

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(назва факультету)  
Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництв  
(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(освітній рівень)

на тему: Розробка системи автоматизованого контролю експлуатаційних характеристик гідроклапанів

Виконали: студенти 4 курсу, групи КАс-41

Спеціальність 151

*“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”*

(шифр і назва спеціальності)

Саварин Н.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Слободян А.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Савків В.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Козбур І.Р.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Левицький В.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль – 2023

## **Анотація**

Пояснювальна записка містить 104 стор., 24 рис. та посилання на 15 джерел.

Об'єктом аналізу в роботі є методи діагностування характеристик гідравлічних агрегатів.

Метою роботи є створення спеціалізованого приладу, який би дозволив автоматизувати вимірювання характеристик гідравлічних агрегатів, забезпечував більш високу точність та реалізував додаткові режими вимірювання.

В результаті виконання роботи розроблено прилад для контролю експлуатаційних характеристик гідроклапанів, проведено порівняння отриманих характеристик агрегатів з характеристиками, одержаними на базовому устаткуванні.

Ключові слова: мікроконтролер, AVR, ПКІ, АЦП, програмно-апаратний комплекс.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	9
1.1 Принцип дії та методика діагностування характеристик гідравлічних клапанів .....	9
1.2 Вибір режиму діагностування гідроклапанів.....	13
1.3 Вибір методу діагностування гідроклапанів.....	17
1.4 Вибір діагностичних ознак гідроклапанів.....	19
2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....	21
2.1 Модель системи діагностики гідроклапанів .....	21
2.2 Розробка структурної схеми вимірювального приладу .....	27
2.3 Розробка електричної принципової схеми аналогової частини.....	35
2.4 Розробка електричної принципової схеми цифрової частини .....	37
2.5 Блок живлення.....	41
2.6 Розробка друкованої плати блоку функціональної обробки сигналів, блоку керування, блоку клавіатури.....	43
2.7 Розробка системного програмного забезпечення вимірювального приладу.....	45
2.8 Розробка алгоритму роботи вимірювального приладу .....	45
2.9 Розрахунки точності та ціни поділки вимірювальної установки.....	51
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА .....	55
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	84
4.1 Значення охорони праці і безпеки життєдіяльності для створення сприятливих виробничих умов праці.....	84
4.2 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів... ..	85
4.3 Забезпечення нормальних умов праці .....	88
4.4 Пожежна безпека.....	95
4.5 Розрахунок штучної освітленості дисплейного залу .....	98

ВИСНОВКИ .....	101
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА .....	102

## ВСТУП

При розробці нових зразків сучасної техніки завжди виникає проблема їх атестації і визначення основних технічних характеристик. При цьому постійно ростуть вимоги до точності випробувальної апаратури.

Важливе завдання визначення експлуатаційних характеристик гідравлічних агрегатів машин раніше розв'язувалося за допомогою окремих вимірювальних приладів, що робило процес вимірювань достатньо трудомістким.

При цьому багато вимірювань здійснювалися візуальним способом або побічно, що значно знижувало точність вимірювань. Все це робить актуальною розробку нових спеціалізованих вимірювальних пристроїв, які б дозволили автоматизувати процес вимірювань.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка спеціалізованого вимірювального приладу для контролю гідравлічних клапанів на основі використання мікропроцесорної техніки.

Використання мікроконтролерів дозволяє не тільки підвищити точність, зменшити трудомісткість вимірювань за рахунок автоматизації процесу вимірювань, але і реалізувати додаткові режими, які із-за технічної складності не були доступні раніше (режими із зворотним зв'язком, режим відробітку циклограм і т.д.).

В даний час промисловістю випускається великий асортимент таких пристроїв, з різними технічними характеристиками і вартістю. Тому одного із завдань, яке доводиться вирішувати розробнику - це вибір оптимального, для конкретного проектного приладу, типу мікроконтролера, у зв'язку з чим важливо знання, як технічних характеристик, так і показників економічної ефективності сучасної мікроконтролерної бази.

Отже в роботі необхідно розробити прилад для контролю експлуатаційних характеристик гідроклапанів та провести порівняння отриманих характеристик агрегатів з характеристиками, одержаними на базовому устаткуванні.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Принцип дії та методика діагностування характеристик гідравлічних клапанів

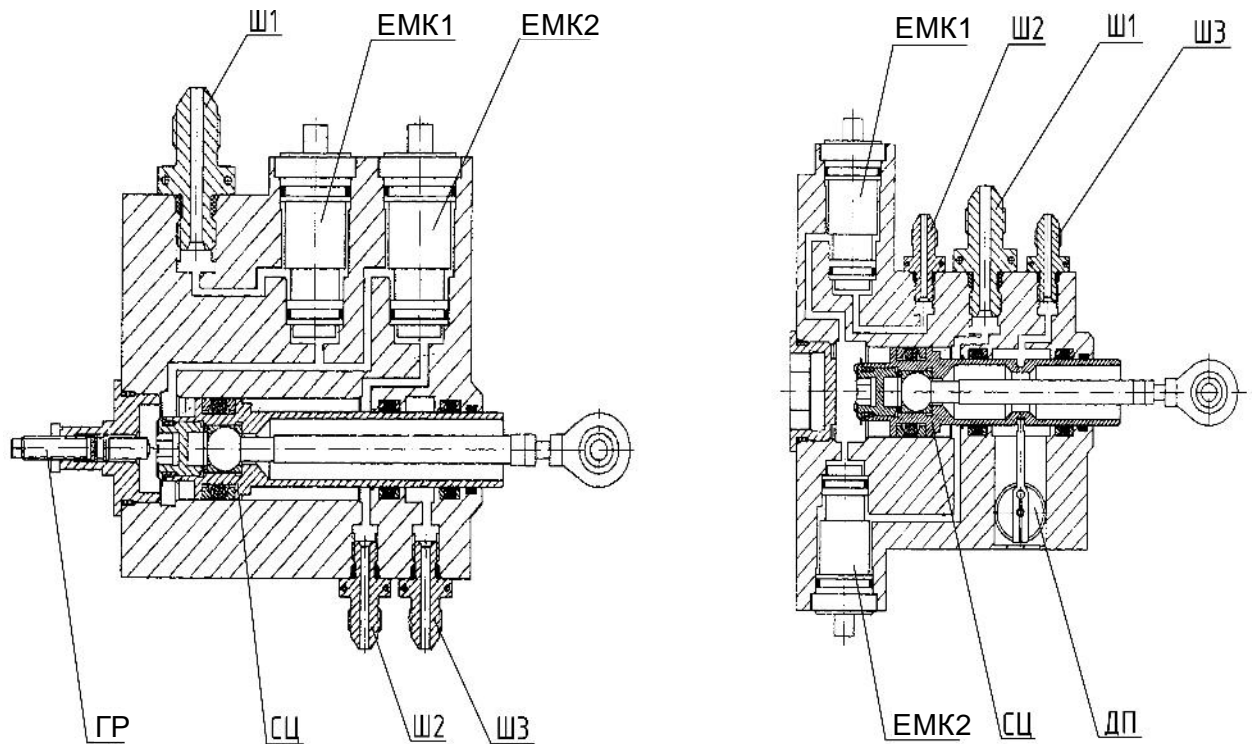
Принцип роботи гідравлічних агрегатів пояснимо на прикладі агрегату управління вхідним напрямним механізмом та агрегату управління клапаном перепуску повітря. Їх гідравлічні схеми приведені на рис. 1.1а та 1.1б.

Принцип дії агрегату управління вхідним напрямним механізмом наступний. Через штуцер Ш1 до агрегату підводиться робоча рідина (олива). При увімкненому електромагнітному клапані ЕМК1 (шток клапана знаходиться у верхньому положенні) і вимкненому електромагнітному клапані ЕМК2 (шток клапана знаходиться у нижньому положенні) робоча рідина під тиском 1,5...2 атмосфери через штуцер Ш1 та підвідні канали поступає в силовий циліндр агрегату СЦ.

Таким чином, в силовому циліндрі створюється надлишковий тиск, який виштовхує робочий шток агрегату. При перемиканні електромагнітних клапанів (ЕМК1 – вимкнений, його шток знаходиться у нижньому положенні, ЕМК2 – увімкнений, шток – у верхньому положенні) під тиском зовнішньої пружини, яка заштовхує шток агрегату всередину, робоча рідина через вихідні канали та штуцер відведення робочої рідини Ш2 надходить назад у гідравлічну систему.

Оскільки при русі штоку можливі втрати робочої рідини, то частина її через відвідні канали та штуцер дренажу Ш3 може поступати в дренажну систему. Для регулювання величини ходу штока в агрегаті вмонтовано спеціальний обмежуючий гвинт регулювання ходу штока ГР.

Принцип дії агрегату управління клапаном перепуску повітря аналогічний. Його відмінність полягає тільки у конструкції, а саме у розміщенні електромагнітних клапанів, штуцерів, у відсутності гвинта регулювання ходу штока та у наявності давача положення штока.



а) агрегат управління вхідним напрямним механізмом

б) агрегат управління клапаном перепуску повітря

Рисунок 1.1 – Гідравлічні схеми агрегатів управління вхідним напрямним механізмом та клапаном перепуску повітря.

(ГР – гвинт регулювання ходу штока; СЦ – силовий циліндр; ЕМК1 – електромагнітний клапан управління висуванням штока; ЕМК2 – електромагнітний клапан управління засуванням штока; Ш1 – штуцер відведення робочої рідини; Ш2 – штуцер підведення робочої рідини; Ш3 – штуцер дренажу; ДП – давач положення штока)

Дач положення штока ДП механічно зв'язаний з штоком і являє собою індуктивний давач положення. Він виробляє електричний сигнал, що дозволяє визначати місцеположення штока.



Основними характеристиками, вказаних гідравлічних агрегатів, що вимагають діагностування є:

- 1) стала часу перехідних процесів;
- 2) час переміщення штока на повну довжину ходу;
- 3) точність знаходження штока в заданому положенні;
- 4) ресурс роботи агрегатів.

Стала часу перехідних процесів є важливою характеристикою, що визначає вимоги до системи управління гідравлічними агрегатами. Методика вимірювання сталої часу перехідних процесів в гідравлічних агрегатах полягає у вимірюванні, так званого, часу зрушення штока – часу за який шток здійснює переміщення на 0,2 мм.

Час переміщення штока на повну довжину ходу дозволяє визначити швидкість переміщення, яка при заданому тиску в гідравлічній системі повинна бути не нижчою від вказаної в паспорті на гідравлічні агрегати.

Точність знаходження штока в заданому положенні, на рівні з часом перехідних процесів, визначає вимоги до системи управління, зокрема – до параметрів зворотного зв'язку та закону управління.

Вироблення керуючої дії положенням штока агрегату здійснюється по закону наведеному нижче:

$$\left. \begin{aligned} \tau_1 &= \min\{\bar{\tau}_1, T\}, \\ \tau_2 &= \min\{\bar{\tau}_2, T\}, \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

де  $\tau_1$  – тривалість увімкнення клапана 1 (на збільшення положення штока) від початку такту;

$\tau_2$  – тривалість увімкнення клапана 2 (на зменшення положення штока) від початку такту;

$T$  – період квантування за часом,  $T=5 \cdot 10^{-3}$  с;

$$\bar{\tau}_1 = \begin{cases} \max\{\tau_0, K_1(\alpha_{зад} - \alpha_{факт})\}, & \text{при } (\alpha_{зад} - \alpha_{факт}) > \Delta \\ 0, & \text{при } (\alpha_{зад} - \alpha_{факт}) < \Delta \end{cases} \quad (1.2)$$

$$\bar{\tau}_2 = \begin{cases} \max\{\tau_0, K_2(\alpha_{зад} - \alpha_{факт})\}, & \text{при } (\alpha_{зад} - \alpha_{факт}) > \Delta \\ 0, & \text{при } (\alpha_{зад} - \alpha_{факт}) < \Delta \end{cases} \quad (1.3)$$

$\alpha_{зад}$  – задане положення штока;

$\alpha_{факт}$  – фактичне положення штока;

$\Delta$ ,  $\tau_0$ ,  $K_1$ ,  $K_2$  – задані константи.

Ресурс роботи гідравлічних агрегатів – характеристика, що визначає їх надійність та довговічність. Ресурс роботи гідравлічних агрегатів у відповідності з паспортом, визначається в двох режимах роботи:

- 1) режим відпрацювання циклограм;
- 2) режим високочастотного перемикання електромагнітних клапанів.

В режимі відпрацювання циклограм задається положення штока та амплітуда його переміщення відносно цього положення. Закон управління роботою електромагнітних клапанів описується співвідношеннями:

$$\begin{cases} N_k = 1, & \text{при } \alpha_{факт} \leq \alpha_{1зад}; \\ N_k = 2, & \text{при } \alpha_{факт} \leq \alpha_{2зад}, \end{cases} \quad (1.4)$$

де  $N_k$  – номер відкритого клапана ( $N_k = 1$  – відкритий клапан ЕМК1;  $N_k = 2$  – відкритий клапан ЕМК2);

$$\begin{cases} \alpha_{1зад} = \max\{\alpha_{зад} - A_{цикл}, \alpha_{\min}\}, \\ \alpha_{2зад} = \min\{\alpha_{зад} + A_{цикл}, \alpha_{\max}\}, \end{cases} \quad (1.5)$$

$A_{цикл}$  – амплітуда (розмах) циклів переміщення штока;

$\alpha_{\min}$  – крайнє мінімальне положення висунутого штока;

$\alpha_{\max}$  – крайнє максимальне положення висунутого штока.

Ресурс роботи в режимі відпрацювання циклограм визначається за кількістю циклів переміщення штока, після яких тиск в гідравлічній системі зменшується не нижче ніж на 10% від початкової величини.

В режимі високочастотного перемикання електромагнітних клапанів задається положення штока й здійснюється перемикання клапанів з частотою 30 Гц. Ресурс роботи в цьому режимі визначається за кількістю перемикань клапанів, після яких тиск в гідравлічній системі зменшується не нижче ніж на 10% від початкової величини.

Порушення в роботі або вивід з ладу гідравлічних в процесі їх експлуатації може привести до аварійних ситуацій, тому їх характеристики потребують постійного контролю.

Таким чином, важливим є проектування діагностичної моделі даних механізмів та створення відповідної системи діагностування.

## **1.2 Вибір режиму діагностування гідроклапанів**

Важливим фактором, що суттєво впливає на організацію системи діагностування (СД), являється організація процесу діагностування. Правильна організація процесу діагностування дозволяє організувати взаємодію елементів системи діагностування в часі оптимальним чином. В залежності від призначення і поставлених задач об'єкт може діагностуватись або в робочому, або в спеціальному (тестовому) режимі, в який воно спеціально переводиться з метою діагностування. Аналогічно відновлення

обладнання може здійснюватись або в робочому, або тільки в спеціальному режимі.

У відповідності з цим процес діагностування об'єкту може бути неперервним або періодичним. В першому випадку має місце неперервне діагностування (НД), а в другому – періодичне (ПД). Організацію періодичного діагностування об'єкту діагностування (ОД) характеризує період діагностування.

Періодичне діагностування може бути регулярно-періодичним – РПД (період діагностування постійний) і випадково-періодичним – (період діагностування змінюється випадковим чином). Необхідно відзначити, що перехід до обслуговування об'єкту “по дійсному стану” в більшості випадків передбачає організацію процесу діагностування з випадковою величиною періоду діагностування.

Розглянувши принцип роботи нашого механізму можна дійти висновку, що його дії є періодичні і кожен цикл можна розділити на декілька фаз, запуск через штуцер Ш1 до агрегату робочої рідини (оливи).

При увімкненому електромагнітному клапані ЕМК1 (шток клапана знаходиться у верхньому положенні) і вимкненому електромагнітному клапані ЕМК2 (шток клапана знаходиться у нижньому положенні), поступання робочої рідини під тиском 1,5...2 атмосфери через штуцер Ш1 та підвідні канали силовий циліндр агрегату СЦ., створення в силовому циліндрі надлишкового тиску, який виштовхує робочий шток агрегату.

При перемиканні електромагнітних клапанів (ЕМК1 – вимкнений, його шток знаходиться у нижньому положенні, ЕМК2 – увімкнений, шток – у верхньому положенні) під тиском зовнішньої пружини, яка заштовхує шток агрегату всередину, робоча рідина через вихідні канали та штуцер відведення робочої рідини Ш2 поступає назад у гідравлічну систему.

Таким чином для даного механізму було б доцільно використати регулярно-періодичне діагностування, причому, період діагностування обрати таким, щоб процес діагностування припадав на кожен з цих фаз. При

такому діагностуванні можна провести контроль всього циклу без втрати інформації на якійсь з його фаз.

Варто зазначити, що тут можна було також використовувати неперервне діагностування, однак його вартість вища і, крім того, воно несе надлишкову інформативність.

Оскільки наш механізм знаходиться у неперервному використанні, то СД не може виводити його з робочого стану для тестового діагностування. Тому буде проводитися робоче діагностування, яке передбачає проведення діагностування механізму без виведення його в спеціальний стан.

Для розуміння процесу взаємодії технічних засобів діагностування (ТЗД) з обладнанням (об'єктами діагностування), які діагностуються в робочому режимі (і відновлювані), розглянемо циклограми (часові діаграми) використання ОД.

Циклограми неперервного використання ОД при регулярно-періодичному діагностуванні наведені на рисунку 1.2. Тут робочим режимом ОД надається ордината, спеціальні режими виділяються штрихуванням, цифра 1 визначає моменти часу поступлення заявок на діагностування. Через  $T_D$  визначаються постійні ( $T_D = \text{const}$ ) значення періоду діагностування,  $t$  – поточний час.

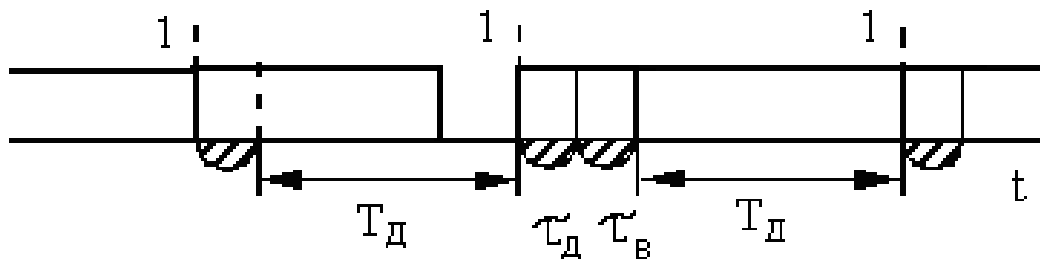


Рисунок 1.2 – Циклограма неперервного використання ОД при регулярно-періодичному робочому діагностуванні

Організація СД в немалій степені визначається безвідмовністю, контролепридатністю і ремонтопридатністю ОД і ТЗД.

Контролепридатність ОД (ТЗД), тобто пристосованість ОД (ТЗД) до діагностування, характеризують сукупністю (в максимумі одним) показників, в якості яких використовується повнота діагностування, глибина пошуку дефектів, час діагностування, затрати праці і коштів на підготовку ОД (ТЗД) до діагностування.

В якості показника, який характеризує контролепридатність ОД (ТЗД), при організації системи діагностування використовується час діагностування, тобто тривалість визначення (контролю, перевірки) працездатності ОД (ТЗД).

Ремонтотпридатність ОД (ТЗД), тобто пристосованість ОД (ТЗД) до ремонту (відновлення), характеризується ймовірністю відновлення в заданий час чи середнім часом відновлення ОД (ТЗД). При вирішенні задач організації СД в якості показника, який характеризує ремонтотпридатність ОД (ТЗД), використовується середній час (середня тривалість) відновлення ОД (ТЗД).

Тривалість визначення працездатності і відновлення ОД (ТЗД) в ряді практичних випадків є головними при прийнятті рішень, пов'язаних з організацією процесу діагностування технологічного обладнання. Так, якщо для діагностування і відновлення обладнання переводиться з робочого в спеціальний режим, то ці тривалості повинні бути зведені до мінімуму, так як при діагностуванні і відновленні обладнання не може бути використане для цільового призначення, що впливає на його готовність.

Для випадків, коли середні напрацювання ОД і ТЗД до відмови значно перевищують середню тривалість діагностування, можна знехтувати можливістю відмов об'єкта і технічних засобів в спеціальному режимі і вважати ОД і ТЗД в цьому режимі абсолютно безвідмовними.

### 1.3 Вибір методу діагностування гідроклапанів

При діагностуванні технічних об'єктів, що складаються з кількох системних об'єктів (СО), виникає питання про організацію їх діагностування. Окремі СО об'єкта можуть діагностуватися послідовно (рисунок 1.3) або паралельно (рисунок 1.4) в часі.

В деяких випадках більш доцільно розділити всі СО об'єкта на групи, і тоді групи можна діагностувати послідовно (рис. 1.5), а блоки, що входять в одну групу, паралельно (послідовно-паралельне діагностування) або групи паралельно (рисунок 1.6), а блоки, що входять в одну групу, послідовно (паралельно-послідовне діагностування).

Таке діагностування називається *змішаним*. При цьому доцільно визначити число каналів діагностування СД, яке забезпечить заданий показник готовності ОД або час діагностування не перевищить заданого значення.

