

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 Навчально-науковий інститут електроенергетики
 (інститут)
 Електротехнічний факультет
 (факультет)
 Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

здобувача вищої освіти Рибачук Ілля Сергійович
 (П.І.Б.)

академічної групи 151-17-1

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління промисловою пральною машиною
 (назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	ас. Зибалов Д.С.			
Провідний консультант	ас. Зибалов Д.С.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	доц. Соснін К.В.			
Визначення моделі об'єкта керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро
 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

_____ Ткачов В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

здобувача вищої освіти Рибачук І.С. _____ академічної групи 151-17-1 _____
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління промисловою пральною машиною _____

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021 № 201 с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	31.03.2021
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	06.05.2021
Визначення моделі об'єкта керування	Розробка методики дослідження об'єкта керування. Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта керування. Перевірка отриманої моделі на адекватність.	25.05.2021
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	02.06.2021
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	10.06.2021

Завдання видано

_____ (підпис п. конс.)

ас. Зибалов Д.С.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.03.2021

Дата подання до атестаційної комісії 10.06.2021

Прийнято до виконання

_____ (підпис здобувача)

Рибачук І.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: ____ стор., ____ рис., ____ табл., ____ додат., ____ дж..

Об'єкт розробки: система автоматизації для промислової пральної машини.

Мета: створення підсистеми нагріву води в баку пральної машини.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз процесу управління нагрівом води у пральній машині. Розглянуто роботу трубчатого електронагрівача, та вибрано контур управління, для якого виконувалось дослідження.

Відповідно до вимог до системи управління вибрано апаратне забезпечення системи управління технологічним обладнанням. Система автоматизованого управління побудована на базі програмованого логічного контролера.

Виходячи з опису технологічного процесу і структури об'єкта управління, було прийняте рішення провести активний експеримент.

В результаті проведеної роботи отримана модель об'єкта управління в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, ступінь відповідності якої за нормованим середньоквадратичного відхилення становить не менш 90%. Отримана модель об'єкта управління може бути використана при подальшому пошуку оптимальних налаштувань системи управління.

**ПІДСИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, КОНТРОЛЕР, ОБЛАШТУВАННЯ
УЗГОДЖЕННЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, НАДІЙНІСТЬ, ДІАГНОСТИКА,
ЗБЕРІГАННЯ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ, БЕЗПЕКА.**

ЗМІСТ

Зміст	4
Перелік скорочень	7
Вступ.....	8
1 Стан питання та постановка завдання.....	9
1.1 Галузь промисловості	9
1.1.1 Прання у лікарнях	10
1.1.1.1 Розділ потоків лікарняної білизни.....	11
1.1.1.2 Використання у пральнях звичайних промислових пральних машин та машин бар'єрного типу.....	12
1.1.1.3 Технологічні потоки брудної і чистої білизни не повинні перехрещуватися	12
1.2 Технологічний процес.....	13
1.3 Об'єкт управління	14
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління	14
1.3.2 Структура об'єкта керування.....	15
1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування	18
1.4 Формулювання задачі дослідження	20
1.5 Висновки по розділу	21
2 Розробка апаратного забезпечення системи управління.....	23
2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління	23
2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків.....	24
2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління.....	26
2.3.1 Вибір датчиків	26
2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв	31
2.2.4 Вибір джерел живлення	39

	5
2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	41
2.5 Розробка схеми електричної принципової	42
2.6 Висновки по розділу	44
3 Визначення моделі об'єкта управління	45
3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи	45
3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління	46
3.3 Виконання експерименту	47
3.3 Виконання експерименту	47
3.4 Обробка результатів експерименту	50
3.4.1 Підготовка даних.....	50
3.4.2 Структурна ідентифікація	53
3.4.3 Параметрична ідентифікація.....	54
3.4.4 Розробка моделі об'єкта управління в Simulink	57
3.4.5 Перевірка моделі на адекватність.....	59
3.5 Висновки за розділом.....	61
4 Економічна частина	62
4.1 Розрахунок капітальних витрат	62
4.1.1 Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення	62
4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення.....	64
4.1.3 Розрахунок додаткових капітальних витрат.....	65
4.2 Експлуатаційні витрати	65
4.3 Оцінка економічної ефективності	68
4.4 Висновок за розділом.....	69
5 Охорона праці	70

