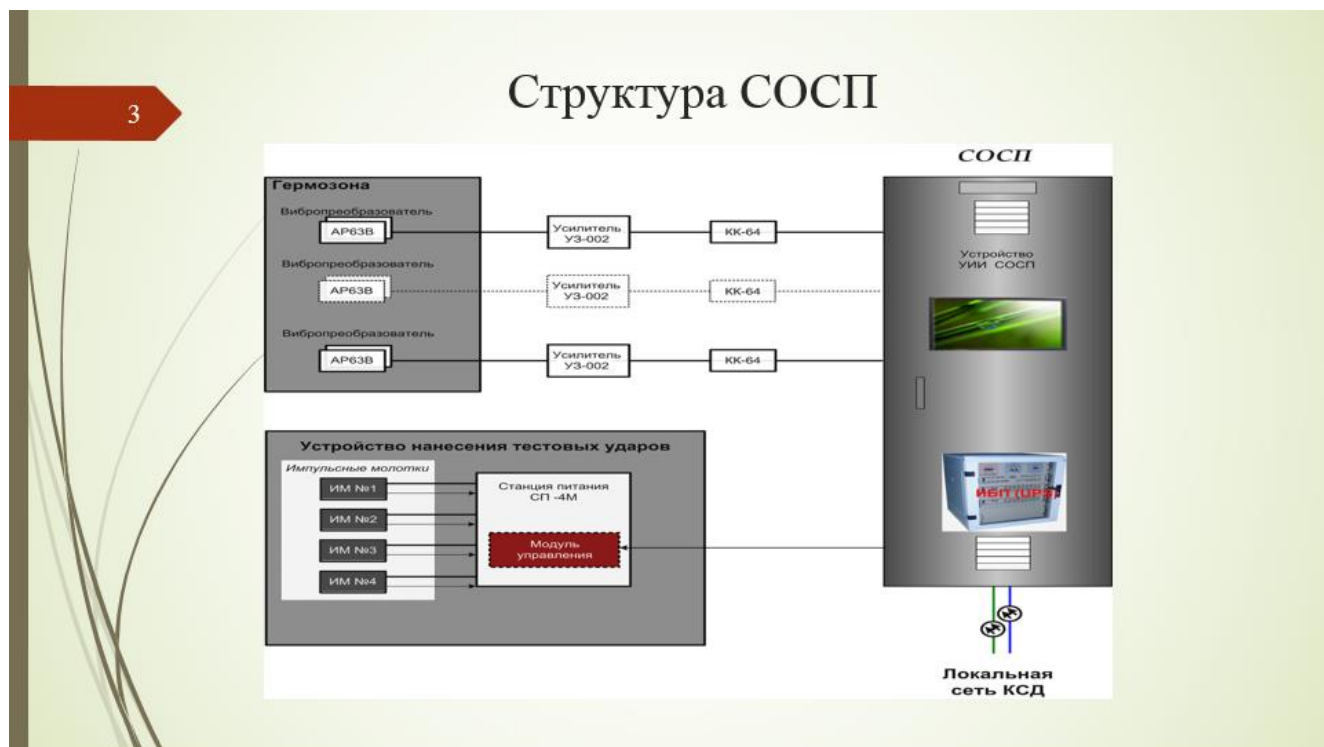


Рисунок Б.3 - Слайд 3



Рисунок Б.4 - Слайд 4

9

Лістинг підпрограми виконання розряду

```

void Discharge()
{
    if (DischargeOnStep == 0)
    {
        UdarOnStep = 0;
        UdarOnStepSmall = 0;
        FIO0PIN_bit.P0_5 = 0;
        SB[BSInWork - 1].b1 |= 0x08;
        BSIAddressation(BSInWork);
        FIO0PIN_bit.P0_4 = 0;
        FIO0PIN_bit.P0_6 = 1;
        TimerBeforDischarge = 105000;
        DischargeOnStep = 1;
        UdarInWork = false;
    }
    else
    {
        if (TimerBeforDischarge == 0)
        { FIO0PIN_bit.P0_6 = 0;
          DischargeOnStep = 0;
          BSInWork = 0;
          DischargeInWork = 0;
          BSInControl = 1;
          DischargeReady = false; }}
    }
}