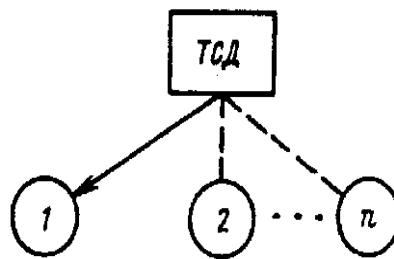


Рисунок 1.3 – Послідовне діагностування СО

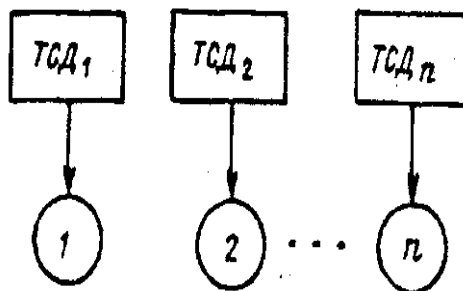


Рисунок 1.4 – Паралельне діагностування СО

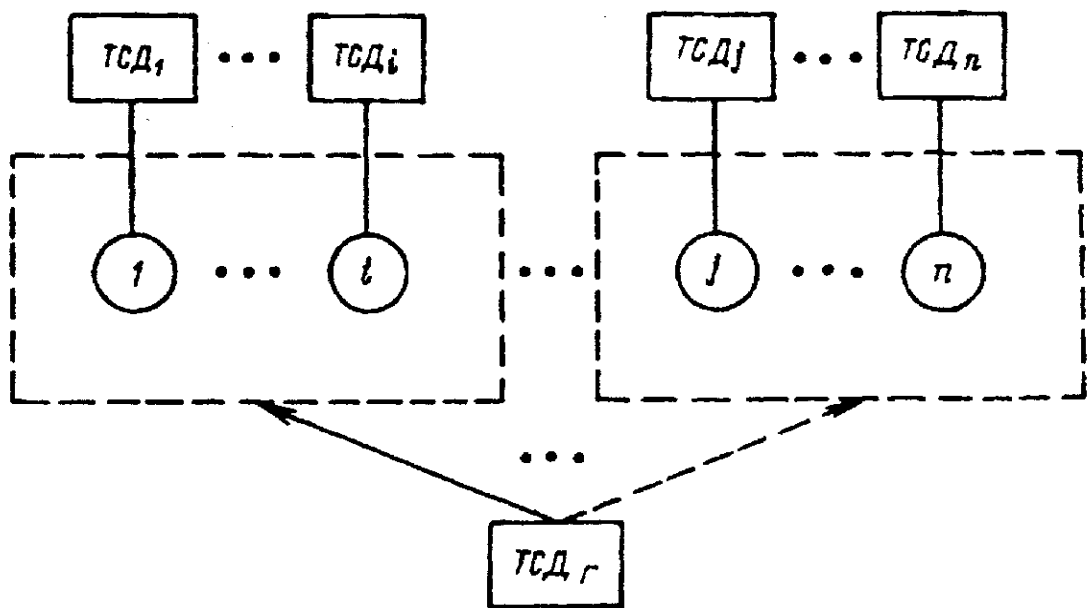


Рисунок 1.5 – Послідовно-паралельне діагностування СО

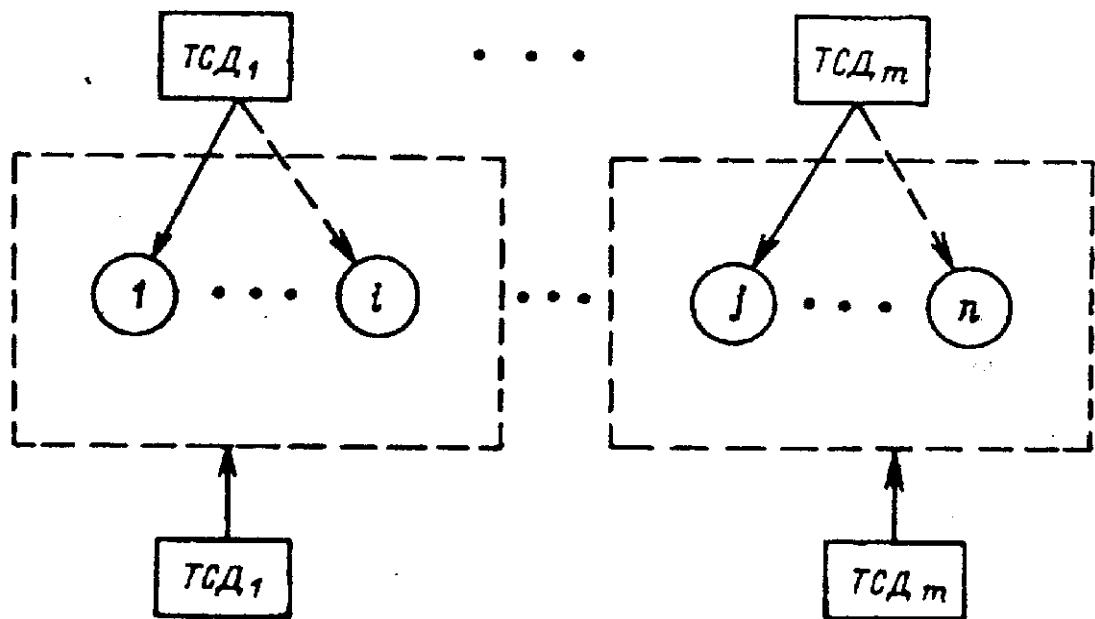


Рисунок 1.6 – Паралельно - послідовне діагностування СО

Для нашого випадку зручно було б використовувати паралельне діагностування СО, оскільки таким чином за допомогою датчиків можна отримувати оперативну інформацію про стан всіх вузлів, що контролюється.



Отже, проаналізувавши механізм управління гідравлічними агрегатами та врахувавши вже обраний режим його використання, отримаємо режим діагностування: робоче регулярно-періодичне паралельне діагностування об'єкту.

#### **1.4 Вибір діагностичних ознак гідроклапанів**

Аналіз технічних характеристик гідравлічних агрегатів дозволив виявити такі діагностичні ознаки:

- Концентрація домішок в оливі (металевих, бруд та інше).
- Перепад тиску на підвідному каналі силового циліндра агрегату. Цей параметр вказує чи є протікання оливи між підвідними каналами та силовим циліндром, що в свою чергу виявляє наявність дефекту.
- Час зрушення штоку. Дозволяє виявити дефекти гідравлічної системи.
- Час переміщення штоку на повну довжину ходу. Дозволяє визначити швидкість переміщення, виявити дефекти гідравлічної системи та силового циліндру.
- Точність знаходження штока в заданому положенні. Визначає вимоги до параметрів зворотного зв'язку системи управління та закону управління. Ця діагностична ознака виявляє дефект в силовому циліндрі агрегату.
- Кількість циклів напруцювання гідравлічних агрегатів до зниження тиску в гідравлічній системі на 10%. Параметр, що вказує на дефекти механічної обробки деталей агрегатів.

Таким чином вибрані діагностичні ознаки будуть використовуватися в системі діагностування об'єкту і в разі виходу їх за межі допустимого діапазону інформуватимуть про той чи інший дефект.

## 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Модель системи діагностики гідроклапанів

Система діагностування призначена для підвищення ефективності об'єкту. В зв'язку з цим оцінювати організацію СД доцільно з допомогою критерію, який характеризує ефективність цього об'єкту. Критерій повинен мати зрозумілий фізичний зміст. При його виборі необхідно враховувати:

- можливість об'єктивної оцінки взаємодії ОД, ТЗД і ЛО, тобто технічні показники ОД і ТЗД і енергетичні показники ЛО;
- різноманітні види організації використання ОД і організації процесу діагностування;
- можливість порівнювати різних СД і визначати шляхи підвищення їх показників.

В більшості практичних випадків в якості важливих характеристик об'єкту розглядається його об'єм, вага, надійність і вартість діагностування. Тому для оцінки організації СД можуть використовуватись показники, які характеризують апаратні (об'єм, вага) можливості або вартість, затрачену на діагностування, або показники надійності ОД.

Показники, які характеризують апаратні і вартісні затрати на діагностування, в принципі можуть бути вибрані в якості критерію організації СД, якщо відомі характеризуючі дані затрати апаратні і вартісні оцінки. Але такі оцінки на попередньому етапі проектування СД, як правило, відсутні.

При розгляді показників, які характеризують надійність ОД, можна легко помітити, що одиничні показники надійності не влаштовують перераховані вище вимоги до критерію організації СД. Це пояснюється тим, що вони характеризують тільки одну яку-небудь складову надійності

(безвідмовність, довговічність, ремонтоздатність, зберігаємість). З комплексних показників надійності найбільш близькими до повного задоволення потреб, які ставляться до критерію організації СД, є коефіцієнт готовності  $K_r$  і коефіцієнт технічного використання  $K_{ТВ}$ .

Показник готовності об'єкту можна ефективно використовувати для вирішення задач, які виникають при організації системи діагностування, якщо є аналітична залежність показника готовності від показників, що характеризують організацію використання ОД, організацію процесу діагностування, безвідмовність, контролездатність і ремонтоздатність ОД і ТЗД, помилки технічних засобів першого і другого роду, методичну достовірність діагностування, а також безпомилковість і швидкодію ЛО. Існування аналітичної залежності для  $P_r$ , яку можна розглянути як модель організації СД, дозволяє на початковому етапі проектування вирішувати різні завдання організації системи за показником готовності. процесом, коли перехід з одного стану в інший здійснюється у відповідності з відомою.

Виходячи з практичних міркувань, будемо вважати, що процес переходів СД з стану в стан, що визначається характером взаємодії її елементів в часі, можна представити напівмарківським випадковим процесом, коли перехід з одного стану в інший здійснюється у відповідності з відомою.

Побудуємо модель взаємодії об'єкту з технічними засобами.

Так як даний ОД є об'єктом неперервного використання. Періодично діагностується з періодом  $T_d = const$  реальними технічними засобами. Тоді знайдемо вираз для показника готовності.

Методика побудови такої моделі включає наступні дії:

1. З усієї сукупності станів, в яких може знаходитись СД, виділимо вихідні.

В якості вихідних станів вибираються:

- у випадку реальних ТЗД - ОД і ТЗД працездатні; ОД працездатний, ТЗД непрацездатні; ОД непрацездатний, ТЗД працездатні; ОД і ТЗД непрацездатні.

2. Будуємо часові циклограми для кожного з вибраних вихідних станів, при цьому на осі часу відкладаються послідовно відрізки часу, що відповідають часу перебування ОД у певному стані.

Точки на часовій діаграмі у кінці і початку інтервалу відповідають певним станам ОД (рисунок 2.1). Так як ТЗД реальні, але помилки 1-го і 2-го роду не враховуються, то на часовій циклограмі вказуються відрізки часу  $\tau_{к.т.}$ , коли здійснюється самоперевірка ТЗД до і після діагностування ОД

Так як ТЗД реальні, але помилки 1-го і 2-го роду не враховуються, то на часовій циклограмі вказуються відрізки часу  $\tau_{к.т.}$ , коли здійснюється самоперевірка ТЗД до і після діагностування ОД.

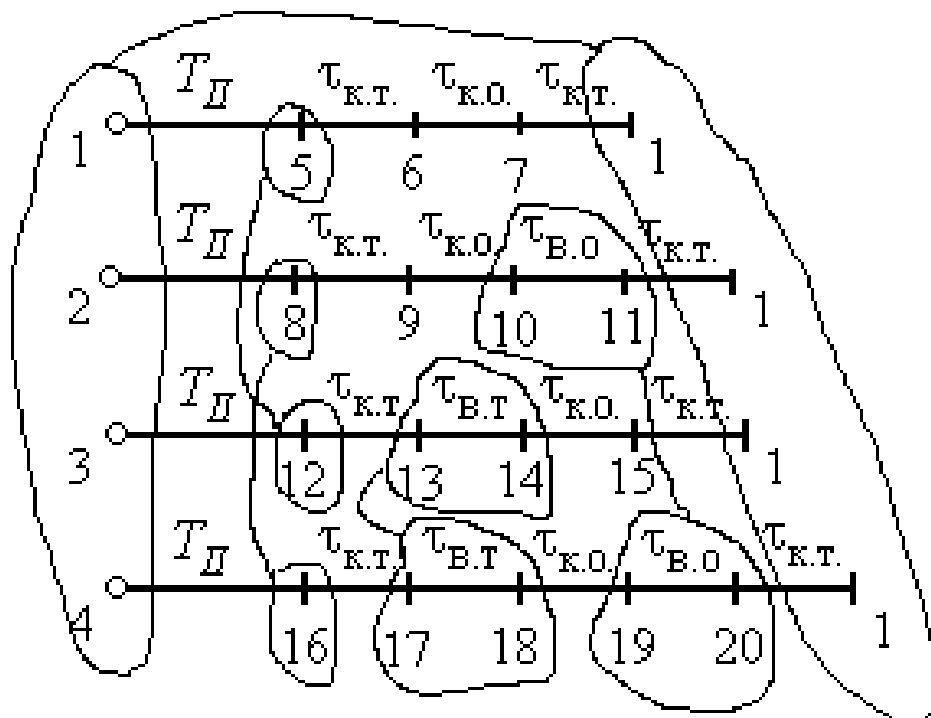


Рисунок 2.1 – Циклограмма.

3. На часових циклограмах об'єднуються ідентичні вершини. Вихідні стани, які відрізняються лише наявністю дефектів в ОД і ТЗД, об'єднуються в один узагальнений стан.

Так як ТЗД реальні, то узагальнений стан буде: ОД в робочому режимі, можливий дефект; ТЗД вимкнений, можливий дефект. Крім того, об'єднуються стани, що відповідають процесу відновлення ОД, які характеризуються тривалістю відновлення  $\tau_{в.о.}$ , стани що відповідають самоперевірці і відновленню ТЗД (рисунок 2.1).

4. Після об'єднання станів несумісні стани, які утворюють повну групу подій, перенумеруємо:

$S_1$  – об'єкт справний можлива відмова і засоби справні можлива відмова;

$S_2$  – контролюється справний об'єкт але в засобах можлива відмова;

$S_3$  - контролюється не справний об'єкт і відновлюється але в засобах можлива відмова.

$S_4$  – відновлюються засоби, об'єкт справний;

$S_5$  - відновлюються засоби і об'єкт.

5. Будуємо орієнтований граф, вважаючи процес переходів напівмарківським випадковим процесом. Вершинами якого є узагальнені стани СД пі, а операторами віток є ймовірності переходу з стану в стан  $P_{i,j}$  і час перебування СД у відповідному стані до переходу в наступний стан.

Якщо СД може перейти з якого-небудь стану тільки в один стан, то ймовірність переходу приймається рівною 1.

Якщо ОД може перейти з декількох станів, то сума ймовірностей повинна бути рівною 1. Час визначається безпосередньо по часовій циклограмі.

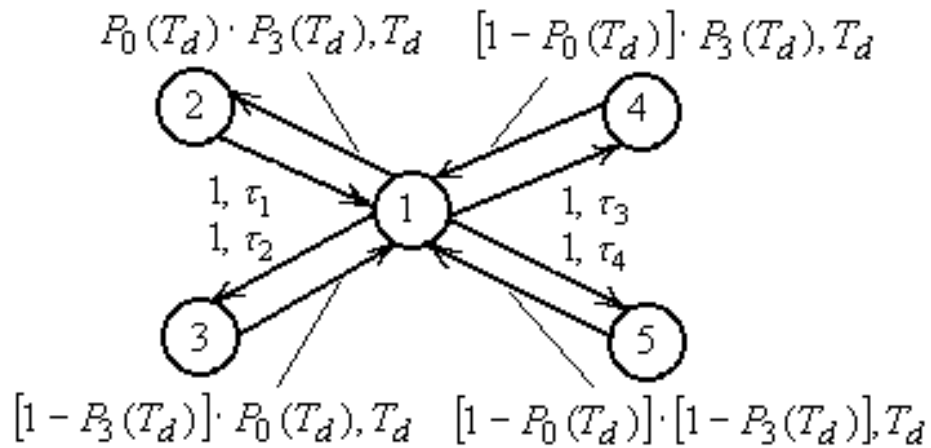


Рисунок 2.2 – Орієнтований граф.

Кожна вітка характеризується ймовірністю переходу і тривалістю перебування ОД в попередньому стані:  $P_0(t)$  - ймовірність того, що на протязі часу  $[0, T]$  в ОД, що знаходиться в робочому режимі, не виникне жодної відмови;  $[1 - P_0(t)]$  - ймовірність того, що в об'єкті за час  $[0, T]$  виникне відмова; ймовірності переходів з станів II, III, IV і V в стан I рівні 1 (можливий перехід тільки в один стан);  $\tau_{к.0}$  - середній час перевірки працездатності ОД;  $\tau_{в.0}$  - середній час відновлення ОД,  $\tau_{к.т}$  - середній час перевірки працездатності ТЗД, що виник в ОД,  $\tau_{в.т}$  - середній час відновлення дефекту ТЗД, що виник в ТЗД.

Для ілюстрації вигляду виразу для критерію організації, що одержується з напівмарківської моделі, складемо систему рівнянь

$$\begin{cases} \pi_1 = \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 + \pi_5; \\ \pi_2 = \pi_1 P_0(T_D) P_3(T_D); \\ \pi_4 = \pi_1 [1 - P_0(T_D)] P_3(T_D); \\ \pi_3 = \pi_1 [1 - P_3(T_D)] P_0(T_D); \\ \pi_5 = \pi_1 [1 - P_0(T_D)] [1 - P_3(T_D)]. \end{cases} \quad (2.1)$$

Вибравши в якості базової  $\pi_1$ , введемо коефіцієнти:

$$\begin{aligned}
A_1 &= 1 \\
A_2 &= P_0(T_d) P_3(T_d) \\
A_3 &= P_0(T_d) [1 - P_3(T_d)] \\
A_4 &= P_3(T_d) [1 - P_0(T_d)] \\
A_5 &= [1 - P_0(T_d)] [1 - P_3(T_d)]
\end{aligned} \tag{2.2}$$

Виберемо множину станів які нас цікавлять (працездатні):  $S^* = S_1$ .

Запишемо аналітичний вираз для  $\Pi_\Gamma$ :

$$\Pi_\Gamma = \frac{A_1 T_{01}}{A_1 T_1 + A_2 T_2 + A_3 T_3 + A_4 T_4 + A_5 T_5}, \tag{2.3}$$

де  $T_{01}$  - середнє напрацювання ОД до відмови в робочому стані за час  $[0, T]$ , тобто на протязі перебування ОД в стані 1. У припущенні про експоненційний закон виникнення дефектів в ОД одержимо

$$T_{01} = \int_0^T P_0(t) dt = \int_0^T e^{-\lambda_0 t} dt = \frac{1}{\lambda_0} (1 - e^{-\lambda_0 T}), \tag{2.4}$$

$A_1 T_1$  - тривалості перебування в кожному стані;

$T_i$  - визначаємо з циклограми:

$$\begin{aligned}
T_1 &= T_d \\
T_2 &= \tau_1 = 2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} \\
T_3 &= \tau_2 = 2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.0} \\
T_4 &= \tau_3 = 2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.3} \\
T_5 &= \tau_4 = 2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.0} + \tau_{b.3}
\end{aligned} \tag{2.5}$$

Визначаємо показник готовності:



$$P_{\Gamma} = \frac{\frac{1}{\lambda_0} (1 - e^{-\lambda_0 T})}{A}, \quad (2.6)$$

де

$$A = T_d + P_0(T_d)P_3(T_d)(2\tau_{k.3} + \tau_{k.0}) + P_0(T_d)[1 - P_3(T_d)](2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.0}) + \\ + P_3(T_d)[1 - P_0(T_d)](2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.3}) + \\ + [1 - P_0(T_d)][1 - P_3(T_d)](2\tau_{k.3} + \tau_{k.0} + \tau_{b.0} + \tau_{b.3});$$

$\nu = \frac{1}{T_d}$  - інтенсивність переходу в режим діагностування обернена до

періоду діагностування;

$\tau_{k.0} = \frac{1}{\mu_k}$  - інтенсивність переходу в режим контролю ОД;

$\tau_{k.3} = \frac{1}{\mu_3}$  - інтенсивність переходу в режим контролю ТЗД;

$\tau_{b.0} = \frac{1}{\mu}$  - інтенсивність відновлення ОД;

$\tau_{k.0} = \frac{1}{\mu_k}$  - інтенсивність відновлення ТЗД.

## 2.2 Розробка структурної схеми вимірювального приладу

Принцип роботи вимірювального приладу полягає в тому, що мікроконтролер, який знаходиться в блоці управління виробляє електричні сигнали які керують електромагнітними клапанами.

Сигнали управління виробляються на основі сигналів, які приходять з давача 45Д–20–2 і стендового давача RC13-75.

Структурна схема вимірювального приладу та його складові блоки показані на рис. 2.3

Структурна схема вимірювального приладу включає наступні основні блоки:

- мікроконтролер, призначений для вироблення керуючих сигналів;
- рідкокристалічний індикатор (РКІ);
- клавіатура для вибору режимів роботи вимірювального приладу;
- джерело опорної напруги (ДОН), призначене для живлення стендового резистивного давача положення постійною напругою + 4,09 В і роботи як джерело опорної напруги аналого-цифрових перетворювачів мікроконтролера.

- Генератор (Г) синусоїдального сигналу частотою 400 Гц, призначений для вироблення напруги живлення внутрішнього індуктивного давача положення;

- підсилювач синусоїдального сигналу, призначений для підсилення амплітуди сигналу до необхідного рівня (~6 В);

- буферні підсилювачі, призначені для використання як вхідні підсилювачі каналів шлейфового фотоосцилографа;

- внутрішній блок живлення (БЖ внутр.), що забезпечує живлячими напругами всі вузли і блоки вимірювального приладу;

- зовнішній двоканальний блок живлення (БЖ), призначений для живлення електромагнітних клапанів;

- оптоелектронні реле (Р1, Р2) для управління подачею живлячих напруг зовнішнього блоку живлення на електромагнітні клапани;

- стендовий потенціометричний давач положення (RC13-75), що забезпечує перетворення положення штока в електричний сигнал;

- індуктивний внутрішній давач положення (45Д-20) для надання даних про положення штока для фотоосцилографа;

- електромагнітний клапан управління висуненням/прибиранням штока (К1, К2).