	6
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектного об'єкта	70
5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	71
5.3 Пожежна профілактика.....	73
5.4 Ергономічна оцінка пульта управління до пральної машини	74
5.4.1 Загальні відомості	74
5.4.2 Робоче місце оператора	76
5.5 Висновок за розділом.....	77
Висновки	78
Перелік посилань.....	79
Додаток А	82
Додаток Б.....	83
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	84
Відгук.....	86

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ОУ – об'єкт управління;

САУ – система автоматичного управління;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ВСТУП

Пральня — підприємство побутового обслуговування, що надає послуги прання і подальшої обробки білизни. Послугами пралень користуються, як правило, підприємства та організації, яким потрібна велика кількість чистої білизни — лікарні, готелі і т.п.

Ринок пральних послуг можна умовно розділити на три категорії представлених на ньому підприємств:

- міні пральні обсягом обробки до 500 кг білизни за добу;
- пральні середніх розмірів, обробки до 2000 – 3000 кг білизни на добу, промислові комбінати виробничою потужністю до 40 000 кг білизни на добу.

Міні пральні – зазвичай обслуговують клієнтів у невеликому радіусі від свого місця перебування. Оснащення їх здійснюється кількома професійними та побутовими машинами, також зустрічається устаткування, вживане, яким дане підприємство збільшує свою потужність, економлячи на купівлю нового обладнання.

Пральні середніх розмірів – це пральні, починаючи від старих, що залишилися від великих радянських комунальних підприємств, до сучасних, оснащених новим обладнанням барабанного типу. До мінусів старих підприємств можна віднести те, що обладнання теж залишилося від минулої епохи. Пральні з новим обладнанням пропонують більш високу якість прання, але, однозначно, при виборі такого підприємства бажано його відвідати і особисто переконатися, хто, на якому обладнанні, і якими хімічними засобами буде прати вашу білизну.

Промислові комбінати – ультрасучасні пральні, оснащені високопродуктивним обладнанням останніх розробок у цій області. Використовуване обладнання працює по тунельній технології прання і має ряд існуючих технологічних переваг.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

Підгалузь пральних послуг і послуг хімічної чистки є складовою частиною галузі побутового обслуговування населення. На початок 1991 р. у системі комунального господарства і побутового обслуговування України перебували в експлуатації 1 900 фабрик-пралень, в тому числі 957 пралень самообслуговування. У той же час діяло 1 690 підприємств хімчистки, понад 650 з яких - у райцентрах.

За даними на 1988 р. в Україні існувало 5 пралень-комбінатів без окремих приймальних пунктів, що обслуговують, як державні підприємства, так і населення. Загальна кількість оброблюваного білизни становило близько 1 200 тон у рік.

В даний час галузь переживає структурну кризу та спад обсягів виробництва. За минулі з 1989-2020 рр. кількість підприємств в цілому по території України скоротилося в 4-5 разів, обсяг надання послуг багаторазово знизився. У критичному стані опинився технологічний парк даній галузі, наслідком чого стало суттєве скорочення виробничих потужностей. В даний час регіональні підприємства підгалузі, в основному, низько рентабельні.

Причинами, що зумовили нинішній кризовий стан підгалузі прання білизни, хімічної чистки одягу, є суб'єктивні і об'єктивні фактори:

- швидке зростання цін на обладнання, запчастини, хімічні матеріали;
- підвищення вартості енергоресурсів, води, орендної плати, транспорту, зв'язку;
- поява різного роду «додаткових витрат» - отримання дозволів, податки, всілякі штрафи, пені тощо;
- моральне та фізичне старіння існуючого парку технологічного обладнання, руйнування системи забезпечення обладнанням і запчастинами;
- багаторазове скорочення апарату управління побутовим і комунальним обслуговуванням міст і регіонів.

Цілі і завдання, що стоять перед підгалуззю пралень послуг і хімчисток в даний час, полягають у:

- реконструкції та технічному переоснащенні підприємств за рахунок довгострокових інвестиційних кредитів і лізингу технологічного обладнання;
- більш ефективного використання нерухомого майна підприємств;
- впровадження прогресивних технологій, нових видів і форм обслуговування;
- скорочення витрат на обробку одного кілограма (одиниці) одягу та білизни.

1.1.1 Прання у лікарнях

Пандемія COVID 19 поставила перед медичними установами багато нових завдань.