```

Рисунок Б.9 - Слайд 9

10

Лістинг підпрограми ініціалізації

```

Unsigned char PhySettings = 0;
//Ініціалізація портів
//-----((((
void InitPorts()
{ IO0DIR = 0;
  IO1DIR = 0;
  FIO0DIR = 0|(0x03 << 20)|(0x000000f0)|(1 << 10) | (1 << 6);
  FIO1DIR = 0;
  FIO2DIR = 0;
  FIO3DIR = 0 | (0xff) | (0xff << 17) | (0x0f << 25) |
  (1 << 29) | (1 << 30) | (1 << 31) | (1 << 9);
  FIO4DIR = 0;
  SCS/bit.GPIOM = 1; // Включили Fast GPIO0,1
  FIO0MASK = 0; // Обнуление регистров масок портів
  FIO1MASK = 0;
  FIO2MASK = 0;
  FIO3MASK = 0;
  FIO4MASK = 0;
  // Установка назначения выводов процессора
  PINSEL0 = 0;
  PINSEL1 = 0; // Порт 0 - общего назначения
  PINSEL2 = 0;
  PINSEL3 = 0; // Порт 1 - общего назначения
  PINSEL4 = 0;
  PINSEL5 = 0; // Порт 2 - общего назначения
  PINSEL6 = 0;
  PINSEL7 = 0; // Порт 3 - общего назначения
  PINSEL8 = 0;
  PINSEL9 = 0; // Порт 4 - общего назначения
  PINSEL10 = 0; // ЕТМ интерфейс отключен
  PINSEL11 = 0; // LCD порт отключен}
//Сброс портів
void ResetPorts()
{ FIO3PIN = 0;
  FIO0PIN_bit.P0_20 = 1;
  FIO0PIN_bit.P0_20 = 0;
  FIO0PIN_bit.P0_21 = 1;
  FIO0PIN_bit.P0_21 = 0;
  FIO0PIN = 0;
  FIO3PIN_bit.P3_9 = 1;}
//Ініціалізація тактового генератора

```

Рисунок Б.10 - Слайд 10

11

Лістинг підпрограми ініціалізації

```

void InitClock()
{
    // Ускорення роботи с Флеш-памятью
    MAMCR_bit.MODECTRL = 0;
    MAMTIM_bit.CYCLES = 4; // CCLK > 40 MHz
    MAMCR_bit.MODECTRL = 2; // функции МАМ включены
    полностью
    //-----
    // Установка рабочих частот
    // 1. Init OSC
    SCS_bit.OSCRANGE = 0; // частота основного генератора от 1
    до 20 МГц
    SCS_bit.OSCEN = 1; // включен основной генератор
    // 2. Wait for OSC ready
    while(!SCS_bit.OSCSTAT); // ждем когда будет готов основной
    генератор
    // 3. Disconnect PLL
    PLLCON_bit.PLLC = 0; // отсоединили PLL
    PLLFEED = 0xAA; //
    PLLFEED = 0x55; // включили доступ к настройкам

    // 4. Disable PLL
    PLLCON_bit.PLLE = 0; // выключили PLL
    PLLFEED = 0xAA;
    PLLFEED = 0x55;
    // 5. Select source clock for PLL
    CLKSRCSEL_bit.CLKSRC = 1; // выбрали
    основной генератор как источник для PLL
    // 6. Set PLL settings 288 MHz
    PLLCFG_bit.MSEL = 24-1;
    PLLCFG_bit.NSEL = 2-1; // (2*24*12)/2=288 MHz
    PLLFEED = 0xAA;
    PLLFEED = 0x55;
    // 7. Enable PLL
    PLLCON_bit.PLLE = 1; // включили PLL
    PLLFEED = 0xAA;
    PLLFEED = 0x55;
    // 8. Wait for the PLL to achieve lock
    while(!PLLSTAT_bit.PLOCK); // ждем установки