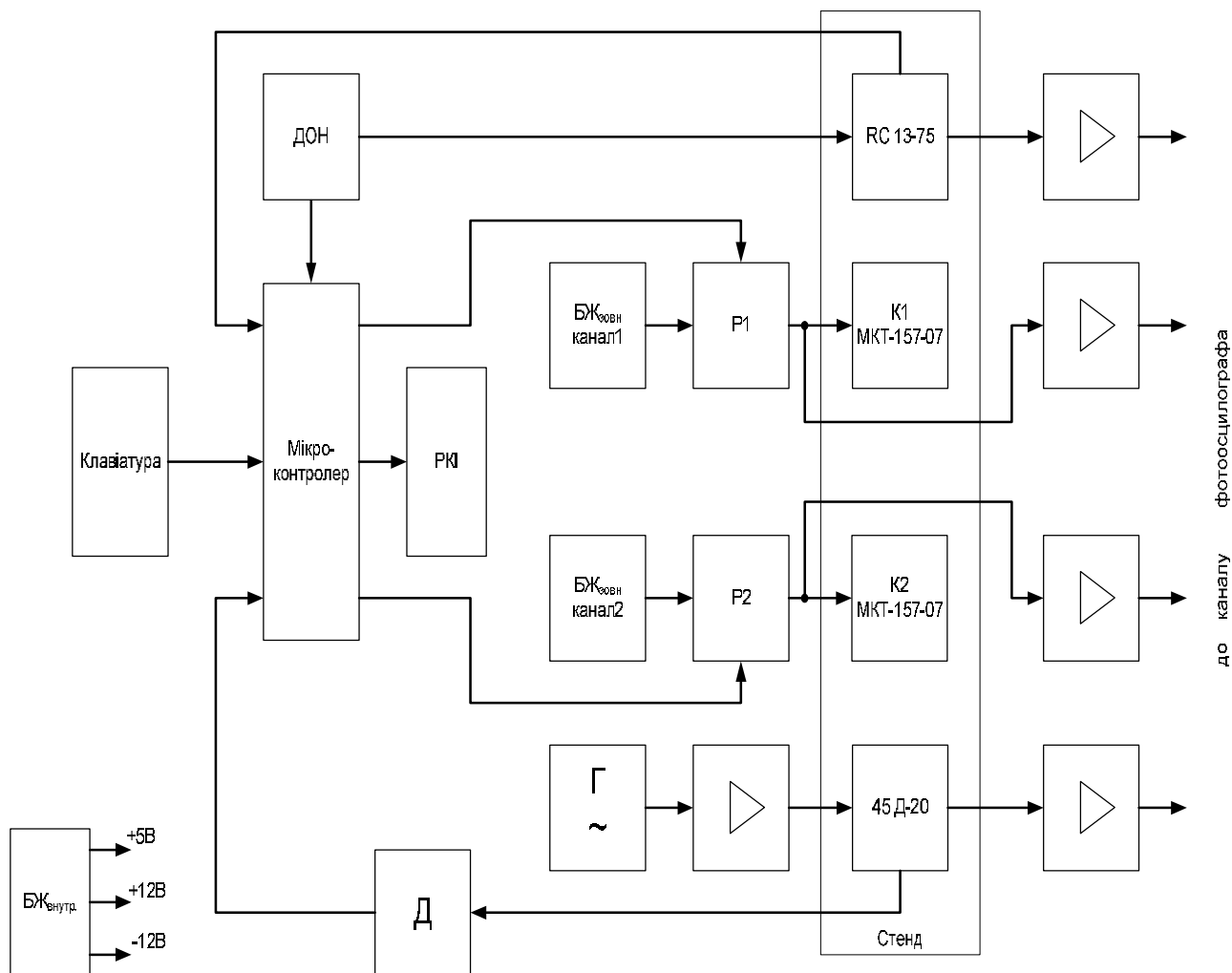


Рисунок 2.3 – Структурна схема вимірювального приладу

Вимірювальний прилад функціонує наступним чином.

На вимірювальному стенді агрегатів знаходяться елементи структурної схеми як електромагнітні клапани агрегатів МКТ – 157 – 07(K1), МКТ – 157 – 07(K2), які живляться від окремого зовнішнього блоку живлення через оптоелектронні реле P1,P2.

Напруга живлення електромагнітних клапанів 30В, струм 1А. Оптоелектронні реле є великострумовими ключами, що керуються мікроконтролером (логічними рівнями ТТЛ).

Ці реле дозволяють здійснити гальванічну розв'язку МК і зовнішнього блоку живлення. Тому напруга 30В не може проникнути на мікроконтролер і вивести його з ладу.

Робота пристрою починається з калібрування (тарування) ціни поділки резистивного давача положення штоку RC13–75. Положення штоку визначається по напрузі на виході середньої точки потенціометра. Повзунок давача механічно зв'язаний з штоком агрегату, коли шток переміщається то переміщається повзунок потенціометра і напруга на середній точці потенціометра змінюється.

Напруга з виходу давача приходить на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП) мікроконтролера, за допомогою АЦП напруга перетворюється в двійковий код, який записується в регістр збереження даних мікроконтролера. В складі вимірювального стенду давач RC13–75 використано тому, що:

- 1) на одному з агрегатів не має давача положення штоку, а згідно з технічним завданням (ТЗ) положення штоку потрібно визначити;
- 2) він має лінійну шкалу залежності напруги на виході від положення повзунка потенціометра(на відміну від внутрішнього давача положення 45Д–20–2, який знаходиться на агрегаті).

Давач RC13–75, а також АЦП мікроконтролера живляться від джерела опорної напруги високої стабільності (ДОН). Нестабільність напруги ДОН не більше 10 мВ, що дозволяє забезпечити високу точність вимірювання положення штока.

Внутрішній індуктивний давач положення штока 45Д–20–2 , який знаходиться на агрегаті, живиться змінною напругою частотою 400 Гц (амплітуда 6В). Він складається з двох котушок індуктивності, які повертаються одна відносно іншої в залежності від руху штока агрегату.

Напруга живлення давача виробляється генератором (Г) і через буферний підсилювач (який забезпечує необхідну амплітуду) подається на

первинну обмотку індуктивного давача. З виходу вторинної обмотки знімається сигнал давача.

Вихідний сигнал теж має синусоїдальну форму (змінна напруга), а на АЦП мікроконтролера повинна подаватись не змінна напруга, а постійна. Тому з виходу давача сигнал випрямляється за допомогою детектора (Д) і подається на АЦП мікроконтролера.

При перевірці технічних характеристик агрегатів потрібно документально фіксувати всі сигнали, тому в стенді використано багатоканальний шлейфовий фотоосцилограф, який на відміну від звичайного осцилографа фіксує сигнали на фотопапір, який може бути підшитий до документів.

Особливість даного фотоосцилографа полягає в тому, що у нього малий вхідний опір, тому для того, щоб він не впливав на роботу малопотужних давачів сигналів, на їхніх виходах використано вихідні потужні буферні диференційні підсилювачі.

Після увімкнення (або після натиснення клавіші «Тарування») вимірювальний прилад переходить в режим тарування. **Режим тарування** здійснюється наступним чином: видається команда на увімкнення клапана 1, шток починає висуватись. При цьому на РКІ, окрім інформації присутньої у всіх режимах, відображається поточне значення параметра тарування – «**Час тарування**», а також номер відкритого клапана – «К.1».

Після досягнення штоком крайнього положення і по закінченню 2 с видається команда на увімкнення клапана 2. Відображається номер відкритого клапана – «К.2».

Після досягнення крайнього положення і по закінченню 2 с на РКІ виводиться інформація про ціну поділки стендового давача положення («**Ціна поділ.=**»), яка відображається на протязі 4 с, після чого автоматично здійснюється перехід в ручний режим.

**Ручний режим** роботи пульта є основним. У ручному режимі оператор може здійснювати увімкнення клапанів 1 або 2 натисненням кнопок «**Клапан 1**» або «**Клапан 2**».

Повторне натиснення клавіші приводить до вимкнення клапана. У цей час увімкнення одного клапана вимикає другий.

З ручного режиму шляхом натиснення на відповідну клавішу здійснюється перехід у наступні режими роботи вимірювального приладу.

Робота в **режимі вимірювання часу переміщення штока** здійснюється таким чином: після натиснення на клавішу увімкнення режиму («**Час**») на РКІ відображається текст «***Вимір часу***», вказуючий на те, що прилад готовий до вимірювання, після чого слід натиснути клавішу увімкнення відповідного клапана.

Шток починає рухатися (залежно від увімкненого клапана - на висунення або прибирання). При цьому відображається текст – «***Відкритий 1-й клапан***» («***Відкритий 2-й клапан***»).

Після досягнення штоком крайнього положення, увімкнений клапан вимикається, а на РКІ відображається час зрушення штока «***Tз=***» (час проходження штоком відстані в 0,2 мм від початкового положення) і час «***Tп=***» проходження від початкового положення до одного з крайніх положень (залежно від вибраного клапана). Ця інформація відображається на протязі 4 с після чого здійснюється перехід в ручний режим роботи.

**Режим високочастотного перемикавання клапанів** включається клавішею «**30 Гц**» Перемикавання клапанів здійснюється автоматично, шляхом попереминої подачі напруги живлення клапанів з частотою 30 Гц. Повторне натиснення клавіші «**30 Гц**» приводить до вимкнення режиму і переходу в ручний режим роботи.

Робота в **режимі задавача положення** здійснюється таким чином: після натиснення клавіші «**Положення**» на РКІ відображається текст «***Встановлення Пиз=***», що позначає положення штока, що задається. У

початковий момент часу задане положення штока рівне поточному положенню штока у момент увімкнення режиму.

Щоб змінити задане положення штока використовують клавіші «-» і «+» («+»- на збільшення заданого положення, «-» на зменшення). Змінювати задане положення штока можна як дискретними натисненнями кнопок, так і натисненням і утриманням відповідної клавіші, причому в останньому випадку через деякий час швидкість зміни положення, що задається, збільшується.

Після установки необхідного значення заданого положення штока слід натиснути клавішу «**Положення**», при цьому здійснюється перехід в режим роботи із зворотним зв'язком, тобто вимірювальний прилад по сигналу стендового давача положення визначає поточне положення штока і включає відповідний клапан, шток починає рухатися у бік заданого положення досягнувши якого клапан вимикається.

Якщо з яких-небудь причин шток відхилився від заданого положення, спрацьовує зворотний зв'язок через стендовий давач положення і шток шляхом увімкнення відповідного клапана повертається в задане положення.

Наступне натиснення клавіші «**Положення**» приводить до вимкнення режиму і переходу в ручний режим роботи.

Натиснення клавіші «**Цикл**» приводить до переходу в **режим відпрацювання циклограм**. При цьому відображається текст «*Вибір параметрів*» і прилад чекає натиснення клавіші «**Амплітуда**», після натиснення якої, за допомогою кнопок «-» і «+» потрібно задати амплітуду (розмах) циклів переміщень штока («+» – на збільшення розмаху, що задається, , «-» – на зменшення).

Після цього прилад чекає натиснення клавіші «**Кількість**», після натиснення якої відображається текст – «*Встановлення  $N_{\text{ц}}$* » і за допомогою кнопок «-» і «+» потрібно задати кількість циклів переміщень

штока («+» - на збільшення кількості, «-» - що задається, на зменшення). Після цього натисненням клавіші «Цикл» здійснюється запуск режиму відробітку циклограм, шток починає рухатися із заданою амплітудою задана кількість циклів.

**Запис числа спрацювань клапанів** в ПЗП здійснюється вручну натисненням клавіші «Пам'ять», після чого на РКІ відображається текст «*Запис ЕСППЗП*», а стирання – натисненням і десяти секундним утриманням клавіші «Пам'ять». При цьому після стирання вмісту ПЗП на РКІ відображається текст «*Скидання ЕСППЗП*».

Запис числа спрацювань клапанів в ПЗП необхідно виконувати кожного разу перед вимкненням вимірювального приладу.

При роботі вимірювального приладу на РКІ виводиться службова інформація. Її умовно можна розділити на дві групи.

Перша група це інформація присутня у всіх режимах – назви режимів і під режимів (як правило у верхній частині, по центру РКІ), інформація про сумарне число спрацювань обох клапанів, поточні значення напруг стендового і внутрішнього давачів положення.

Друга група це службова інформація, характерна для кожного з режимів, яка буде приведена в описі цих режимів. При цьому в тексті, що відображається на РКІ, прийняті наступні позначення робочих параметрів агрегатів, згідно таблиці 2.1:



Таблиця 2.1 – Робочі параметри агрегатів

Позначення	Назва параметру
«Пшт=»	Поточне положення штока.
«Nк=»	Сумарне число спрацювань обох клапанів.
«Uст=»	Поточне значення напруги стендового давача положення.
«Uвн=»	Поточне значення напруги внутрішнього давача положення.
«К.1» («К.2»)	Номер відкритого клапана
«Пшз=»	Задане (що задається) положення штока
«А=»	Амплітуда (розмах) переміщень штока
«Nц=»	Кількість циклів переміщень штока

### 2.3 Розробка електричної принципової схеми аналогової частини

Генератор і підсилювач синусоїдального сигналу, а також вхідні буферні підсилювачі каналів шлейфового фотоосцилографа і оптоелектронні реле конструктивно виконані на одній платі.

Схема електрична принципова блоку функціональної обробки сигналів приведена на рис 2.4.

Генератор синусоїдального сигналу зібраний на мікросхемі D3, яка увімкнена по типовій схемі. Частота сигналу встановлюється за допомогою підстроювального резистора R1, при одночасному контролі частоти вихідного сигналу за допомогою частотоміра на виводі 19 мікросхеми D3.

Напруга живлення мікросхеми поступає з внутрішнього блоку живлення через мікросхеми D1 і D2, LM78L05 і LM79L05 які призначені для згладжування імпульсів вхідної напруги живлення (+12 В і -12 В) до

номінальної напруги живлення мікросхеми D3 (+5 В і -5 В) і стабілізації цієї напруги.

Сигнал з виходу генератора поступає на один з каналів підсилювача синусоїдального сигналу зібраного на мікросхемі D4, (K140УД20А) по схемі інвертуючого підсилювача на ОП.

Коефіцієнт підсилення підсилювача встановлюється за допомогою підстроювального резистора R10, так, щоб амплітуда вихідного сигналу на виводі 12 мікросхеми D4, контрольована за допомогою вольтметра змінної напруги, була рівна ~6 В.

Другий канал підсилювача – резервний, і при необхідності може бути використаний при модернізації вимірювального пристрою.

Чотири ідентичні входні буферні підсилювачі каналів шлейфового фото осцилографа виконані на двоканальних ОП D6, D7 (AD816Y фірми Analog Devices [8] ) по типовій схемі неінвертуючого підсилювача. Коефіцієнт підсилення кожного підсилювача встановлюється індивідуально, за допомогою підстроювальних резисторів R16...R19.

Безпосередньо до виходу кожного з каналів підсилювача через клемні роз'єми X6...X9 підключається відповідний канал шлейфового фотоосцилографа. Оптоелектронні реле D5, D8 (K293КП12А) – це реле постійного струму, які керуються сигналами, що поступають безпосередньо від мікроконтролера.

На комутовані входи реле (виводи 6 мікросхем D5, D8) подається постійна напруга живлення клапанів (+18...+31,5 В), яка (з виводів 4 мікросхем D5, D8) через роз'єм типу РС-19 і сполучного кабелю подається на клапани агрегатів. Паралельно сигнал з виходу реле подається на вхід підсилювача шлейфового фотоосцилографа.

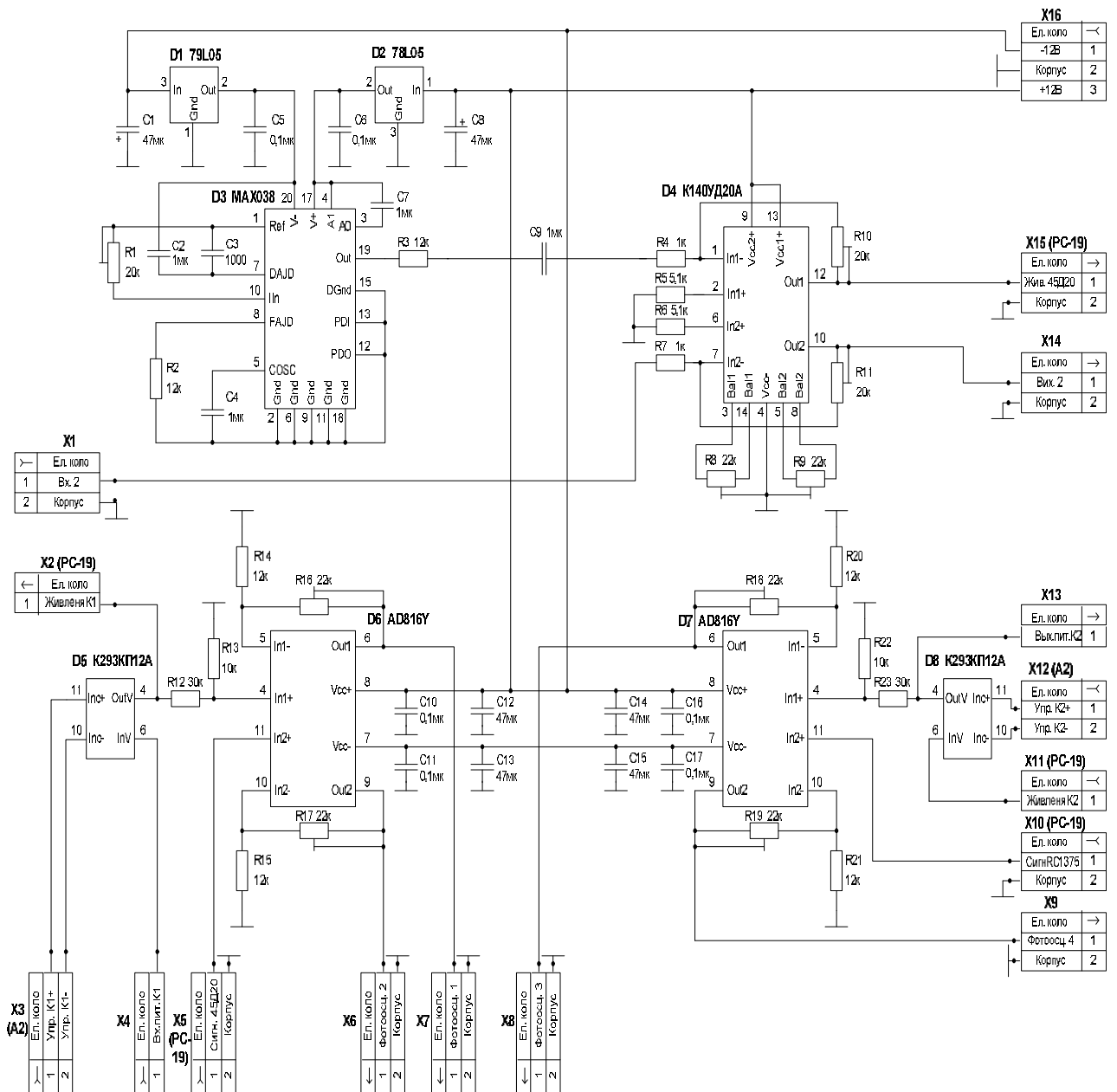


Рисунок 2.4 – Електрична принципова схема блоку функціональної обробки сигналів

## 2.4 Розробка електричної принципової схеми цифрової частини

Для зменшення впливу аналогової частини приладу на роботу вбудованого в мікроконтролер АЦП, і, в свою чергу, для запобігання завадам

від тактового ВЧ генератора 10МГц контролера на аналогову частину пульта, було вирішено розмістити джерело опорної напруги для вбудованого в мікроконтролер АЦП, ланцюги тактового генератора, живлення і моніторингу мікроконтролера і відповідно сам мікроконтролер на окремій платі (блок управління).

Схема електрична принципова блоку управління приведена на рис 2.5.

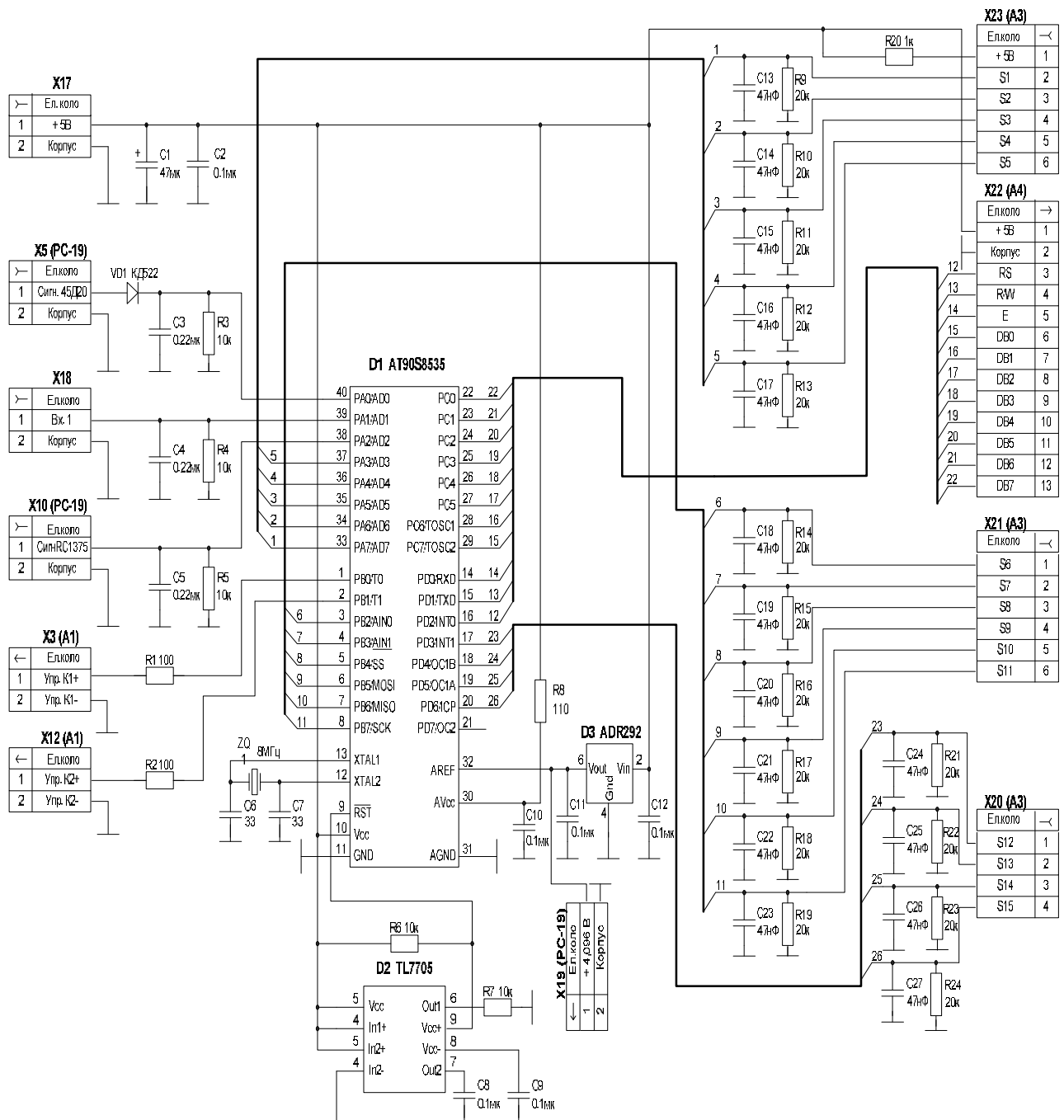


Рисунок 2.5 – Електрична принципова схема блоку управління

Сигнали управління з клавіатури через роз'єми X20, X21, X23 і RC-ланцюги R9C13...R24C27, призначені для усунення брязкоту контактів, поступають на входи управління мікроконтролера.