Рисунок 1.1 – Білизна у лікарнях

Одна з серйозних проблем - забезпечення санітарно-гігієнічних нормативів чистоти в умовах повного завантаження та інтенсивної роботи. Питання чистоти медичного одягу і постільної білизни займають одне з перших місць. Як правильно підійти до організації роботи лікарняної пральні?

Основним документом є Наказ МОЗ № 29 «Про затвердження Інструкції зі збору, сортування, транспортування, зберігання, дезінфекції та прання білизни

у закладах охорони здоров'я». Спираючись на цей документ і розповімо про основні правила організації роботи лікарняної пральні.

У пральні багатoproфільного медичного закладу (стаціонар від 100 місць) повинні бути такі приміщення:

- приміщення прийому і сортування білизни
- пральний цех
- сушильно-прасувальний цех
- приміщення ремонту, пакування і зберігання білизни
- приміщення видачі білизни
- комора для миючих і дезінфікуючих засобів
- побутові приміщення персоналу (душ, туалет і ін.).

Підбір обладнання базується на основі табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Класифікація білизни - ступені забруднення білизни

Ступінь чистоти	Опис білизни	Коментар
I ступінь - незабруднена білизна	Нові вироби, які не мають видимих забруднень, пошкоджень, надходять зі складу і не були у використанні	В практиці практично не зустрічається
II ступінь - незначно забруднена	Текстильні вироби, які мають загальні забруднення, спецодяг харчоблоку, адмінперсоналу	Фактично, це тільки спецодяг не медичного персоналу
III ступінь - середньо забруднена	Текстильні вироби, які мають загальні забруднення із незначними слідами крові, сечі, блювотних, фекальних мас, ліків	Основний обсяг білизни із терапевтичних стаціонарів
IV ступінь - значно забруднена	Текстильні вироби зі значними забрудненнями кров'ю та іншими біологічними виділеннями. До значно забрудненої білизни належать пелюшки новонароджених і білизна з інфекційних відділень	Основний обсяг білизни із хірургічних стаціонарів

1.1.1.1 Розділ потоків лікарняної білизни

Розділ потоків лікарняної білизни треба здійснювати згідно пункт 6, який наголошує: «Для забезпечення санітарно-гігієнічного і протиепідемічного режимів та попередження розповсюдження внутрішньо-лікарняних інфекцій через білизну пологових будинків, протитуберкульозних закладів, гінекологічних, хірургічних, дерматовенерологічних та інфекційних лікарень

(диспансерів) прання білизни з цих закладів потрібно проводити в спеціально виділених пральнях, окремо від інших лікарень і відділень. Якщо немає можливості мати спеціальну пральню, таку білизну перуть окремо від білизни інших відділень. У цьому випадку приймання білизни здійснюється в окремому приміщенні, де передбачено розподіл на «брудне» і «чисте» відділення».

1.1.1.2 Використання у пральнях звичайних промислових пральних машин та машин бар'єрного типу

Пункт 7 розтлумачує яке пральне обладнання повинно бути встановлено у лікарняних пральнях. «Уся білизна, спеціальний одяг і засоби індивідуального захисту з інфекційних відділень, а також білизна, забруднена біологічними виділеннями, із соматичних та хірургічних відділень, клініко-діагностичних лабораторій, патолого-анатомічних відділень і бюро судово-медичної експертизи дезінфікуються і перуться в прохідних пральних машинах, які мають два вікна – вікно для завантаження (брудне) і вікно для вивантаження (чисте). Обробка інших текстильних виробів може здійснюватися у звичайних пральних машинах, тобто в обладнанні непрохідного типу.» Нажаль, через обмежене державне фінансування пункт 7 практично не виконується – бар'єрна пральна машина утричі дорожча за звичайну промислову. Лікарні обмежуються використанням окремих пральних машин для вищезгаданого типу білизни, а також виділяють окремі приміщення для таких машин (найкращий варіант за відсутності бар'єрної машини, але зустрічається рідка).

1.1.1.3 Технологічні потоки брудної і чистої білизни не повинні перехрещуватися

Збір білизни, транспортування, зберігання та її видача мають відповідати вимогам Інструкції. Для уникнення перенесення інфекції та вдосконалення організації подальшого прання білизни вся тара для збору білизни повинна маркуватися із зазначенням підрозділу закладу та ступеня забруднення білизни. Для маркування слід використовувати відповідне кольорове позначення або написи.