```

Рисунок Б.11 - Слайд 11

12

Лістинг підпрограми ініціалізації

```

// 9. Set clk divider settings
CCLKCFG = 4-1; // 1/4 Fpll - 72 MHz
USBCLKCFG = 6-1; // 1/6 Fpll - 48 MHz
PCLKSEL0 = PCLKSEL1 = 0;
// other peripherals - 18MHz (Fclk/4) (72/4)
// 10. Connect the PLL
PLLCON_bit.PLLC = 1;
PLLFEED = 0xAA;
PLLFEED = 0x55; // stop all Peripherals' clocks
PCONP = 0; // отключили питание всей периферии
// Configure AHB1 arbitration
AHBCFG1_bit.SHDL = 0; // priority arbitration
AHBCFG1_bit.BB = 0; // Never break defined length bursts.
AHBCFG1_bit.QT = 0; // A quantum is an AHB clock.
AHBCFG1_bit.QS = 4; // Preemptive, re-arbitrate after 16 AHB quanta.
AHBCFG1_bit.DM = 1; // Master 1 (CPU) is the default master.
AHBCFG1_bit.EP1 = 1; // External priority for master 1 (CPU).
AHBCFG1_bit.EP2 = 2; // External priority for master 2 (GPDMA).
AHBCFG1_bit.EP3 = 3; // External priority for master 3 (AHB1).
AHBCFG1_bit.EP4 = 5; // External priority for master 4 (USB).
AHBCFG1_bit.EP5 = 4; // External priority for master 5 (LCD).}

//Инициализация АЦП
void InitADC()
{
    PCONP_bit.PCAD = 1; // вкл. питание АЦП
    AD0CR_bit.PDN = 1; // вкл. АЦП
    PCLKSEL0_bit.PCLK_ADC = 0x00;
    // вход частоты PCLK/4=72/4 = 18 MHz
    AD0CR_bit.CLKDIV = (18-1);
    // Частота АЦП = 18/6=3 МГц < 4.5 МГц
    PINSEL0_bit.P0_12 = 0x03; // Вход АЦП6 (5В)
    PINMODE0_bit.P0_12 = 0x02;
    //Нет подтягивающих резисторов
    PINSEL0_bit.P0_13 = 0x03; // Вход АЦП7 (3В)
    PINMODE0_bit.P0_13 = 0x02; // Нет подтяг резисторов
    PINSEL3_bit.P1_31 = 0x03; // Вход АЦП6 (5В)
    PINMODE3_bit.P1_31 = 0x02;
    // Нет подтягивающих резисторов}
    //Инициализация сторожевого таймера
    void InitWDR()
    {
        WDCLKSEL = 1;
        // Источник тактирования - частота PCLK (18 MHz)
        WDTC = 72000000; // Период таймера - 1,6 s
        WDMOD = 0x3; // включен режим сброса МК}

```

Рисунок Б.12 - Слайд 12

13

Лістинг підпрограми ініціалізації

```

//Сброс сторожевого таймера
void WDR()
{ WDFEED = 0xAA;
  WDFEED = 0x55;}
//Инициализация SPI
void InitSPI()
{ PCONP_bit.PCSPI = 1; // вкл. питания SPI
  PCLKSEL0_bit.PCLK_SPI = 0; // вход частоты для SPI 72/4 = 18 MHz
  S0SPCCR = 18; // частота SCK 18/18 = 1 MHz
  PINSEL0_bit.P0_15 = 0x03; // Линия SCK
  PINMODE0_bit.P0_15 = 0; // подтяжка к питанию
  PINSEL1_bit.P0_17 = 0x03; // Линия MISO
  PINMODE1_bit.P0_17 = 0; // подтяжка к питанию
  PINSEL1_bit.P0_18 = 0x03; // Линия MOSI
  PINMODE1_bit.P0_18 = 0; // подтяжка к питанию
  S0SPCR_bit.BITENABLE = 1; // Число выдаваемых бит 16
  S0SPCR_bit.BITS = 0;
  S0SPCR_bit.CPHA = 1; // Данные зашелкиваются по фронту SCK
  S0SPCR_bit.CPOL = 1; // Полярность негативная
  S0SPCR_bit.MSTR = 1; // Режим Мастер
  S0SPCR_bit.LSBF = 0; // Сначала транслируется старший бит}

```

Рисунок Б.13 - Слайд 13

14

Висновки

- Для вирішення поставлених завдань нами були використані різні джерела інформації, розглянута структура комплексу тестування СОСП, проведено дослідження роботи контролера введення-виведення та імпульсного молотка, детально проаналізований мікроконтролер LPC2478, вивчена його архітектура, розроблені алгоритми мікропрограми та створені підпрограми для повноцінного функціонування контролера введення-виведення.
- Таким чином, ми можемо сказати, що були виконані всі поставлені завдання і підготовлена актуальна мікропрограма, з метою використання її на підприємстві ПРАТ СНВО «Імпульс».

Рисунок Б.14 - Слайд 14