Сигнал внутрішнього індуктивного давача положення, через сполучний шнур і роз'єми PC-19 і X5 поступає на детектор зібраний по типовій схемі на діоді VD1 і RC-ланцюжку R3C3.

Після детектування сигнал подається на один з входів (вивід 40 мікросхеми D1) внутрішнього восьмиканального аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера.

На другий вхід внутрішнього восьмиканального аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера через RC-ланцюг R5C5, призначений для усунення незначних швидких ( $\tau \leq 2 \text{ мкс}$ ) флуктуацій сигналу, подається сигнал стендового потенціометричного давача.

Третій вхід внутрішнього восьмиканального аналого-цифрового перетворювача використовується як резервний, і при необхідності може бути використаний при модернізації пульта управління. Решта каналів використовується як лінії вводу\виводу мікроконтролера.

Джерело опорної напруги D3 є інтегральним стабілізатором напруги з високою стабільністю вихідної напруги. На його вхід подається напруга живлення (+5 В), а сигнал з виходу (+4,096 В  $\pm 5\text{мВ}$ ) служить як джерело опорної напруги аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера і для живлення стендового давача потенціометра. Висока стабільність вихідної напруги потрібна для забезпечення заданої точності вимірювань.

При плавному пониженні напруги живлення процесор якийсь час продовжує працювати, що може викликати невірне декодування або вибірку команд, що, у свою чергу, може викликати несанкціонований запис в EEPROM.

Для запобігання цього використовується детектор пониження напруги живлення (Brown-out Detector) – мікросхема D2 (TL7705 фірми Texas

Instruments) [10], який при пониженні напруги живлення нижче встановленої межі видає на процесор сигнал Reset, зупиняючи тим самим його роботу.

Схеми електричні принципові блоків індикації і клавіатури приведені на рис 2.4. Конструктивно вони виконані на окремих платах. За допомогою підстроювального резистора R1 здійснюється регулювання контрастності рідкокристалічного індикатора.

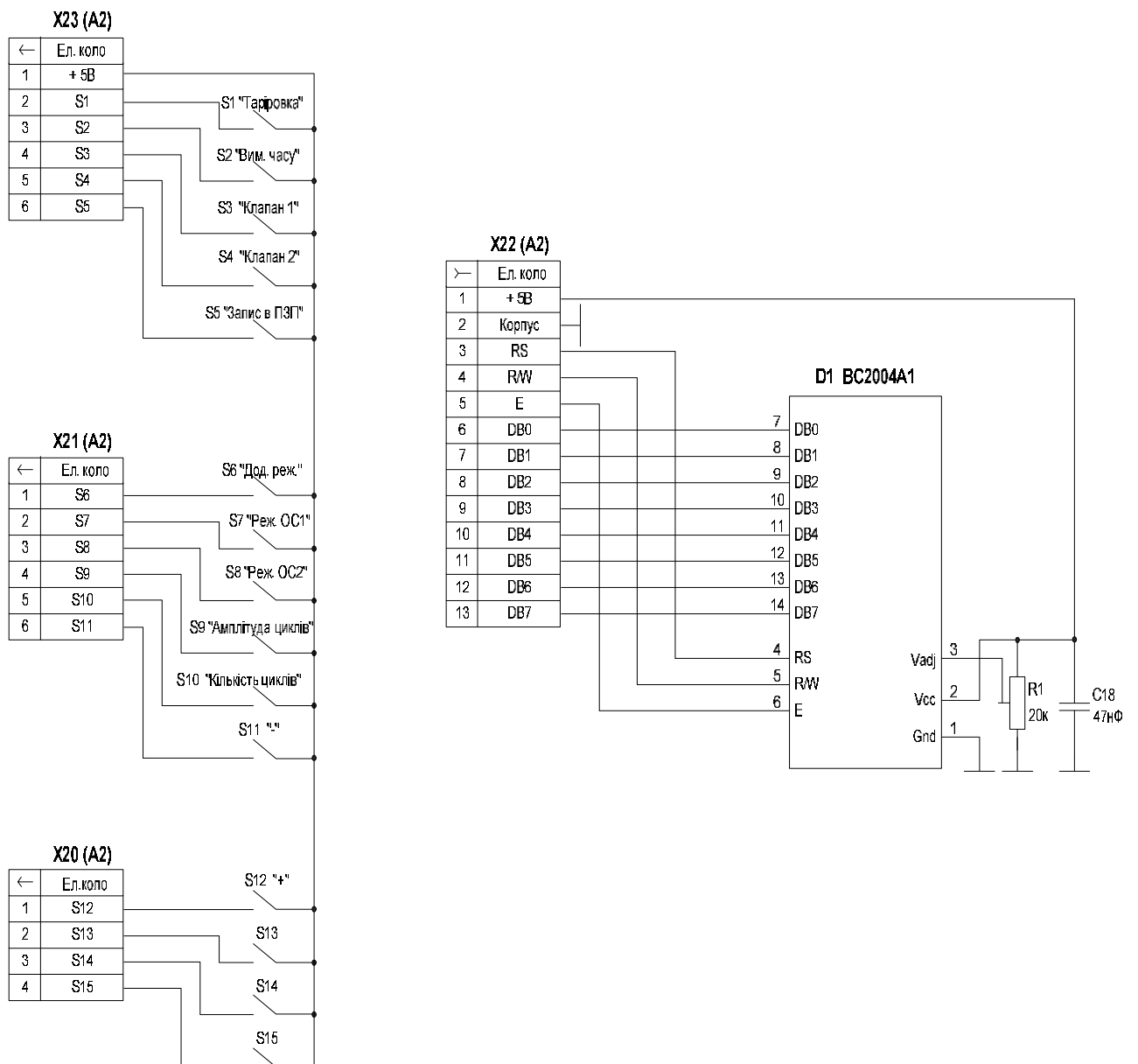


Рисунок 2.6 – Схеми електричні принципові блоків індикації і клавіатури.

## 2.5 Блок живлення

Для живлення блоків електронних схем вимірювального пристрою використовується покупний уніфікований блок живлення LPT42 фірми ASTEC. На рис. 2.7 показано загальний вигляд блоку живлення, його габаритні розміри, а на рис. 2.8 мережевий і вихідний роз'єми блоку живлення, де вказані призначення виводів.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики блоку живлення LPT42

Параметр	Значення	Примітка
діапазон робочих температур, °C	0÷50 °C	
вологість, %	5÷95 %	
температура зберігання	-40÷85 °C	
кількість робочих годин на відказ	>550,000	при повному навантаженні і 25 °C
<b>Вхідні електричні параметри</b>		
вхідна змінна напруга, В	85÷264 В	
частота змінної напруги, Гц	47÷440 Гц	
вхідна постійна напруга, В	120÷300 В	
максимальний вхідний струм, А	1А	при ~115 В
ККД	70%	при макс. навантаж.
Фільтр електромагнітних шумів	FCC	Class B
	CISPR 22	Class B
	EN55022	Class B
	VDE0878PT3	Class B
<b>Вихідні електричні параметри</b>		
максимальна потужність, Вт	40 Вт	Без охолодження
діапазон регулювання, %	-5%, +10%	мінімум
затримка, мс	20 мс	При 40 Вт и ~115 В
спрацювання захисти, % від макс.	110÷145%	На всіх виходах

Електричні параметри виходів представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Електричні параметри виходів блоку живлення

Параметри виходів +5В, +12В, -12В					
Напруга виходу, В	Мін.струм навантаження, А	Макс.струм м навантаження, А	Пікове значення струму, А	Пульсації, мВ	Регулювання, %
+5 В	0,4 А	4 А	7 А	50 мВ	±2 %
+12 В	0,2 А	2 А	4 А	120 мВ	±5 %
-12 В	0 А	0,5 А	1 А	120 мВ	±5 %

Безпосередньо до вихідного роз'єму блоку підключений вентилятор, призначений для повітряного охолодження радіаторів і корпусів електронних компонентів.

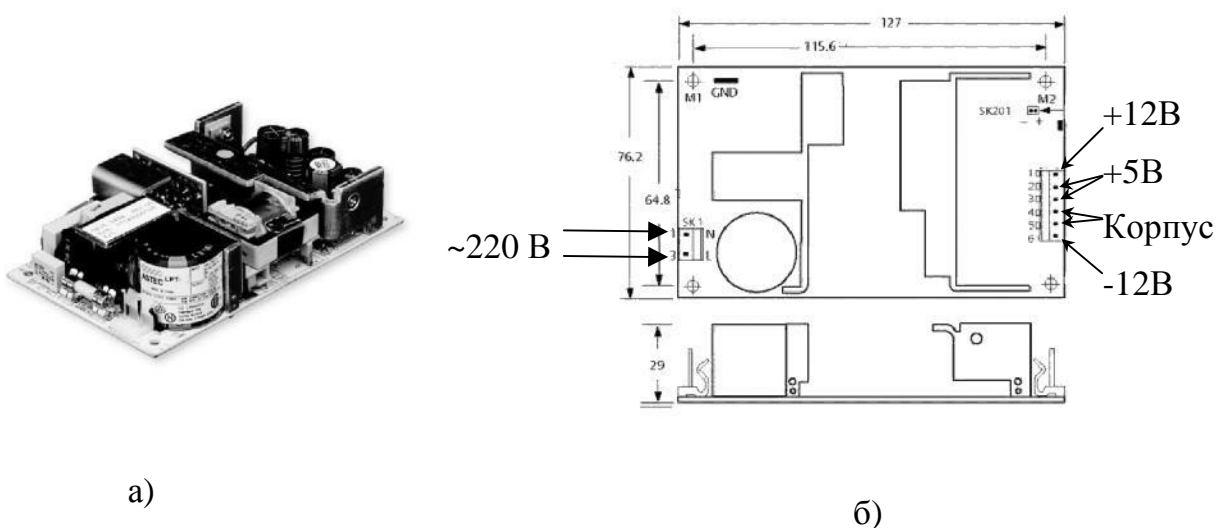


Рисунок. 2.7 – Загальний вид блоку живлення вимірювального приладу (а), габаритні розміри і призначення виведень роз'ємів (б).



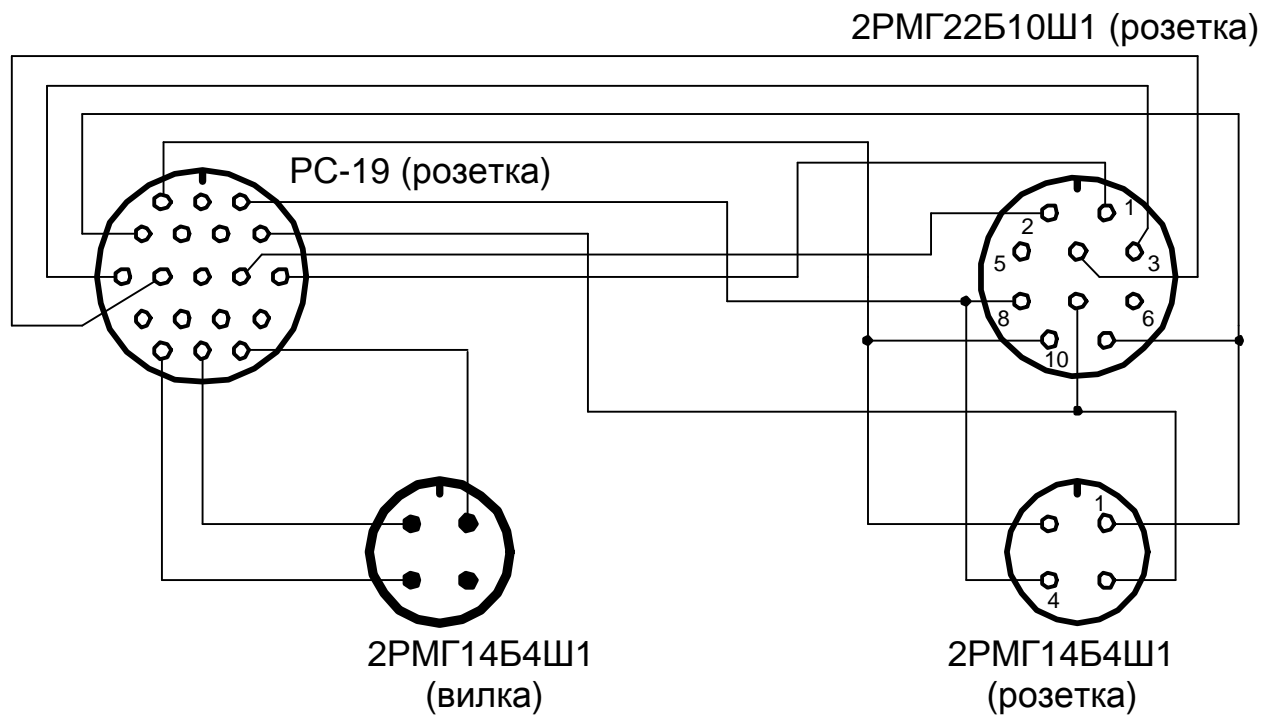


Рисунок 2.8 – Схема з'єднувального кабелю.

## 2.6 Розробка друкованої плати блоку функціональної обробки сигналів, блоку управління, блоку клавіатури

При розробці друкованої плати використовувалося середовище OrCAD. Розроблені принципові схеми за допомогою Netlist-файлу з'єднань були переведені в середовище трасування друкованої плати OrCAD Layout.

При конструюванні друкованої плати було проведено ручне розміщення елементів з подальшим ручним трасуванням. З огляду на те, що при конструюванні друкованої плати були використані в основному імпортні радіоелементи і елементи поверхневого монтажу, параметри трасування були вибрані наступними:

- мінімальна ширина провідника – 0,3мм ;
- мінімальна відстань між провідниками – 0,3 мм;
- мінімальна відстань між елементами – 1 мм;

- крок координатної сітки – 0,635 мм.

Для всієї друкованої плати вибраний односторонній фольгований склотекстоліт марки СТЭ товщиною 1,5мм. Всі друковані плати розташовуються горизонтально і жорстко кріпляться на чотирьох гвинтах на опорних стійках (пластмасових).

Діаметри отворів плати 0,8мм, 1мм, 3мм. Для виготовлення друкованої плати передбачається використання методу трафаретного сітчастого друку, при якому використовується хімічне травлення.

Друкована плата блоку функціональної обробки прямокутної форми має розміри 85x85x22 мм, виготовлена з вищезгаданого марки текстоліту. При збиранні даної плати передбачається використання тільки планарних елементів, які розміщуються з не металізованої сторони друкованої плати. Особливість даної плати полягає у відсутності чутливості до наводок вузлів аналогової схеми, а відповідно довга, ширина провідників, їх геометрична конфігурація не впливають на роботу даного блоку.

Плата блоку управління має розміри 82,5x50x12 мм. У відмінності від плати блоку функціональної обробки сигналів, при збірці передбачається використання елементів як планарних, так і елементів поверхневого монтажу. При цьому планарні елементи розташовуються з не металізованої сторони друкованої плати, а елементи поверхневого монтажу з боку провідників.

Завдяки такому розміщенню елементів вдалося істотно зменшити кількість отворів, і габаритні розміри друкованої плати. Всі роз'єми кріпляться вертикально, мікросхема мікропроцесора кріпиться в заздалегідь встановлену панель 40 DIP. Дана друкована плата і її складальне креслення представлені в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Плата блоку клавіатури має розміри 150x50x9 мм. Особливістю даної плати є резервування 3-х посадочних місць для кнопок, використання яких передбачається в майбутніх модифікаціях даного приладу. У відмінності від

попередньої друкованої плати, дана плата кріпитися до верхньої частини корпусу, оскільки є елементом управління.

## **2.7 Розробка системного програмного забезпечення вимірювального приладу**

Системне програмне забезпечення написане на мові асемблер для AVR-мікроконтролерів фірми ATMEL. Текст програми приведений в додатку А.

Програма призначена для управління роботою клапанів агрегатів відповідно до вибраного, за допомогою клавіатури, режиму роботи, а також для обробки сигналів, які поступають від стендового й внутрішнього давачів положення, і управління виведенням службової інформації на РКІ.

Програма розроблена з використанням середовища розробки AVR Studio і записана за допомогою стандартного програматора (STK-200) фірми ATMEL в ПЗП програм мікроконтролера (захищена від зчитування). Програма запускається автоматично при подачі напруги живлення на мікроконтролер.

## **2.8 Розробка алгоритму роботи вимірювального приладу**

Алгоритм роботи основної програми вимірювального приладу розробляється відповідно до основних режимів роботи, які задані в технічному завданні на його виготовлення.

Програма запускається автоматично при подачі напруги живлення на мікроконтролер. На рисунку 2.9–2.13 приведені короткі блок-схеми алгоритму роботи всіх підпрограм і основної програми мікроконтролера.