Таблиця 1.2 - Класифікація і маркування брудної білизни

Ступінь чистоти	Опис білизни	Маркування
I ступінь - незначно забруднена	Білизна, яку не можна прати одночасно з постільною білизною (наприклад фартухи, спецодяг, серветки тощо)	Білий колір
II ступінь - незначно забруднена	Текстильні вироби, які мають загальні забруднення, спецодяг харчоблоку, адмінперсоналу	Зелений колір
III ступінь - середньо забруднена	Текстильні вироби, які мають загальні забруднення із незначними слідами крові, сечі, блювотних, фекальних мас, ліків	Жовтий колір
IV ступінь - значно забруднена	Текстильні вироби зі значними забрудненнями кров'ю та іншими біологічними виділеннями. До значно забрудненої білизни належать пелюшки новонароджених і білизна з інфекційних відділень	Червоний колір з додатковим нанесенням напису "УВАГА! Інфікована білизна"

Наведемо приклад як можна обладнати пральний цех для лікарні загального профілю (згідно вищенаведеного Наказу №29 МОЗ).

Таблиця 1.3 – Об'єми брудної білизни

Група білизни відповідно до технологічної лінії	Кількість білизни за добу (максимальна)	Пральна машина
Білизна з пологового відділення	100 кг	Бар'єрна, 16 кг , 1 шт.
Білизна IV ступеня забруднення	350 кг	Бар'єрна, 27 кг , 2 шт.
Білизна III ступеня забруднення	160 кг	Бар'єрна, 24 кг , 1 шт.
Білизна з відділень новонароджених та дітей до року	50 кг	Промислова 10 кг , 1 шт.
Білизна з інфекційно-боксованих відділень	100 кг	Бар'єрна, 16 кг , 1 шт.
Спецодяг не медичних працівників	50кг	Промислова 10 кг , 1 шт.

Якщо фінансування не дозволяє встановити бар'єрні машини, в такому випадку виділяють окремі приміщення та окремі машини промислового типу для прання пологового, інфекційного та гнійно-хірургічного відділення.

1.2 Технологічний процес

Машинне прання – складний фізико-хімічний процес, під час якого білизна обробляється необхідний час певною дозою хімічних реагентів при заданому температурному режимі і одночасному механічному впливі. Час прання залежить від ступеня забруднення, виду тканини і миючих засобів.

Технологія обробки білизни у пральні складається з п'яти етапів:

- підготовка білизни до прання:
 - перетрушування і розбирання за кольором і типом матеріалу;
 - зважування в залежності від завантажувальних характеристик пральних машин.
- прання білизни за обраною програмою:
 - сушіння;
 - прасування.
- прасування фасонних виробів;
 - прасування білизни;
 - складування готової білизни.

1.3 Об'єкт управління

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління

Промислова пральна машина - пральна машина завантаженням від 7 до 150 кг для проведення прання й віджиму білизни в промислових обсягах.

Головна відмінність від побутової пральної машини - велике завантаження від 10 до 350 кг білизни / одягу за 1 прання і тривалий термін служби. Вона є головною машиною в групі прального обладнання, так як від її типу, загрузки и та інших параметрів залежить які інші машини треба обирати.

Друга назва такого обладнання - промисловий прально-віджимною автомат, що означає, що дана машина пере, віджимає на великій швидкості, має автоматичне управління. При цьому дана машина також (залежно від покоління і моделі) вміє нагрівати воду, проводити прання в різних циклах (10-60 оборотів в хвилину), віджимати на швидкості від 300 до 1 100 об/м. Більшість сучасних моделей промислових прально-віджимних автоматів (професійних пральних машин) управляється через комп'ютер (мікропроцесор).