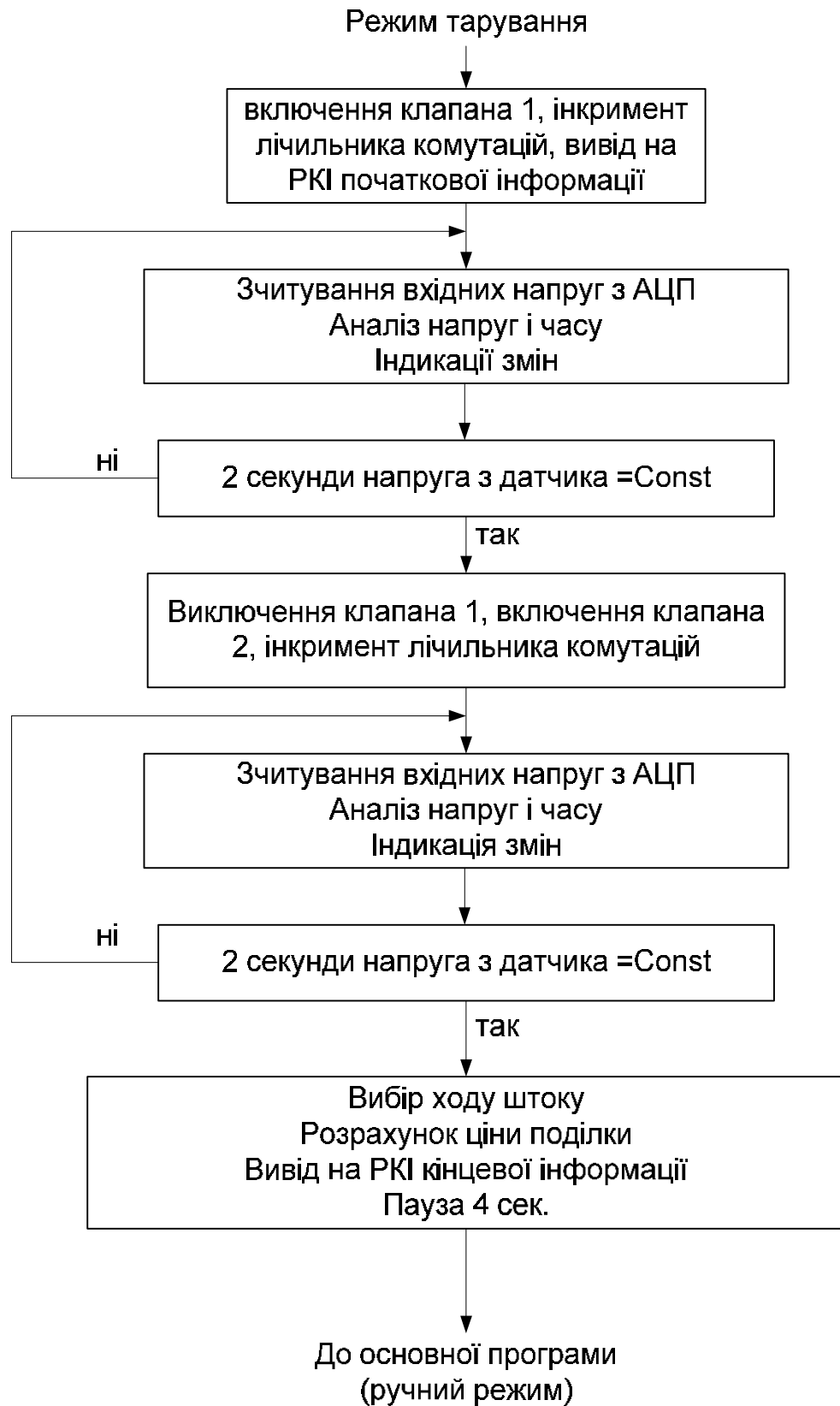


Рисунок 2.9 – Блок-схема режиму тарування

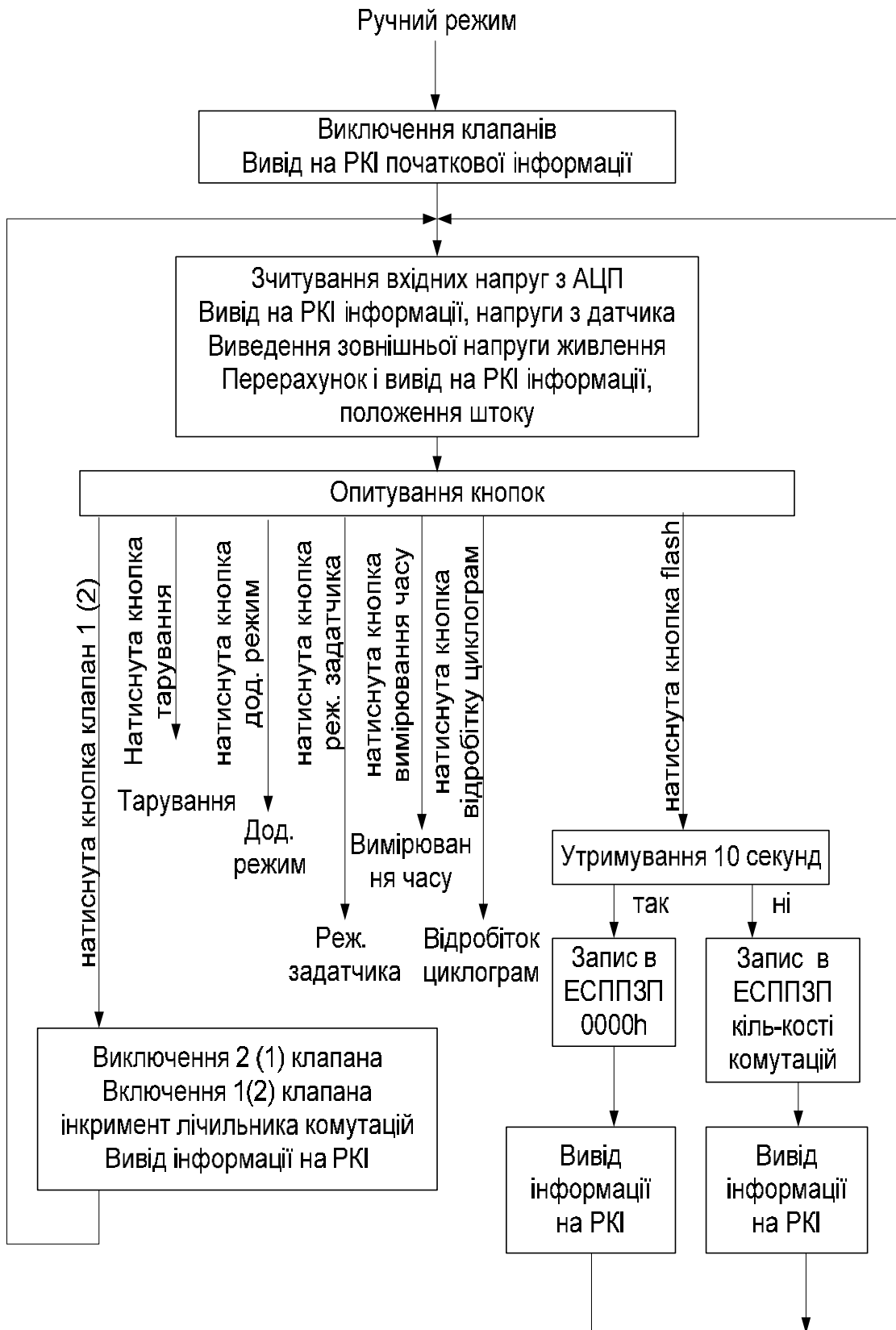


Рисунок 2.10 – Блок-схема основної програми

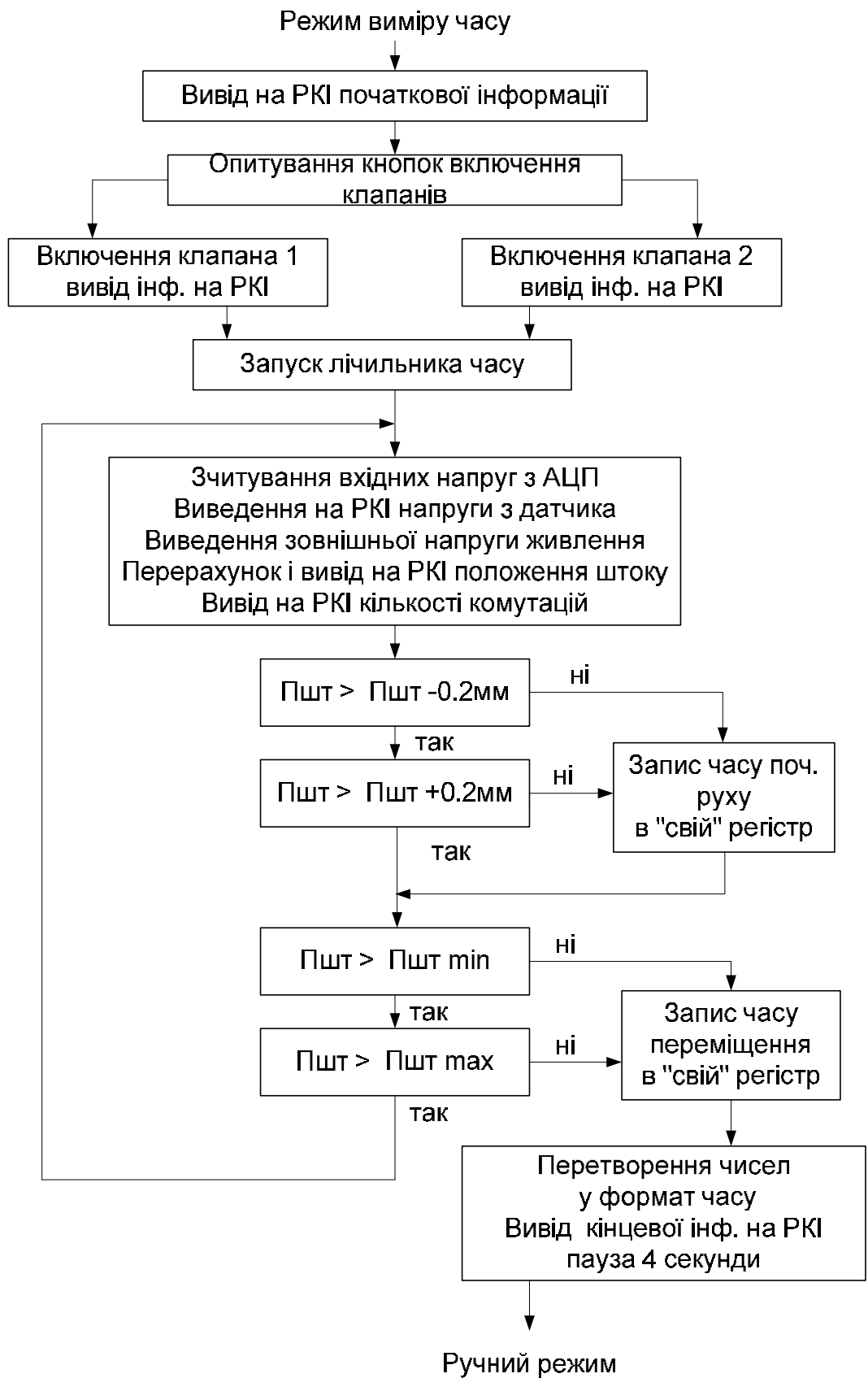


Рисунок 2.11 – Блок-схема режиму виміру часу

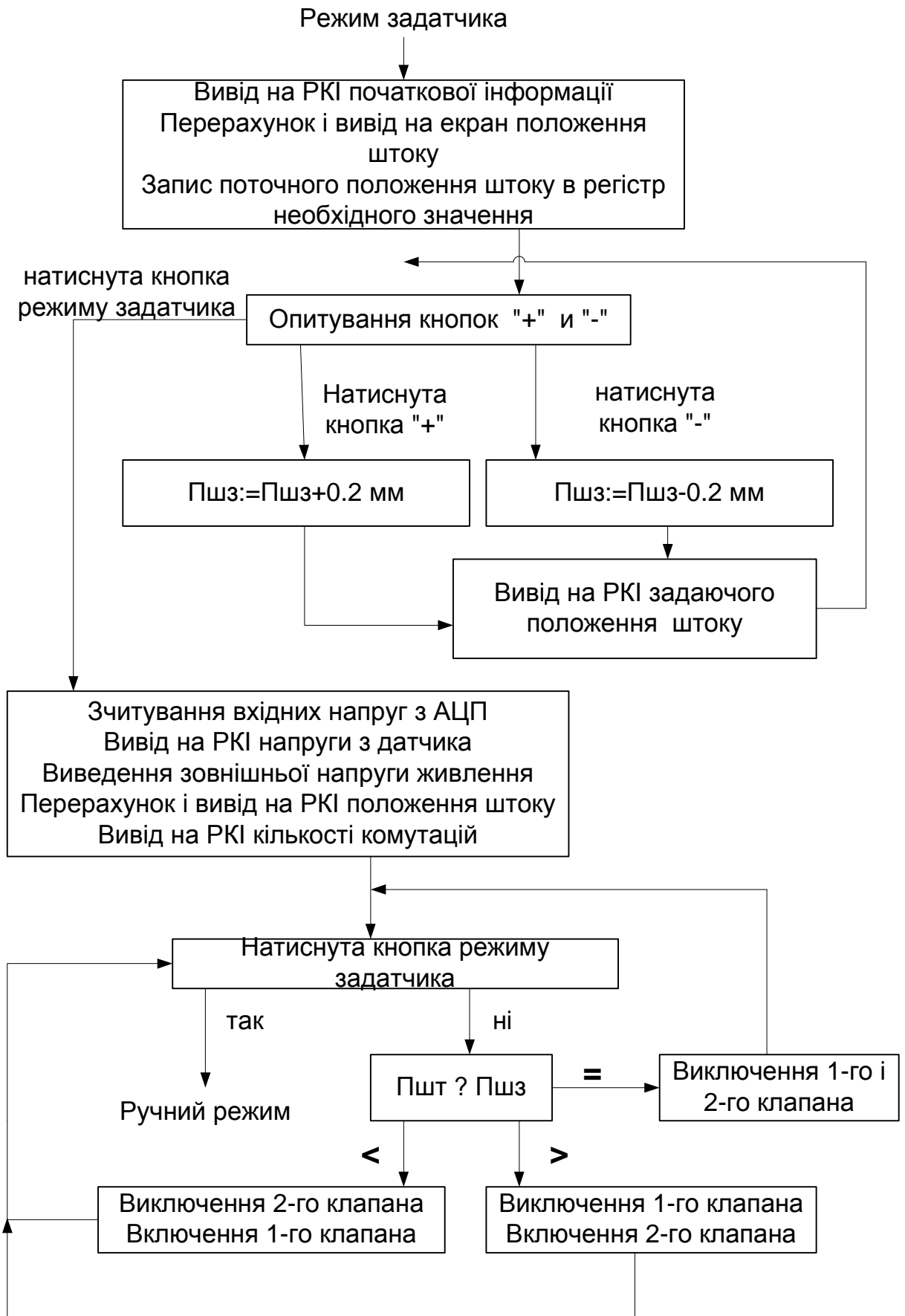


Рисунок 2.12 – Блок-схема режиму задавача

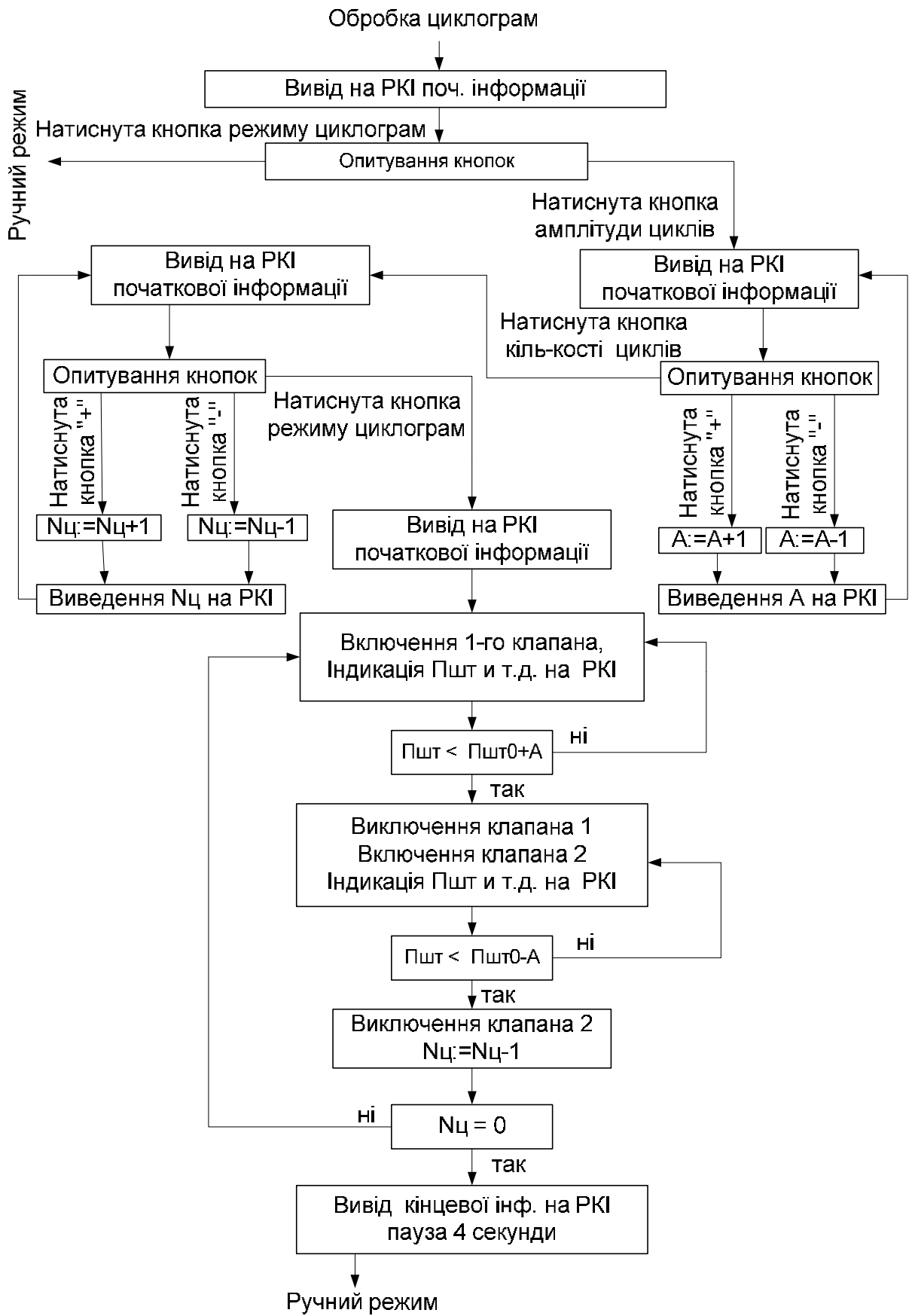


Рисунок 2.13 – Блок-схема режиму відпрацювання циклограм



## 2.9 Розрахунки точності та ціни поділки вимірювальної установки

### 2.9.1 Розрахунок точності вимірювання положення штока

Для вибраного кварцового генератора 8 МГц, 1 такт процесора складе:

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{8 \cdot 10^6} = 0,125 \cdot 10^{-6} \text{ сек} = 125 \text{ нс}. \quad (2.7)$$

АЦП для виконання перетворення необхідно 13 (25 при першому запуску) тактів АЦП, які в свою чергу для найшвидшого варіанту перетворення рівні 25-ти тактам процесора, це складе:

$$T_{\text{АЦП}} = 25 \times 64 \times 125 \text{ нс} = 200,000 \text{ мкс} \quad (2.8)$$

Для того що б АЦП здійснив перетворення вибираємо затримку в 200 мкс, у такому разі і при першому запуску і при подальших АЦП встигне зробити всі необхідні операції по перетворенню.

Для виконання будь-якої з команд контролером РКІ HD44789 необхідно 37 мкс. Для простоти розрахунків і надійності встановимо час для даних операцій 40 мкс (320 тактів).

Для запису 1-го символу в РКІ необхідна 1 команда (40 мкс). Якщо при цьому попередньо встановлюється команда адреси курсору в полі РКІ, то відповідно 2 команди (80 мкс).

Для заповнення всіх 4-х рядків(по 20 символів) нам буде потрібно  $40 + 20 \times 4 \times 40 = 3240 \text{ мкс} = 3,240 \text{ мс}$ . Напевно, що кожного разу оновлювати все поле РКІ не має сенсу.

Відповідно для оновлення поля індикації напруг давачів ( $U_{ст}$ ,  $U_{вн}$ ), кількості комутацій клапанів ( $N_k$ ), положення штока (Пшт) т.д. нам необхідно на порядок менше часу.

Для індикації кількості комутацій, напруги з будь-якого давача, положення штока необхідне  $40 + 4 \times 40 = 200 \text{ мкс}$ .

Виходячи з того, що у всіх режимах потрібно відображати від 2-х до 3-х елементів (до 600 мкс), і АЦП повинен зробити 2 перетворення (до 400 мкс) і враховуючи те, що для всіх можливих обчислень нам знадобиться набагато менше часу ніж 200 мкс, вибираємо для режимів загальний цикл роботи алгоритмів рівний 1 мс.

У деяких режимах, для забезпечення загального циклу рівного 1 мс, були вимкнені підпрограми індикації не критичних інформаційних елементів зважаючи на велику кількість пріоритетних обчислень і операцій.

Вбудований АЦП мікроконтролера має 1023 рівні квантування (10 - bit), при опорній напрузі 4,096 В одержимо наступний крок квантування:

$$\frac{U_{on}}{N} = \frac{4,096}{1023} = 0,00400391 \text{ В} \approx 4 \text{ мВ} \quad (2.9)$$

При використанні давача RC13-75 (75мм) точність положення штока 0.1 мм забезпечується кроком квантування:

$$u_k = \frac{U_{on}}{750} = \frac{4,096}{750} = 0,00546 \text{ В} \approx 5 \text{ мВ} \quad (2.10)$$

Очевидно, що вибраний нами внутрішній 10-ти розрядний АЦП мікроконтролера, забезпечує необхідну точність вимірювань положення штока.

### 2.9.2 Розрахунок ціни поділки вимірювальної установки

Заздалегідь, при увімкненні режиму тарування, фіксуються максимальна і мінімальна напруги давача в цифровому вигляді ( $Nu_{\max}$ ,  $Nu_{\min}$ ), ці числа знаходяться в межах від 0 до 1023. Далі знаходиться різниця цих чисел ( $\Delta Nu = Nu_{\max} - Nu_{\min}$ ).

Враховуючи максимальну довжину штока (для RC13-75  $L_{\max}=75\text{мм}$ ) і крок квантування знаходиться ціна поділки:

$$C_{\text{дел}} = \frac{L_{\max}}{\Delta U} = \frac{L_{\max}}{\Delta Nu \cdot u_k} = \frac{0,075}{\Delta Nu \cdot 0,004} = \frac{18,75}{\Delta Nu} \text{ м/В}. \quad (2.11)$$

### 2.9.3 Розрахунок положення штока

У всіх 7-ми режимах роботи пульта використовується значення ціни поділки ( $C_{\text{дел}}$ ) одержана при таруванні.

Знаючи покази стендового потенціометричного давача ( $U_{cm}$ ), і значення мінімуму й максимуму положення штока ( $U_{\min}$ ,  $U_{\max}$ ), маємо поточне положення штока:

$$П_{шт} = U \cdot C_{\text{дел}} = \left( \frac{N_{cm} - N_{\min}}{N_{\max} - N_{\min}} \cdot U_{on} \right) \cdot \left( \frac{L_{\max} \cdot N_{\max}}{(N_{\max} - N_{\min}) \cdot U_{on}} \right) \quad (2.12)$$

$$П_{шт} = \frac{(N_{cm} - N_{\min}) \cdot L_{\max} \cdot N_{\max}}{(N_{\max} - N_{\min})^2} \quad (2.13)$$

Слід зазначити, що при варіанті використання одного джерела опорної напруги для АЦП і потенціометричного давача, в розрахунку положення штока не присутнє значення опорної напруги, а отже точність визначення положення не залежить від нестабільності опорної напруги.

### 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

#### Реалізація алгоритму блок–схем підпрограм і основної програми вимірювального приладу

На початку основної програми здійснюється присвоєння символічних імен регістрам мікроконтролера та коміткам пам'яті ОЗП та ПЗП, описується таблиця векторів переривань.

Далі здійснюється ініціалізація мікроконтролера: обнуляються регістри загального призначення, які в подальшому використовуються в програмі, конфігуруються порти мікроконтролера, ініціалізується стек та АЦП.

Після цього виконується підпрограма зчитування з ПЗП кількості перемикачів електромагнітних клапанів (READEE). Зчитане значення за допомогою підпрограми `hex2obindex` перетворюється з двійкового в двійково-десятькове – зручніше для відображення на РКІ.

Далі виконується спеціальна процедура ініціалізації РКІ (`lcdini`) та перехід на підпрограму режиму тарування.

Блок-схема алгоритму режиму тарування, яка показана на рис. 2.12 за допомогою мови програмування «асемблер» реалізується таким чином:

```
Режим тарування  
taruvannya:  
clr          flags  
ldi          aku,0b00000001; увімкнення клапана 1  
out          PORTB,aku;  
nop ;       add flashcountl,one;лічильник комутацій  
nop ;       adc flashcounth,zero;  
rcall       Nkom; вивід кількості комутацій  
clr         timecountl;  
clr         timecounth;  
clr         count2secl;  
clr         count2sech;
```

```

rcall lcdtarstart; вивід на екран початкової інформації
tarloop1:rcall  adcin; зчитування вхідних напруг
           rcall  mathk1; аналіз напруг і часу
           rcall  inctime; збільшення лічильника
           rcall  tarindikation; індикація змін
           rcall  pause2
           cp      flags,one;
           brne   tarloop1; якщо не пора переходити на
класан 2 то цикл.
clr      flags
ldi      aku,0b00000010; увімкнення клапана 2
out      PORTB,aku;
clr      count2secl;
clr      count2sech;
add      flashcountl,one;лічильник комутацій
adc      flashcounth,zero;
rcall    Nkom; ввід кількості комутацій
clr      lcdcontrout;
ldi      lcddataout, 0b10010011; лічильник на полі номера
класана
rcall    lcdout; -\\-
ldi      lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
ldi      lcddataout,0x32; "2"
rcall    lcdout;
tarloop2:rcall  adcin; зчитування вхідних напруг
           rcall  mathk2; аналіз напруг і часу
           rcall  inctime; збільшення лічильників
           rcall  tarindikation; індикація змін
           rcall  pause2
           cpi    flags,1;
           brne   tarloop2; якщо не пора переходити то цикл
rcall    shtokampselect; підпрограма вибору ходу
штока
rcall    Cdel; перерахунок поділки
rcall    lcdtarend; вивід на екран кінцевої
інформації
ldi      aku,0b00000000;вимкнення клапанів
out      PORTB,aku;
clr      lcdcontrout;
ldi      lcddataout, 0b11011111; лічильник на
показ UVN
rcall    lcdout; -\\-
ldi      lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS

```

```

ldi    lcddataout,0x55; "U"
rcall  lcdout;
ldi    lcddataout,0xB3; "B"
rcall  lcdout;
ldi    lcddataout,0xBD; "H"
rcall  lcdout;
ldi    lcddataout,0x3D; "="
rcall  lcdout;
rcall  Ulcdout2
ldi    lcddataout,0x42; "B"
rcall  lcdout;
lds    dataallow,Umaxl
lds    datahigh,Umaxh
rcall  Pshtok
sts    Pshtokmaxl,alow;
sts    Pshtokmaxh,ahigh;
rcall  pause2sec; пауза 2 секунди
rcall  pause2sec;
rjmp   work.

```

При переході в режим тарування програма мікроконтролера включає клапан ЕМК1 (на виштовхування штока) та виводить на РКІ початкову інформацію для цього режиму (lcdtarstart), після чого циклічно здійснюється ряд процедур: АЦП сигналу потенціометричного давача положення (adcin), аналіз зміни величини сигналу в часі (mathk1) – якщо на протязі 2 с сигнал не змінюється, приймається рішення, що шток досяг свого крайнього положення й здійснюється перехід на увімкнення клапана ЕМК2, якщо ж ні, то нове значення сигналу відображається на РКІ, а цикл замикається.

Після того, як шток досягне свого крайнього положення процедура здійснюється в зворотньому напрямі, шляхом увімкнення клапана ЕМК2 (на заштовхування штока).

Після досягнення штоком мінімального крайнього положення, здійснюється перехід на підпрограму вводу величини ходу штока (shtokampselect). Оператор за допомогою кнопок «+» і «-» задає величину ходу штоку, після чого, на основі одержаних значень величин сигналу давача в крайніх положення штока та величини ходу штока, підпрограмою Cdel

здійснюється визначення ціни поділки потенціометричного давача положення. Ціна поділки відображається на РКІ на протязі 4 с.

Далі програма переходить в робочий режим (ручний режим).

Блок – схема алгоритму режиму вимірювання часу, яка показана на рис. 2.14 за допомогою мови програмування «асемблер» реалізується наступним чином:

#### **Режим виміру часу**

```
timeshtok: clr      aku
            sts     Time02secl,aku
            sts     Time02sech,aku
            sts     Timemaxl,aku
            sts     Timemaxh,aku
            rcall   timelstartlcd; вивід початкової
інформації
            rcall   Pshtoklcd; перерахунок і вивід на екран
положення штоку
timeshtokloop: rcall  adcin; зчитування вхідних напруг
            rcall   Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штоку
            rcall   Ulcdout1; вивод на екран напруги
давача
            rcall   Ulcdout2; вивід зовнішньої напруги
живлення
            rcall   switch_time; опитування кнопок
увімкнення клапанів
            rjmp    timeshtokloop.
```

#### **Опитування кнопок увімкнення клапанів**

```
switch_time: in     PINnow,PINA; прочитування порту А
            lds     PINlast,RamPortAlast;
            sbrc   PINnow,5; перевірка натискання кнопки
увімкнення клапана 1
            rjmp   time_klapan1; якщо натиснута то
перехід
            sbrc   PINnow,4; перевірка натискання кнопки
увімкнення клапана 2
            rjmp   time_klapan2; якщо натиснута то
перехід
            ret
```



```

time_klapan1:
    sbrs  PINlast,5; перевірка попереднього
натискання кнопки увімкнення клапана 1
    rjmp  go_time_klapan1; якщо була натиснута
раніше то пропуск
    rcall nowtolast; запис поточних значень
портів в попередні
    ret
time_klapan2:
    sbrs  PINlast,4; перевірка попереднього
натискання кнопки увімкнення клапана 1
    rjmp  go_time_klapan2; якщо була натиснута
раніше то пропуск
    rcall nowtolast; запис поточних значень
портів в попередні
    ret
go_time_klapan2: rcall  nowtolast; запис поточних значень
портів в попередні
    ;          sbic  PORTB,1;
    ;          rjmp  work_;
    cbi  PORTB,0; вимкнення 1-го (якщо був
увімкнений)
    sbi  PORTB,1; увімкнення клапана 2
    clr  lcdcontrout
    ldi  lcddataout, 0b11000000; лічильник
на 2-гий рядок
    rcall lcdout; -\\-
    ldi  lcdcontrout,0b00000100;
встановлення RS.

```

```

Вивід другого рядка ( " " )
ldi  lcddataout,0x4F          ; "O"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0xBF         ; "T"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0xBA         ; "K"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0x70         ; "P"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0xC3         ; "Ы"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0xBF         ; "T"
rcall lcdout                  ;
ldi  lcddataout,0x20         ; " "
rcall lcdout                  ;

```

```

ldi    lcddataout,0x32          ; "2"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0x2D          ; "-"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0xB9          ; "Й"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0x20          ; " "
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0xBA          ; "К"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0xBB          ; "Л"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0x61          ; "а"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0xBE          ; "п"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0x61          ; "а"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0xBD          ; "н"
rcall  lcdout                    ;
ldi    lcddataout,0x20          ; " "
rcall  lcdout;
rcall  lcdout;
rcall  lcdout;
add    flashcountl,one;лічильник комутацій
adc    flashcounth,zero;
pop    aku
pop    aku
rjmp   time02;
go_time_klapan1: rcall  nowtolast; запис поточних значень
портів в попередні
;          sbic  PORTB,0;
;          rjmp  work_;
          cbi   PORTB,1; вимкнення 2-го (якщо був
увімкнений)
          sbi   PORTB,0; увімкнення клапана 0
          clr   lcdcontrout
          ldi   lcddataout, 0b11000000; лічильник
на 2-гий рядок
          rcall lcdout ; -\\-
          ldi   lcdcontrout,0b00000100;
встановлення RS.

```

```

Вивід другого рядка ( " )
ldi   lcddataout,0x4F           ; "О"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBF           ; "Т"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBA           ; "К"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x70           ; "р"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xC3           ; "Ы"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBF           ; "Т"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x20           ; " "
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x31           ; "1"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x2D           ; "-"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xB9           ; "Й"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x20           ; " "
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBA           ; "К"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBB           ; "Л"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x61           ; "а"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBE           ; "П"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x61           ; "а"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0xBD           ; "Н"
rcall lcdout                    ;
ldi   lcddataout,0x20           ; " "
rcall lcdout;
rcall lcdout;
rcall lcdout;
nop ; add   flashcountl,one ;лічильник комутацій
nop ; adc   flashcounth,zero;
pop  aku
pop  aku
rjmp time02.

```

### Вимірювання часу проходження 0.2мм

```
time02: rcall    Pshtok
        ldi      blow,0x14; додавання 0.2мм
        add     alow,blow;
        adc     ahigh,zero;
        sts     Pshtok1l,alow;
        sts     Pshtok1H,ahigh;
        sub     alow,blow;
        sbc     ahigh,zero;
        sub     alow,blow;
        sbc     ahigh,zero;
        brcs   time02_1;
        sts     Pshtok2l,alow;
        sts     Pshtok2H,ahigh;
        rjmp   time02_1clr;
time02_1: nop;
        sts     Pshtok2l,zero;
        sts     Pshtok2H,zero;
time02_1clr: clr    timecountl;
            clr    timecounth;
            sts    time02complete,zero; запис прапорця,
який означає запис 0.2 мм
time02_loop: rcall   adcin; зчитування вхідних напруг
            rcall   Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штока
            rcall   Ulcdout1; вивід на екран напруги з
давача
            rcall   Ulcdout2; вивід на екран напруги з
давача
            rcall   inctime
            rcall   inctime
            rcall   inctime
            rcall   timecheck; перевірка чи збігаються
            ldi    aku,18
time02_loop_1: rcall  pause
            dec    aku
            nop
            nop
            brne  time02_loop_1
            nop
            nop
            rjmp  time02_loop; цикл.
```

### Перевірка положення штока

```
timecheck: rcall Pshtok; перерахунок поточного значення
Пшт
        lds    aku,time02complete; вибираємо з ОЗП
прапорець запису часу переміщення на 0.2мм
        cpi    aku,1;
        breq   timechecknext01; якщо запис вже був то
пропуск перевірки
        sbis   PortB,0
        rjmp   timechecknext
        lds    aku, Pshtok1l; значення Пшт+0.2мм
        lds    akul,Pshtok1h;
        cp     ahigh,akul; порівнюємо поточне значення
положення штоку
        brlo   timechecknext1; якщо ст. байт менший то
пропуск
        cp     alow,aku; якщо більший або рівний то
перевірка мол. байта
        brlo   timechecknext1+2 ; якщо мол. байт
менший то пропуск
        rcall  minus5ms; віднімаємо 5 мс
        sts    Time02secl,timecountl; запис в ОЗП часу
переміщення на 0.2мм
        sts    Time02sech,timecounth;
        sts    time02complete,one; запис прапорця,
який означає запис 0.2 мм
        ldi    aku,2
        rjmp   timechecknext1+10
timechecknext: nop
        nop
        nop
        lds    aku,Pshtok2l; значення Пшт-0.2мм
        lds    akul,Pshtok2h;
        cp     akul,ahigh; порівнюємо поточні
значення положення штока
        brcs   timechecknext1+4; якщо ст. байт
більший або рівний то пропуск
        cp     alow,aku; якщо більший або рівний то
перевірка мол. байта
        brsh   timechecknext1+6; якщо мол. байт
більший або рівний то пропуск
        rcall  minus5ms; віднімаємо 5 мс
        sts    Time02secl,timecountl; запис в ОЗП
часу переміщення на 0.2мм
        sts    Time02sech,timecounth;
```

```

        sts    time02complete,one; запис прапорця,
який означає запис 0.2 мм
        rjmp  timechecknext1+13
timechecknext01: nop
                nop
                nop
timechecknext1:  nop
                nop
                nop
                sbis   PortB,0
                rjmp  timechecknext2
                lds   aku,Pshtokmaxl;
                dec   aku
                dec   aku
                lds   aku1,Pshtokmaxh;
                cp    ahigh,aku1;
                brlo  timechecknext3;
                cp    alow,aku;
                brlo  timechecknext3+2;
                rcall minus5ms.

```

В цьому режимі одночасно здійснюється вимірювання часу зрушення та часу переміщення штока на всю довжину ходу. Вимірювання здійснюються після увімкнення оператором одного з клапанів (ЕМК1 або ЕМК2).

Після натискання відповідної клавіші клавіатури на РКІ виводиться інформація про увімкнений клапан та запускається таймер\лічильник 1. Далі – до початкового положення штоку додається 0,2 мм й в циклі визначається поточне положення штоку, яке порівнюється з отриманим значенням.

Якщо поточне положення більше (менше), в залежності від увімкненого клапана, то зчитуються дані таймера\лічильника 1 й в регістр (timescountl:timescounth) заноситься час зрушення штоку.

Цикл продовжує виконуватися до тих пір поки поточне положення штоку не стане більше (менше) максимального (мінімального) крайнього положення штока, визначеного при таруванні. Після цього в регістр заноситься час переміщення штоку, який разом з часом зрушення індидується на РКІ на протязі 4 с.

Блок – схема алгоритму режиму задавача положення, яка показана на рис. 2.15 за допомогою мови програмування «асемблер» реалізується таким чином:

### Режим задавача

```
zadatchik:
    rcall  zadatchiklcd; вивід на екран початкової
інформації
    rcall  Pshtoklcd; перерахунок і вивід на екран
положення штоку
    lds    aku,Pshtokl; запис поточного положення
штоку
    sts    Pshtok_zl,aku; в потрібне значення
    lds    aku,Pshtokh;
    sts    Pshtok_zh,aku;
    sts    timerminus,zero; скидання таймера
контактування кнопки "-"
    sts    timerplus,zero; скидання таймера
контактування кнопки "+"
z_loop: rcall  PINread; прочитування портів
    lds    PINlast,RAMPortBlast; запис в регістр
попередніх значень з ОЗП
    lds    PINnow,RAMPortBnow; запис в регістр
поточного стану порту з ОЗП
    sbrc   PINnow,3; перевірка натискання кнопки
режиму задавача
    rjmp   z_beginOS; якщо натиснути то перехід
    sbrc   PINnow,7; перевірка натискання кнопки "-"
    rjmp   z_minus02mm; якщо натиснути то перехід
    sts    timerminus,zero; скидання таймера
контактування кнопки "-"
    lds    PINlast,RAMPortDlast; запис в регістр
попередніх значень з ОЗП
    lds    PINnow,RAMPortDnow; запис в регістр
поточного стану порту з ОЗП
    nop
    sbrc   PINnow,3; перевірка натискання кнопки "+"
    rjmp   z_plus02mm; якщо натиснути то перехід
    sts    timerplus,zero; скидання таймера
контактування кнопки "+"
```

```

        ldi    aku,9
z_mainp1: rcall  pause
        nop
        nop
        dec    aku
        brne   z_mainp1
        nop
        nop
z_loop_next: rcall  adcin; зчитання вхідних напруг
            rcall  Ulcdout1; вивід на екран напруги з
давача
            rcall  Ulcdout2; вивід зовнішньої напруги
живлення
            rcall  Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штоку
            rcall  Pshtoklcd_z; вивід на екран задаючого
положення штоку
            rcall  Nkom; вивід на екран количества
коммутаций
            rcall  nowtolast
            ldi    aku,51
z_mainp2: rcall  pause
        nop
        dec    aku
        brne   z_mainp2
        ldi    aku,13
z_mainp3: dec    aku
        brne   z_mainp3
        nop
        rjmp  z_loop;
z_beginOS: sbrs  PINlast,3; перевірка попереднього стану
кнопки режиму за давача
        rjmp  go_z_beginOS; якщо не була натиснута то
перехід
        rcall  nowtolast
        ldi    aku,9
z_beginp1: rcall  pause
        nop
        nop
        dec    aku
        brne   z_beginp1
        rjmp  z_loop_next
z_minus02mm: sbrs  PINlast,7; перевірка попереднього
стану кнопки "-"

```



```

        rjmp    go_z_minus02mm; якщо не була
натиснута то перехід
        rcall   nowtolast;
        lds    aku,timerminu;
        cpi    aku,200;
        breq   z_minus02mm;
        inc    aku;
        sts    timerminus,aku;
        ldi    aku,9
z_minuspp1: rcall   pause
        nop
        nop
        dec    aku
        brne   z_minuspp1
        rjmp   z_loop_next;
z_minus02mm_: ldi    aku,37
z_p1: ldi    akul,100
z_p2: rcall   pause
        dec    akul
        brne   z_p2
        dec    aku
        brne   z_p1
        rjmp   go_z_minus02mm
z_plus02mm: sbrs   PINlast,3; перевірка попереднього
стану кнопки "+"
        rjmp   go_z_plus02mm; якщо не була натиснута то
перехід
        rcall   nowtolast;
        lds    aku,timerplus;
        cpi    aku,200;
        breq   z_plus02mm_;
        inc    aku;
        sts    timerplus,aku;
        ldi    aku,9
z_pluspp1: rcall   pause
        nop
        nop
        dec    aku
        brne   z_pluspp1
        rjmp   z_loop_next;
z_plus02mm_: ldi    aku,37;
z_pp1: ldi    akul,100;
z_pp2: rcall   pause;
        dec    aku;
        brne   z_pp2;

```

```

        dec          aku;
        brne        z_pp1;
        rjmp        go_z_plus02mm;
go_z_minus02mm: sbrs          PINnow,7
                rjmp        go_z_end
                lds         alow, Pshtok_zl; вибирання з ОЗП
                lds         ahigh,Pshtok_zh;
                sts         cashll,dataallow; запам'ятовуємо
значення
                sts         cashlh,dataalhigh; в кэш (пам'яті
процесора)
                lds         dataallow,Uminl; завантаження
мінімального значення напруги
                lds         dataalhigh,Umin; -\\-
                rcall       Pshtok; перерахунок Пшт макс
                lds         alow, Pshtok_zl ; вибираємо з ОЗП
                lds         ahigh,Pshtok_zh;
                subi        alow,10; вираховування 0.2 мм
                sbc         ahigh,zero;
                lds         aku,pshtokl; завантаження Пшт
макс
                lds         aku1,pshtokh;
                sub         aku,alow; вираховування з Пшт мін
встановлюючого
                sbc         aku1,ahigh; якщо Пшт мін <
встановлюючого та відновлюючого
                brcc        go_z_min0; якщо встановлююче
менше мінімуму перехід
                nop
                nop
                nop
                rjmp        go_z_end
go_z_end:  sts         Pshtok_zl,alow; назад в ОЗП
                sts         Pshtok_zh,ahigh;
                lds         dataallow,cashll; відновлення
                lds         dataalhigh,cashlh;
                ldi         aku,9
z_minusp1: rcall       pause
                ldi         aku1,2
z_minusp2: dec         aku1
                brne        z_minusp2
                nop
                nop
                nop

```

```

        dec     aku
        brne   z_minusp1
        rjmp   z_loop_next;
go_z_min0: ldi     aku,10
        add    alow,aku; якщо <0.2 то встановлення
        adc    ahigh,zero;
        rjmp   go_z_end
go_z_plus02mm: sbrs   PINnow,3
        rjmp   go_z_end
        sts    cashll,dataallow; запам'ятовування
значення
        sts    cashlh,datahigh; в кэш (пам'яті
процесора)
        lds    dataallow,Umaxl; завантаження
максимального значення напруги
        lds    datahigh,Umaxh; -\\-
        rcall   Pshtok; перерахунок Пшт макс
        lds    alow,Pshtok_zl; вибираємо з ОЗП
        lds    ahigh,Pshtok_zh;
        ldi    aku,10
        add    alow,aku; додання 0.2 мм
        adc    ahigh,zero;
        lds    aku,pshtokl; завантаження Пштмакс
        lds    aku1,pshtokh;
        sub    aku,alow; віднімання з Пшт макс
встановлюючого
        sbc    aku1,ahigh;
        brcs   go_z_plus_max; якщо Пштмакс <
встановлюючого та відновлюючого
        nop
        nop
        nop
        rjmp   go_z_plus_end
go_z_plus_end: sts    Pshtok_zl,alow; назад в ОЗП
        sts    Pshtok_zh,ahigh;
        lds    dataallow,cashll; відновлення
        lds    datahigh,cashlh;
        rjmp   z_loop_next;
go_z_plus_max: subi   alow,10; вирахування 0.2 мм
        sbc    ahigh,zero;
        rjmp   go_z_plus_end.

```

## Робота ОС1

```
go_z_beginOS: in    PINlast,PinB;
               rcall go_z_beginOSlcd;
OS1loop: rcall adcin; зчитування вхідних напруг
          rcall Ulcdout1; вивід на екран напруги з давача
          rcall Ulcdout; вивід зовнішньої напруги живлення
          rcall Pshtoklcd; перерахунок і вивід на екран
положення штоку
          rcall Pshtoklcd_z2; вивід на екран задаючого
положення штоку
          rcall Nkom; вивід на екран кількості комутацій
in        PINnow,PinB; зчитування порту B
          sbrc   PINnow,3; перевірка натискання кнопки
режиму задавача
          rjmp   z_end_OS_work; якщо натиснута то перехід
          lds   alow, Pshtokl; завантаження поточного
положення
          lds   ahigh,Pshtokh;
          rcall hextobindec; в двійково - десяткове число
          sts   cashll,blow; збереження в ОЗП
          sts   cashlh,bhigh;
          lds   alow, Pshtok_zl; завантажуюємо необхідне
положення
          lds           ahigh,Pshtok_zh;
          rcall hextobindec; в двійково - десяткове число
          lds   aku,cashll; завантажуюємо поточне положення
          lds   aku1,cashlh;
          cbr   aku,0x3F; скидання сотні мм
          cbr   blow,0x3F; -\\-
          sub   blow,aku; порівнюємо
          sbc   bhigh,aku1;
          breq  stopOS; якщо рівне то вимкнення клапана 1
          brlo  K1_onOS; якщо менше то на увімкнення
клапана 2,інакше увімкнення клапана 1
          clr   lcdcontrout;
          ldi   lcddataout, 0b10010001; лічильник на поле
номери клапана
```

```

rcall lcdout; -\\-
ldi lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
ldi lcddataout,0x4B; "K"
rcall lcdout;
ldi lcddataout,0x2E; "."
rcall lcdout;
ldi lcddataout,0x31; "1"
rcall lcdout;
cbi PORTB,1; увімкнення 2-го (якщо був
увімкнений)
sbic PORTB,0
rjmp q1
nop ;add flashcountl,one;
nop ;adc flashcounth,zero;
rjmp q1+2
q1: nop
nop
sbi PORTB,0; увімкнення 1-го клапана
ldi aku,7
osp1: dec aku
brne osp1
nop
OS1loop_next: ldi aku,54
osp2: rcall pause
nop
nop
nop
nop
dec aku
brne osp2
ldi aku,6
osp3: dec aku
brne osp3
nop
mov PINlast,PINnow
rcall nowtolast
rjmp OS1loop; цикл
stopOS: clr lcdcontrout;
ldi lcddataout, 0b10010001; лічильник на поле
номери клапана
rcall lcdout; -\\-
ldi lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
ldi lcddataout,0x20; " "
rcall lcdout;
ldi lcddataout,0x2; " "

```

```

        rcall lcdout;
        ldi      lcddataout,0x20; " "
        rcall lcdout;
        cbi     PORTB,1; вимкнення 2-го (якщо був
увімкнений)
        cbi     PORTB,0; вимкнення 1-го (якщо був
увімкнений)
        nop
        nop
        nop
        rcall nowtolast
        rjmp    OS1loop_next; цикл
K1_onOS: clr     lcdcontrout;
        ldi     lcddataout, 0b10010001; лічильник на поле
номери клапана
        rcall lcdout; -\\-
        ldi     lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
        ldi     lcddataout,0x4B      ; "K"
        rcall lcdout                ;
        ldi     lcddataout,0x2E     ; "."
        rcall lcdout                ;
        ldi     lcddataout,0x32     ; "2"
        rcall lcdout                ;
        cbi     PORTB,0; вимкнення 1-го (якщо був
увімкнений)
        sbic   PORTB,1
        rjmp   q2
        add    flashcountl,one;
        adc    flashcounth,zero;
        rjmp   q2+2
q2:  nop
     nop
     sbi     PORTB,1; увімкнення 2-го клапана
     rcall nowtolast
     rjmp    OS1loop_next; цикл
z_end_OS_work: sbrs   PINlast,3; перевірка натискання
кнопки режиму задавача
                rjmp   go_z_end_OS_work; якщо натиснута то
перехід
                mov    PINlast,PINnow
                rjmp   OS1loop_next; цикл
go_z_end_OS_work: cbi   PORTB,1; вимкнення 2-го клапана
(якщо був увімкнений)
                cbi   PORTB,0; вимкнення 1-го клапана
(якщо був увімкнений)
                rcall nowtolast
                rjmp   work.

```

Блок-схема алгоритму режиму відпрацювання циклограм, яка показана на рис. 2.16 реалізується наступним програмним кодом:

### **Режим відпрацювання циклограм**

```
tziklogramma:
    rcall  tziklogrammalcd; вивід на екран початкової
інформації
    rcall  nowtolast;
    sts    ampnegl,zero; усе в нулі
    sts    ampnegh,zero;
    sts    amppozl,zero;
    sts    amppozh,zero;
    sts    numlow ,zero;
    sts    numhigh,zero;
    sts    timerplus,zero;
    sts    timerplush,zero;
    sts    timerminus,zero;
    sts    timerminush,zero;
tz_loop: rcall  PINread; зчитування портів
    lds    PINlast,RAMPortBlast; запис в регістр
попередніх значень з ОЗП
    lds    PINnow,RAMPortBnow; запис в регістр
поточного стану порту з ОЗП
    sbrc   PINnow,4; перевірка натискання кнопки
режиму циклограм
    rjmp   tz_end;
    sbrc   PINnow; перевірка натискання кнопки вкл
підреж. задання амплітуди циклів
    rjmp   amplituda;
    sbrc   PINnow,6; перевірка натискання кнопки
кількість циклів
    rjmp   tziklnumber;
tz_loop_next:rcall adcin; зчитування вхідних напруг
    rcall  Ulcdout1; вивід на екран напруги з
давача
    rcall  Ulcdout2; вивід зовнішньої напруги
живлення
    rcall  Pshtoklcd; перерахунок і вивід на екран
положення штоку
```

```

        rcall Nkom; вивід на екран кількості
комутацій
        rcall nowtolast
        rjmp  tz_loop
tz_end: sbrs  PINlast,4
        rjmp  go_tz_end
        rcall nowtolast
        rjmp  tz_loop_next

amplituda: sbrs  PINlast,5
        rjmp  go_amplituda
        rcall nowtolast
        rjmp  tz_loop_next
tziklnumber: sbrs  PINlast,6
        rjmp  go_tziklnumber
        rcall nowtolast
        rjmp  tz_loop_next
go_tz_end: rcall nowtolast
        rjmp  work
go_amplituda: rcall nowtolast
        rjmp  set_amp
go_tziklnumber: rcall nowtolast
        rjmp  set_num.

```

### **Встановлення амплітуди**

```

set_amp: rcall  set_amp_lcd
        lds    alow,Shtokamplow; Хід штоку
        lds    ahigh,Shtokamphigh;
        lds    aku,Pshtok_zl; завантаження значення
        lds    aku1,Pshtok_zh;
        sub    alow,aku; з максимального віднімання
ПОТОЧНОГО
        sbc    ahigh,aku1;
        sts    Pshtokpoz1,alow; запис максимального
значення амплітуди
        sts    Pshtokpoz2,ahigh;
        sub    alow,aku;
        sbc    ahigh,aku1;
        brcs   set_amp_loop
        sts    Pshtokpoz1,aku; запис максимального
значення амплітуди
        sts    Pshtokpoz2,aku1;
set_amp_loop: rcall  PINread

```



```

        lds    PINlast,RAMPortBlast; запис в
регістр попередніх значень ОЗП
        lds    PINnow,RAMPortBnow; запис в регістр
поточного стану порту з ОЗП
        sbrc  PINnow,6; перевірка натискання кнопки
установки циклів
        rjmp  set_amp_to_num;
        sbrc  PINnow,7; перевірка натискання кнопки
"_"
        rjmp  set_amp_minus;
        sts  timerminus,zero;
        sts  timerminush,zero;
        lds  PINlast,RAMPortDlast; запис в регістр
попередніх значень з ОЗП
        lds  PINnow,RAMPortDnow; запис в регістр
поточного стану порту ОЗП
        sbrc  PINnow,3; перевірка натискання кнопки
"+"
        rjmp  set_amp_plus;
        sts  timerplus,zero;
        sts  timerplush,zero;
set_amp_loop_next:
        rcall adcin; зчитування вхідних напруг
        rcall Ulcdout1; вивід на екран напруги з
давача
        rcall Ulcdout2; вивід зовнішньої напруги
живлення
        rcall Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штоку
        rcall Nkom; вивід на екран кількості
комутацій
        rcall amplcd; індикація амплітуди
        rcall nowtolast
        ldi   aku,1;
c_pppp3: ldi   aku1,100;
c_pppp4: rcall pause;
        dec   aku1;
        brne  c_pppp4;
        dec   aku;
        brne  c_pppp3;
        rjmp  set_amp_loop;
set_amp_to_num: sbrs  PINlast,6; перевірка попереднього
натискання кнопки встановлення циклів
        rjmp  go_set_amp_to_num;
        rcall nowtolast

```

```

                                rjmp    set_amp_loop
set_amp_minus: sbrs    PINlast,7; перевірка попереднього
натискання кнопки "-"
                                rjmp    go_set_amp_minus;
                                rcall   nowtolast;
                                lds     aku,timerplus;
                                cpi     aku,200;
                                breq    set_amp_q1;
                                inc     aku;
                                sts     timerplus,aku;
                                ldi     aku,9
c_pluspl: rcall    pause
                                nop
                                nop
                                nop
                                nop
                                nop
                                nop
                                nop
                                dec     aku
                                brne   c_pluspl
                                rjmp    set_amp_loop_next;
set_amp_q1: ldi     aku,37;
c_pp1: ldi     aku1,100;
c_pp2: rcall   pause;
        dec     aku1;
        brne   c_pp2;
        dec     aku;
        brne   c_pp1;
        rjmp   go_set_amp_minus;
set_amp_plus: sbrs    PINlast,3; перевірка попереднього
натискання кнопки "+"
        rjmp    go_set_amp_plus;
        rcall   nowtolast;
        lds     aku,timerplush; завантаження першого
таймера
        cpi     aku,200; якщо 200 то перехід на
        breq    count1_set_amp_plus; контактування з
швидкістю+1
        inc     aku; збільшення на 1
        sts     timerplush,aku; запис
        rjmp    set_amp_loop_next; цикл
count1_set_amp_plus:
        lds     aku,timerplus; завантаження другого таймера

```

```

        cpi      aku,200; якщо 200 то перехід на
        breq    count2_set_amp_plus; контактування зі
швидкістю+1
        inc     aku; збільшення на 1
        sts     timerplus,aku; запис
        ldi     aku,37;
c_ppp1: ldi     aku1,100;
c_ppp2: rcall  pause;
        dec     aku1;
        brne   c_ppp2;
        dec     aku;
        brne   c_ppp1;
        rjmp   go_set_amp_plus;
count2_set_amp_plus:
        ldi     aku,1;
c_ppp3: ldi     aku1,100;
c_ppp4: rcall  pause;
        dec     aku1;
        brne   c_ppp4;
        dec     aku;
        brne   c_ppp3;
        rjmp   go_set_amp_plus;
go_set_amp_minus: rcall  nowtolast;запис в меж. значення
                  rcall  minusamp; -1
                  rjmp   set_amp_loop_next
go_set_amp_plus: rcall  nowtolast;запис в меж. значення
                  rcall  plusamp; +1
                  rjmp   set_amp_loop_next
go_set_amp_to_num: rcall  nowtolast;запис в меж. значення
i
                  rjmp   set_num;перехід на set_num.

```

### **Зменшення амплітуд**

```

minusamp: lds    alow,ampnegl; завантаження амплітуди
          lds    ahigh,ampnegh; -\\-
          ldi    aku,10;
          sub    alow,aku; віднімання 10
          sbc    ahigh,zero; -\\-
          brcs  minusback; якщо <0 то на відновлення
          rjmp  minus_next; на запис
minusback: ldi    aku,10; +10
          add    alow,aku; -\\-
          adc    ahigh,zero; -\\-
minus_next: sts  ampnegl,alow; запис в ОЗП
          sts  ampnegh,ahigh; -\\-
          ret.

```

### **Збільшення амплітуди**

```
plusamp: lds    alow,ampnegl; завантаження нег. амплітуди
         lds    ahigh,ampnegh; -\\-
         ldi    aku,10;
         add    alow,aku; додавання 10
         adc    ahigh,zero; -\\-
         lds    aku,Pshtokpoz1; завантаження максимальної
нег. амплітуди
         lds    aku1,Pshtokpoz2; -\\-
         sub    aku,alow; віднімання з максимуму поточного
         sbc    aku1,ahigh; -\\-
         brcs   plusback; якщо <0 то на відновлення
         rjmp   plus_next; на запис
plusback: ldi    aku,10; -10
         sub    alow,aku; -\\-
         sbc    ahigh,zero; -\\-
plus_next: sts   ampnegl,alow; запис в ОЗП
         sts   ampnegh,ahigh; -\\-
         ret.
```

### **Встановлення кількості циклів**

```
set_num: rcall  set_num_lcd
set_num_loop: rcall  PINread
                lds    PINlast,RAMPortBlast; запис в
регистр попередніх значень з ОЗП
                lds    PINnow,RAMPortBnow    ; запис в
регистр поточного стану порту ОЗП
                sbrc   PINnow,4; перевірка натискання
кнопки режиму циклограм
                rjmp   set_num_to_amp;
                sbrc   PINnow,7; перевірка натискання
кнопки "-"
                rjmp   set_num_minus;
                sts    timerminus,zero;
                sts    timerminush,zero;
                lds    PINlast,RAMPortDlast; запис в
регистр попередніх значень з ОЗП
                lds    PINnow,RAMPortDnow; запис в регистр
поточного стану порту з ОЗП
```

```

        sbrc    PINnow,3; перевірка натискання
кнопки "+"
        rjmp   set_num_plus;
        sts    timerplus,zero;
        sts    timerplush,zero;
set_num_loop_next:
        rcall  adcin; зчитування вхідних напруг
        rcall  Ulcdout1; вивід на екран напруги з
давача
        rcall  Ulcdout2;вивід зовнішньої напруги
живлення
        rcall  Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штоку
        rcall  Nkom; вивід на екран кількості
комутацій
        rcall  numlс; індикація амплітуди
        rcall  nowtolast.

```

### Режим циклів

```

tzikli:
        rcall  tzicli_lcd
        lds    alow,Pshtok_zl; центральна крапка
        lds    ahigh,Pshtok_zh; -\\-
        lds    blow,ampnegl; амплітуда
        lds    bhigh,ampnegh; -\\-
        sub    alow,blow; з центра віднімання амплітуду
        sbc    ahigh,bhigh; -\\-
        sts    Pshtoknegl,alow; записування мінімальне
значення
        sts    Pshtoknegh,ahigh; -\\-
        lds    alow,Pshtok_zl; центральна крапка
        lds    ahigh,Pshtok_zh; -\\-
        add    alow,blow; -\\-
        adc    ahigh,bhigh; -\\-
        sts    Pshtokpozl,alow; запис максимального значення
        sts    Pshtokpozh,ahigh; -\\-
        clr    lcdcontrout;
        ldi    lcddataout, 0b10010001; лічильник на полі
номеру клапана
        rcall  lcdout; -\\-
        ldi    lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
        ldi    lcddataout,0x4B; "K"

```

```

rcall lcdout;
ldi    lcddataout,0x2E; "."
rcall lcdout;
ldi    lcddataout,0x31; "1"
rcall lcdout;
cbi    PORTB,1; вимкнення 2-го (якщо був увімкнений)
sbi    PORTB,0; увімкнення 1-го клапана
lds    alow,numlow;
lds    ahigh,numhigh;
sub    alow,one;
sbc    ahigh,zero;
sts    numlow,alow;
sts    numhigh,ahigh;
nop;add flashcountl,one;
nop;adc flashcounth,zero;
tzikli_loop: rcall    PINread
                lds    PINlast,RAMPortBlast; запис в
регiстр попередніх значень з ОЗП
                lds    PINnow,RAMPortBnow; запис в регiстр
поточного стану порту з ОЗП
                sbrc    PINnow,4; перевірка натискання
кнопки за давача
                rjmp    stop_loop;
                sbic    PORTB,0; якщо увімкнений 1-й
клапан то перевірка по максимуму
                rjmp    check_max;-\\-
                lds    alow,Pshtoknegl; інакше перевірка по
мінімуму
                lds    ahigh,Pshtoknegh;
                lds    blow,Pshtokl
                lds    bhigh,Pshtokh
                sub    alow,blow
                sbc    ahigh,bhigh
                brcc    k2_to_k1
                rjmp    tzikli_loop_next
k2_to_k1: cbi    PORTB,1; вимкнення 2-го клапана
sbi    PORTB,0; увімкнення 1-го клапана
nop;add flashcountl,one;
nop;adc flashcounth,zero;
clr    lcdcontrout;
ldi    lcddataout, 0b10010001; лічильник на
полі номеру клапана
rcall lcdout; -\\-
ldi    lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS

```

```

        ldi    lcddataout,0x4B; "K"
        rcall lcdout;
        ldi    lcddataout,0x2E; "."
        rcall lcdout
        ldi    lcddataout,0x31; "1"
        rcall lcdout;
        rjmp   tzikli_loop_next
check_max: lds    alow,Pshtokpozl; перевірка по максимуму
        lds    ahigh,PshtokpozH;
        lds    blow,Pshtokl
        lds    bhigh,Pshtokh
        sub    alow,blow
        sbc    ahigh,bhigh
        brcs   k1_to_k2
        rjmp   tzikli_loop_next
k1_to_k2: lds    alow,numlow
        lds    ahigh,numhigh
        cpi    ahigh,0
        brne   k1_to_k2_
        cpi    alow,0
        brne   k1_to_k2_
        cbi    PORTB,0; вимкнення 1-го
        clr    lcdcontrout;
        ldi    lcddataout, 0b10010001; лічильник на
полі номера клапана
        rcall lcdout; -\\-
        ldi    lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
        ldi    lcddataout,0x20; " "
        rcall lcdout;
        rcall lcdout;
        rcall lcdout;
        rcall nowtolast
        rjmp   stop_tzikli
k1_to_k2_: cbi    PORTB,0; вимкнення 1-го
        sbi    PORTB,1; увімкнення 2-го клапана
        add    flashcountl,one;
        adc    flashcounth,zero;
        sub    alow,one
        sbc    ahigh,zero
        sts    numlow,alow
        sts    numhigh,ahigh
        clr    lcdcontrout;
        ldi    lcddataout, 0b10010001; лічильник на
полі номера клапана

```

```

rcall lcdout; -\\-
ldi lcdcontrout,0b00000100; встановлення RS
ldi lcddataout,0x4B; "K"
rcall lcdout;
ldi lcddataout,0x2E; "."
rcall lcdout;
ldi lcddataout,0x32; "2"
rcall lcdout;
rcall nowtolast;
rjmp tzikli_loop_next
tzikli_loop_next: rcall adcin; зчитування вхідних напруг
rcall Ulcdout1; вивід на екран напруги
з давача
rcall Ulcdout; вивід зовнішньої напруги
живлення
rcall Pshtoklcd; перерахунок і вивід на
екран положення штоку
rcall Nkom; вивід на екран кількості
комутацій
rcall numlcd; індикація
rcall nowtolast;

```

Режим відпрацювання циклограм починається з задання оператором параметрів циклограми: амплітуди та кількості циклів, які реалізуються, відповідно, підпрограмами set\_amp та set\_num.

Ці підпрограми здійснюють циклічне опитування клавіш «+» та «-» й відповідне збільшення або зменшення амплітуди та кількості циклів, яке одразу ж індикується на РКІ.

Після виходу з підпрограм встановлення амплітуди та кількості циклів і натискання клавіші «Цикл» включається клапан ЕМК1 й в циклі індикується поточне положення штоку.

Якщо поточне положення стає рівним або більшим від суми заданого (задається в режимі задавача) положення та амплітуди циклу, то клапан ЕМК1 вимикається й вмикається клапан ЕМК2 (шток починає заштовхуватись всередину агрегату). Тепер поточне положення порівнюється з різницею заданого положення та амплітуди циклу.



Якщо поточне положення стає рівним або меншим цієї різниці, то кількість циклів зменшується на 1, а нове значення виводиться на РКІ (numlcd). Потім кількість циклів порівнюється з 0, якщо вона рівна 0 то здійснюється вихід з режиму відпрацювання циклограм в ручний режим.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Значення охорони праці і безпеки життєдіяльності для створення сприятливих виробничих умов праці**

Створення безпечних, нешкідливих і сприятливих виробничих умов праці – одне з найважливіших завдань сучасного виробництва і має не тільки інженерне, але і соціальне завдання. На сучасному етапі охорона праці являє собою систему правових, соціально – економічних, лікувально – профілактичних засобів та заходів спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основним принципом політики в галузі ОП є визнання пріоритету життя і здоров'я працівників.

Виходячи з цього сформовані основні завдання в галузі ОП:

- розробка і впровадження високовиробничих технологій;
- підвищення рівня безпеки діючого виробничого устаткування і технологічних процесів за рахунок ліквідації небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- удосконалення оснащення підприємств сучасними економічними засобами безпеки і санітарії;
- впровадження стандартів (ССБП);
- здійснення навчання населення і підвищення кваліфікації працівників з ОП;
- зміцнення технологічної і виробничої дисциплін;

охорона навколишнього середовища.

Ускладнення функціональної структури діяльності і зв'язку з застосуванням електронно – обчислювальних систем, відео терміналів висуває підвищенні вимоги до працівників, робота яких пов'язана з комп'ютером.

З впровадженням обчислювальної техніки та появи нової професії користувача ЕОМ, що набуває все більш масового характеру, виникли проблеми організації робочих місць і оптимізації їх діяльності відповідно до вимог охорони праці. Візуально дисплейні термінали (ВДТ) є і тепер основним засобом взаємозв'язку людини з ЕОМ. Прискорене впровадження ЕОМ практично і усі галузі діяльності веде до появи великої кількості робочих місць з ВДТ.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я професійна діяльність з ВДТ може в окремих випадках призводити до порушень з боку здорового аналізатора, кістково – м'язових порушень, порушень, які пов'язані із стресовими ситуаціями та нервово – емоційними навантаженнями при роботі, захворювань шкіри. Так, як раніше переважали гострі професійні отруєння й хронічні інтоксикації, то останніми роками почали переважати вібраційна хвороба, пилова патологія, професійні ураження шкіри.

Державний стандарт України 2293–93 визначає професійну небезпечність (шкідливість) як таку, що може виникнути при виконанні роботи і призвести до травми, захворювання або смерті. Правовою основою законодавства щодо гігієни праці є Закон України «Про охорону праці» та Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

## **4.2 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

Перелік потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів залежить від ряду чинників. Найважливішими серед них є технологія виробничого процесу, стан виробничих приміщень, експлуатована техніка.

Оператори ЕОМ, працівники, що здійснюють підготовку даних, програмісти та інші люди, котрі щоденно стикаються з такими шкідливими факторами виробництва як підвищений рівень шуму при роботі з друкуючими пристроями, підвищена температура оточуючого середовища в машинних залах, відсутність або недостатня освітленість, небезпека ураження електричним струмом, статична електрика, електромагнітне опромінення та інші.

Багато людей, що працюють за ПЕОМ відчують на собі вплив психофізичних факторів:

- розумове перенапруження;
- перенапруження органів зору та слуху;
- монотонність праці;

емоційне перенавантаження.

Ці та інші фактори сприяють появи та розвитку втоми. Поява втоми пов'язана із змінами в центральній нервовій системі, тормозними процесами, що виникають в корі головного мозку. Сильний шум може викликати труднощі з розпізнаванням кольору, знижує реакцію розпізнавання образів, зменшує продуктивність праці на (5 – 12) %. Довготривала дія виробничого шуму з рівнем звукового тиску 90 дБ як правило знижує продуктивність праці на (30 – 60) %. Згідно новітніх досліджень рівень звукового тиску в обчислювальних центрах (далі по тексту ОЦ) не повинен перевищувати 50 дБА.

Додаткові медичні дослідження, які проводилися з працівниками ОЦ, показали, що крім зниження продуктивності праці виробничі шуми можуть приводити до погіршення слуху, а відповідно до професійних захворювань.

Аналіз травматизму серед людей, що обслуговують ПЕОМ та працюють на ній, вказує на те, що в основному нещасні випадки трапляються під впливом небезпечних виробничих факторів при недотриманні інструкцій по безпеці праці. Найбільш частими випадками є

ураження електричним струмом, а також незначні механічні пошкодження при роботі з рухомими механізмами друкуючих пристроїв.

Робітники ОЦ піддаються впливу шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища: метеорологічні умови, недостатня освітленість, шум, ультразвук, вібрація, електричний струм, електромагнітні поля, іонізуючі та теплові випромінювання та інші фактори.

Ускладнення функціональної структури діяльності в зв'язку з застосуванням електронно – обчислювальних систем (далі по тексту ЕОС), ВДТ, висуває нові, часом підвищені вимоги до організму людини. Недооблік ролі людського чинника при проектуванні і створенні ОЦ неминуче відбувається на якісних і кількісних показниках діяльності робітників, у тому числі призводить до уповільнення або помилок у процесі ухвалення рішення.

Особливості характеру і режиму праці, значна розумова напруга й інші навантаження призводять до зміни в робітників ОЦ функціонального стану центральної нервової системи, нервово – м'язового апарату рук (при роботі з клавіатурою введення інформації). Нераціональна конструкція і розташування робочого місця викликають необхідність підтримки змушеної робочої пози. Тривалий дискомфорт в умовах гіпокінезії викликає погашену пізно тонічну напругу м'язів і обумовлює розвиток загального стомлення і зниження працездатності.

При тривалій роботі за екраном дисплея в операторів відзначається виражена напруга зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головну біль, дратівливість, порушення сну, втому і хворобливі відчуття в очах, у попереку, в області шиї, руках і ін.

Небезпечні фактори і їх допустимі значення наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Потенційно небезпечні виробничі фактори.

Виробничий об'єкт	Небезпечний фактор (технологічна операція)	Фактичне значення	Нормативне значення (безпечна величина)	Характер дії на людину
Принтер	Шум	$L_p = 80$ дБА	$L_p = 50$ дБА	Роздратування, втома, втрата слуху
Робота з ВДТ	Рентгенівське проміння	20 мкР/год	75,0 мкР/год	Загальна втома, головний біль
	Ультрафіолетове випромінювання	0,02 Вт/м <sup>2</sup>	0,01 Вт/м <sup>2</sup>	
	ІК - випромінювання	4,0 Вт/м <sup>2</sup>	100,0 Вт/м <sup>2</sup>	
	Електростатичне поле	15 кВ/м	20 – 60 кВ/м	
	Яскравість	80 кД/м <sup>2</sup>	не менше 35 кД/м <sup>2</sup> не більше 60 кД/м <sup>2</sup>	Різь в очах

Праця робітників ОЦ повинна відносити до I – II класу по гігієнічних умовах праці;

його тяжкість не повинна перевищувати оптимальних, а напруженість допустимих розмірів («Гігієнічна класифікація праці МЗ України» 1137 – 80).

#### 4.3 Забезпечення нормальних умов праці

Всі види роботи в виробничих приміщеннях поділяються на три категорії по важкості робіт. Робота оператора ЕОМ відноситься до категорії робіт з затратами енергії до 150 ккал/год.

Виробничі приміщення з ЕОМ проектується відповідно вимогам СНіП 2.09.04 – 87

«Адміністративні і побутові будинки приміщення виробничих підприємств» і СН – 512 – 78 «Інструкція з проектування будинків і помешкань для електро – обчислювальних машин».

Розміщення приміщень в обчислювальних центрах здійснюється за принципом однорідності видів виконуваних робіт з метою оптимізації умов праці робітників в приміщеннях з ЕОМ, необхідно встановлювати відео термінали в приміщеннях, які суміжні і ізольовані від приміщень із друкуючими пристроями (для виводу оперативної інформації) і гнучкими дисками для довгострокового її збереження.

Виходячи з особливостей зорового апарату, до освітлення виробничих приміщень висуваються такі вимоги:

1. Освітлення повинно створити достатню освітленість робочих поверхонь, щоб залежно від коефіцієнта її відбиття складалася достатня яскравість від розрізнення.
2. Освітлення робочих поверхонь повинна бути достатньо рівномірною.
3. Повинен бути достатній контраст поверхонь, що освітлюються.
4. Не повинно бути засліплюючої дії як від джерела освітлення, так і від відбитої робочої поверхні.
5. Освітлення повинно забезпечити безпеку праці.

Обчислювальні машини встановлюються і розміщуються відповідно до вимог технічних умов заводів – виготовлювачів. Мінімальна ширина проходів із передньої сторони пультів і панелей керування устаткування ЕОМ і однорядному його розташуванні повинна бути не менше 1 м, при дворядному – не менше 1,2 м. ВДТ повинні розташовуватися при однорядному їхньому розміщенні на відстані не менше 1 м від стін; робочі місця з дисплеями повинні розташовуватися між собою на відстані не менше 1,5 м.

Для екрану монітора використовується спеціальний фільтр, який захищає очі оператора від ультрафіолетових і рентгенівських променів, а також підвищує контрастність зображення.

В обчислювальних центрах України застосовуються переважно захисні екрани трьох типів: сіткові, плівкові і скляні. У деяких випадках застосовуються пластикові екрани. Результат досліджень властивостей фільтра наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристика основних захисних екранів, які застосовуються на даний час.

<b>Тип фільтра</b>	<b>Основна характеристика</b>	<b>Позитивні якості</b>	<b>Негативні якості</b>
Сітка з провідними сітками	Чорна металева або капронова сітка з металевим покриттям	Захищає від ЕСП при високій провідності від ЕМП (СЧ і НЧ спектрів)	Зменшує чіткість, контрастність і видимість зображення
Плівковий поляроїдний	Тонка плівка фірми «Polaroid» СР -50; «Polaroid» СР – 60;	Найефективніше зменшує блимання від навколишніх поверхонь	Мала прозорість (25%); швидко вигорає при користуванні (плями)
Скляний тонований	Тонке неpolіроване скло	Знижує блимання від екрана ЕПТ	Як правило не має сертифіката якості
Напівпрозоре дзеркало	Тонке неpolіроване скло	Послаблює випромінювання	Дуже яскравий полиск від фільтра
Скляний товстий	Товсте скло, леговане іонами важких металів	Забезпечує захист від випромінювань ЕМП (ВЧ, НЧ, СЧ), УФО.	Дуже яскравий полиск від фільтра



По можливості екран дисплею необхідно розмістити трохи вище рівня очей. Це створить розвантаження тих груп м'язів, які напружені при нормальному погляді – вниз або вперед.

Вимоги до допоміжних будинків і приміщень з ЕОМ повинні відповідати СНіП 2 – 09 – 0 – 1 – 87 «Адміністративні і побутові будинки і приміщення виробничих підприємств».

Таблиця 4.3 – Нормовані характеристики метеорологічних умов у виробничих приміщеннях.

Вироб- ниче примі- щення	Категорія важкості фізичних робіт	Пері- од року	Енерго- витрати , Дж/год	Температу- ра	Відносна вологість	Швидкісь руху повітря
				T,°C	W,%	V, м/с
Примі- щення з ЕОМ	Ia – легка категорія	Холо- д- ний	150	19	77	0,5
		Тепл- ий	150	26	70	0,6

У виробничих приміщеннях з ЕОМ повинні дотримуватись такі обсяги зовнішнього повітря:

- при кубатурі помешкання до 20 м<sup>3</sup> на одного працюючого – не менше 30 м<sup>3</sup>/год на людину;
- при кубатурі помешкання 20 – 40 м<sup>3</sup> на одного працюючого – не менше 20 м<sup>3</sup>/год на людину;
- при кубатурі помешкання більш 10 м<sup>3</sup> на одного працюючого, наявності вікон і відсутності виділення шкідливих речовин припускається природна вентиляція приміщення, якщо не потрібно дотримання технологічних параметрів чистоти повітря;

- у виробничих приміщеннях без вікон і ліхтарів подача на одного працюючого повинна бути не менше 60 м<sup>3</sup>/год при дотриманні мікроклімату і шкідливих речовин і пилюки.

У приміщеннях із надлишками явного тепла необхідно передбачити регулювання подачі теплоносія для дотримання нормативних параметрів мікроклімату. Не можна використовувати для опалення машинних залів ЕОМ і сховищ магнітних стрічок, електронагрівальні прилади і парові опалення.

В усіх виробничих приміщеннях з ЕОМ на постійних робочих місцях параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам СН 4088–86 «Мікроклімат виробничих приміщень». Дані наведено в таблиці 4.3.

Повітря, що надходить в приміщення повинно бути очищене від забруднень, в тому числі від пилюки і мікроорганізмів. Рівень чистоти повітря повинен відповідати вимогам СН 512–78.

Загальна кількість колоній у 1 м<sup>3</sup> повітря в приміщеннях з ЕОМ відповідно вимогам санітарних норм не повинно перевищувати 1000 колоній. Патогенної мікрофлори бути не повинно.

Кондиціонування повітря повинно забезпечувати автоматичну підтримку параметрів мікроклімату у необхідних межах в продовж усіх сезонів року, очищення повітря від пилюки шкідливих речовин, створення невеликого тиску у чистих помешканнях для включення надходження неочищеного повітря.

Таблиця 4.4 – Характеристика системи вентиляції.

<b>Виробниче приміщення</b>	<b>Вид вентиляції</b>	<b>Вентиляційне обладнання</b>	<b>Кратність повітрообміну 1/год</b>
Приміщення для експлуатації ЕОМ 4x12	Механічна витяжка	Кондиціонер PHILIPS	3

Допустимі рівні звукового тиску, рівня звуку на робочих місцях повинні відповідати вимогам «Санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях». Вібрація (загальна) устаткування на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимих величин, встановлених «Санітарними нормами вібрації робочих місць».

Освітлення в приміщеннях з ЕОМ повинно бути змішаним природнім і штучним.

Природне освітлення в приміщеннях з ЕОМ повинно здійснюватися у виді бічного освітлення. Розмір коефіцієнта природної освітленості к.п.о. повинен відповідати нормативним рівням по Сніп 11–4–79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування». Орієнтація світло отворів для приміщень з ЕОМ і ВДТ повинна бути північною.

Штучне освітлення в приміщеннях з ЕОМ варто здійснювати у виді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення. Для запобігання за світок екранів дисплеїв прямими світловими потоками застосовуються світильники загального освітлення, розташовані між рядами робочих місць або зон із достатнім бічним освітленням. При цьому лінії світильників розташовуються паралельно світло отворам.

Освітлювальні установки повинні забезпечувати рівномірну освітленість за допомогою переважно відбитого або розсіяного світлорозподілу; вони не повинні створювати світлих відблисків на клавіатурі й інших частинах пульта, а також на екрані ВДТ у напрямку ока оператора. Для випадку відблиску відбитка на екранах від світильників загального освітлення необхідно застосовувати антиблікерні сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки або розташувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран ВДТ з обох його сторін. При рядковому розташуванні устаткування (ВДТ) не допускається розташування дисплеїв екранами один до одного.

Таблиця 4.5 – Рівні освітленості у приміщеннях з відео терміналами.

Виробниче приміщення	Розряд та під розряд зорової роботи	Освітленість, лк				Тип світильників
		Загальна	Комбінована	Аварійна	Евакуаційна	
Робоче приміщення з ВДТ	ШВ					ЛПО – 12 або ЛСП – 12 «Кососвет» з лампами типу ЛД - 40
		300	400	10	-	

Місцеве освітлення забезпечується світильниками як, установлені безпосередньо на стільниці (столі) або на йог вертикальній панелі, а також які вмонтовані в козирок пульта. Якщо виникає необхідність використання індивідуального світлового джерела, то він повинен мати можливість орієнтації в різних напрямках і бути оздоблений пристроєм для регулювання яскравості і захисною сіткою, що охороняє від осліплення і відбитого блиску.

Джерела світла відносно робочого місця розташовують таким чином, щоб включити влучення в очі прямого світла. Захисний кут арматури в цих джерелах повинен бути не менше 30°.

Пульсація освітленості люмінесцентних ламп не повинна перевищувати 10%. При природному освітлені варто застосувати засоби сонце захисту, що знижують перепади яскравостей між природним світлом і світінням екрана ВДТ. У якості таких засобів можна використовувати плівки з металічним покриттям або регульовані жалюзі з вертикальними лам елями. При цьому кожне вікно повинно мати світлорозсіюючі штори з коефіцієнтом відбиття 0,5 – 0,7.

При установці ВДТ у великих помешканнях для зниження перепадів яскравості необхідно використовувати пересувні вертикальні перегородки, висота яких забезпечує захист погляду працюючого від сусідніх зон. Ці перегородки повинні мати матову поверхню сірого або темно – зеленого тону.

У полі зору оператора ВДТ повинен бути забезпечений відповідний розподіл яскравості. Відношення яскравості екрана ВДТ до яскравості навколишніх його поверхонь не повинно перевищувати в робочій зоні 3:1.

Для запобігання утворення і захисту від статичної електрики в приміщеннях з ЕОМ необхідно використовувати нейтралізатори зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття. Захист від статичної електрики повинен проводитися у відповідності із санітарно – гігієнічними нормами, що визначають напруженість

електричного нуля, рівні напруженості електричних нулів, що допускаються не повинні перевищувати 20 кВ протягом 1 години (ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1045 – 84.

#### **4.4 Пожежна безпека**

Пожежі в приміщеннях з ЕОМ є особливо небезпечними, оскільки зумовлюють великі матеріальні втрати. Характерною особливістю є невеликі приміщення, в яких зосереджена велика кількість електроустановок та горючих матеріалів. Пожежі виникають при взаємодії горючих речовин з окислювачами та джерелами запалювання.

Горючими елементами є перегородки, двері, підлоги, меблі, рулони паперу для роздруківок, ізоляція кабелів окремі деталі ЕОМ (пластмасові корпуси дисплеїв) та ін.

Протипожежна безпека – це комплекс організаційних та технічних засобів, які направлені на забезпечення безпеки людей, попередження пожеж, обмеження їх розповсюдження, створення умов для успішного їх гасіння.

Джерелами запалювання в приміщеннях ЕОМ бувають найчастіше електронні схеми блоків та вузлів ЕОМ, елементи живлення, інші електроприлади. Запалювання відбувається через надмірний нагрів окремих елементів електронних схем в наслідок недостатньої вентиляції чи поганого контакту, через електричні іскри та дуги, що можуть утворюватись при різкому вимкненні електроустановок, що споживають значний струм.

Для забезпечення безперебійної подачі електроенергії в приміщення з ЕОМ можуть застосовуватися дизель – генераторні агрегати. В таких випадках слід приділяти особливу увагу пожежній безпеці цих агрегатів, оскільки їх експлуатація передбачає використання горючих рідин. Схильність рідин до горіння визначається в основному температурою займання, само спалахування і температурними межами спалахування (таблиця 6.6).

Пожежні норми щодо роботи з паливними речовинами регламентовані ГОСТ 12.1.004 – 85, ГОСТ 12.1.018 – 86, СНіП 2.01.02 – 85.

Засобами гасіння перерахованих вище речовин є піна, вуглекислота, порошкові суміші. Ці засоби повинні знаходитись в усіх приміщеннях в зручних для доступу місцях. Крім цього в приміщеннях з ЕОМ повинна бути встановлена пожежна сигналізація.

В приміщеннях з ЕОМ повинно також бути не менше двох пожежних кранів при довжині рукава 10 – 20 метрів. Пожежний водогін може бути об'єднаний з господарським чи виробничим. Необхідний напір води визначається з умов забезпечення подачі від кранів компактних струменів, радіус яких буде достатній для обслуговування найбільш віддаленої та високої частини будівлі, але не менше 6 метрів. Застосування води в машинних залах ЕОМ, сховищах носіїв інформації, в приміщеннях де

розміщена контрольно – вимірювальна апаратура є можливим тільки в окремих випадках, коли пожежа досягає загрозливих розмірів. При цьому кількість води повинна бути мінімальною, а електроустановки та ЕОМ мають бути захищені від попадання води брезентом чи полотном.

Таблиця 4.6 – Необхідні засоби вогнегасіння

Найменування приміщення	Тип приміщення(категорія по СніП	Площа, яка захищається, м <sup>3</sup>	Типи первинних засобів пожежогасіння			
			Тип вогнегасників	Марка вогнегасників	Інші види	Кількість, шт.
Дисплейний зал	Д	40	Вуглекіслотний	ОУ – 8х1 шт.	Кошма 2х1, волок	1

На території, де розміщено приміщення з ЕОМ повинні знаходитись пожежні щити.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовують вогнегасники. За видом використовуваної вогнегасної речовини вогнегасники поділяються на наступні основні групи:

- пінкові – застосовуються для гасіння палаючих рідин, різних матеріалів, конструктивних елементів, окрім електрообладнання під напругою;
- газові – застосовуються для гасіння рідких та твердих та твердих речовин, а також електроустановок під напругою;
- вуглекислотні – найкраще підходять для приміщення з ЕОМ, оскільки володіють властивостями високої ефективності гасіння, зберігають електрообладнання, мають хороші високої ефективності гасіння, зберігають електрообладнання, мають хороші діелектричні

властивості, що дозволяє застосовувати їх навіть у випадку неможливості відключення електроустановки від мережі струму.

Для виявлення початкових стадій виникнення пожежі застосовують різноманітні системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС). Такі системи окрім локальної сигналізації можуть тривоги безпосередньо у закріпленому за ОЦ пожежну частину, а також вмикати засоби первинного гасіння.

Первинні засоби пожежегасіння СНіП 5.02.02. – 86 регламентують встановлення в залах ЕОМ, приміщеннях розміщення зовнішніх носіїв інформації, підготовки даних, архівах та інших приміщеннях з ЕОМ димових пожежних сигналізаторів, оскільки в таких приміщеннях на початкових стадіях пожежі можливе гасіння пластмасових ізоляційних матеріалів та паперових виробів. При цьому виділяється незначна кількість тепла, але велика кількість диму. В інших приміщеннях повинні бути встановленні теплові пожежні сигналізатори.

#### **4.5 Розрахунок штучної освітленості дисплейного залу**

Для розрахунку загального рівномірного штучного освітлення використовуємо метод коефіцієнта використанні світлового потоку. Цей метод враховує світловий потік, відбитий від стелі до стін. Розрахункова формула для світлового потоку (від однієї лампи), котрий падає на освітлювальну поверхню, лм:

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

де  $E_n$  – нормована мінімальна освітленість, лк;

$S$  – площа освітлювальної поверхні  $m^2$ ;



$Z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості ( $Z = 1,2$ );

$k$  – коефіцієнт запасу, який для даного виробу робіт і системи освітлення рівний 1,2;

$n$  – коефіцієнт використання світлового потоку ламп (визначається з таблиці), який залежить від коефіцієнта відбиття стелі ( $p_c = 60\%$ ), стін ( $p_{ст} = 20\%$ ), висоти підвісу світильників ( $H_p = 3,8$  м), розмірів приміщення ( $A=5$  м,  $B = 8$  м) та від індекса приміщення  $\iota$ :

$$\iota = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot H_p} = \frac{5 \cdot 8}{(5 + 8) \cdot 3,8} \approx 0,8. \quad (4.2)$$

Попередньо розраховується кількість світильників. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстаней між центрами світильника  $L_{св}$  до висоти їх підвісу  $H_p$ , складає для світильників ЛСП  $\lambda = 1,4$ , тобто:

$$\lambda = \frac{L_{св}}{H_p} = 1,4. \quad (4.3)$$

Звідки:

$$L_{св} = \lambda \cdot H_p = 1,4 \cdot 3,8 = 5,3 \text{ м}. \quad (4.4)$$

Тепер можна визначити кількість світильників:

$$N = \frac{S}{L_{св}^2} = \frac{40}{5,3^2} = 1,42. \quad (4.5)$$

Для даного приміщення приймаємо  $N = 2$  шт. при заданих  $p_c$ ,  $p_{св}$ , та  $\iota$ , визначаємо за таблицями коефіцієнт використання світлового потоку:

$$\eta = 0,33.$$

Тоді за формулою (6.1) визначаємо:

$$\Phi_p = \frac{200 \cdot 40 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{2 \cdot 0,33} \approx 17455 \text{ лм.}$$

Визначивши світловий потік  $\Phi_p$  підбираємо найближчу за значенням  $\Phi_p$  стандартну лампу. Такою є лампа ЛБ – 400 з світловим потоком  $\Phi_T = 18000$  лм.

Перевіримо розрахункову освітленість за формулою:

$$E_p = E_n \cdot \frac{\Phi_m}{\Phi_p} = 200 \cdot \frac{18000}{17455} \approx 206 \text{ лк.} \quad (4.6)$$

Визначимо відсоток розрахункової освітленості від нормативної:

$$\frac{E_p}{E_n} \cdot 100\% = \frac{206}{200} \cdot 100\% = 103\%. \quad (4.7)$$

Тобто, відхилення  $E_p$  від  $E_n$  складає 3%. Таке відхилення знаходиться в межах норми.

Сумарна потужність освітлювальної установки складає:

$$W = W_l \cdot N \cdot n = 400 \cdot 2 \cdot 2 = 1600 \text{ Вт,} \quad (4.8)$$

де  $W_l$  – потужність однієї лампи, Вт;

$n$  – кількість ламп у світильнику.

## **ВИСНОВКИ**

Розроблений вимірювальний прилад є сучасним електронним пристроєм. З метою автоматизації, покращення техніко-економічних показників, підвищення зручності експлуатації та збільшення точності вимірювань була використана мікро-ЕОМ. При цьому відпала потреба в трудомісткому і монотонному процесі отримання характеристик гідроклапанів, коли доводиться в ручну за допомогою тумблерів комутувати клапани агрегатів і реєструвати час проходження штока за допомогою секундоміра.

Важливою перевагою створення вимірюваного приладу є додавання додаткових режимів вимірювань, які не реалізовувалися раніше, а також зберігання налаштувань пульта в незалежній пам'яті мікроконтролера.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.
2. Методичні вказівки до лабораторної роботи №10 "Використання програмного середовища Arduino IDE для програмування мікроконтролерів AVR" з дисципліни "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами" / Медвідь В.Р., Пісьціо В.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – 22 с.
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи №4 "Проектування електричної схеми в середовищі Proteus" з курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами" / Медвідь В.Р., Пісьціо В.П. – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – 14 с.
4. Методичні вказівки до лабораторної роботи №9 "Виконання операцій з портами та таймерами МК ATmega32 на програмному симуляторі AVR Simulator IDE" з курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами" / укл. : В. Р. Медвідь, В. П. Пісьціо. — Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. — 23 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження частотних характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – с. 16.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження часових характеристик неперервних лінійних систем», по курсу «Теорія

- автоматичного управління», для студентів 3 курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Авт.: Козбур І.Р., Козбур Г.В. Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль: ТНТУ, ФПТ, каф. АВ, – 2022. – 19 с.
7. Методичні вказівки до лабораторної роботи №10 "Керування кроковим двигуном з використанням програмного симулятора AVR Simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В. Р. Медвідь, В. П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 17 с.
  8. Методичні вказівки до лабораторної роботи №9 "Виконання арифметичних, логічних операцій, вводу/виводу та запису в пам'ять на програмному симуляторі AVR Simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь, В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 17 с.
  9. Методичні вказівки по роботі з програмним симулятором "AVR simulator IDE" з курсу "Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації" / укл. : В.Р. Медвідь , В.П. Пісьціо. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 21 с.
  10. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник / І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. – 324 с. / (Рекомендовано до друку вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя протокол № 9 від 4 жовтня 2022 р.
  11. Робота з віртуальним пультом управління FlexPendant в програмному середовищі RobotStudio: Методичні вказівки до лабораторної роботи № 4 з курсу “Гнучкі комп'ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 23 с.

12. Розробка механізму конвеєра та програмування операцій MultiMove в програмному середовищі RobotStudio: методичні вказівки до лабораторної роботи № 6 з курсу “Гнучкі комп’ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 39 с.
13. Розробка роботизованої лінії для автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій в програмному середовищі RobotStudio: методичні вказівки до лабораторної роботи № 8 з курсу “Гнучкі комп’ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 24 с.
14. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
15. Створення роботизованої станції в програмному середовищі RobotStudio: методичні вказівки до лабораторної роботи № 7 з курсу “Гнучкі комп’ютеризовані системи та робототехніка” для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / укл. : Р. І. Михайлишин, В. Б. Савків. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. – 19 с.