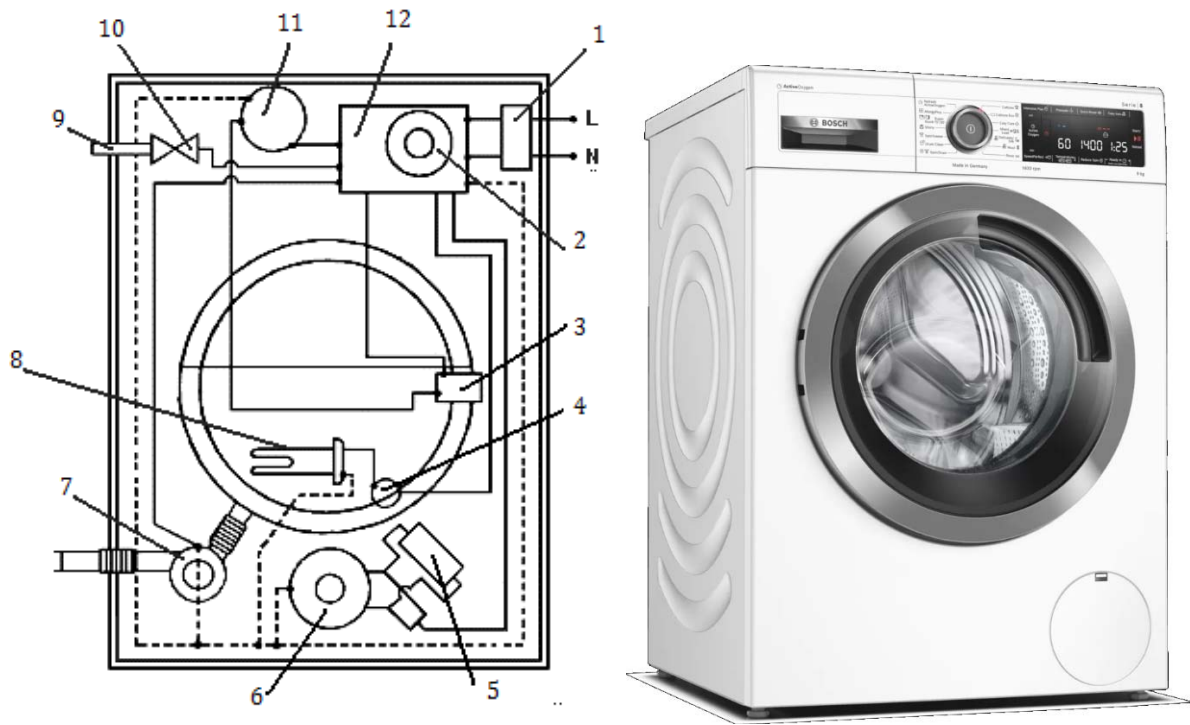


Рисунок 1.2 – Автоматична пральна машина

- | | | |
|---------------------|---------------------------|--|
| 1 – клемна колодка; | 2 – рукоятка управління; | 3 – блокувальний механізм дверці люка; |
| 4 – термостат; | 5 – пусковий конденсатор; | 6 – електродвигун; |
| 7 – зливний насос; | 8 – ТЕН; | 9 – водопровід; |
| 10 – електроклапан; | 11 – реле рівня; | 12 – командоапарат |

Мікропроцесорне керування пранням передбачає наявність у пральній машині примітивного програмованого комп'ютера. У цьому модулі є велика і, як правило, достатню кількість програм, уже закладених в цей блок управління. Головна особливість - можливість введення власних програм. Це дуже важлива і дуже потрібна опція, так як в професійних пральнях стираються величезні обсяги білизни.

1.3.2 Структура об'єкта керування

У кваліфікаційній роботі розглядається питання стосовно до автоматизації бар'єрної пральної машини.

Бар'єрні пральні машини використовуються в пральнях, де необхідно запобігти перетин потоків брудного і чистого білизни для недопущення поширення мікроорганізмів, в тому числі хвороботворних.

Відмінною рисою таких пральних машин є спосіб їх установки і використання. Обладнання монтується в глуху стіну між двома приміщеннями.

Таким чином, завантаження брудної білизни в машину відбувається з приміщення для брудної білизни, а вивантаження випрану білизни - в приміщенні для чистої білизни.



Рисунок 1.3 - Бар'єрні пральні машини MEDICAL

Бар'єрні пральні машини в основному застосовуються в галузях, де необхідно строго дотримуватися гігієни (пральні лікарень, атомних електростанцій, фармацевтичних підприємств, підприємств харчової промисловості). В Україні ця техніка користується популярністю в медичних установах і на фармацевтичних заводах.

Основні переваги бар'єрних пральних машин - компактність, ергономічність, низький рівень шуму і вібрації, можуть бути встановлені на будь-який рівну підлогу.

Високий віджим 920-1000 об/хв. на всіх моделях. Це дає можливість відразу після прання прасувати білизну на сушильно-прасувальному каландрі.

Пральні машини мають міцний корпус, внутрішній і зовнішній барабани виготовлені з нержавіючої сталі. Внутрішній барабан має стільникову структуру, що гарантує дбайливе прання, продовжує термін служби білизни.

Бар'єрні машини поставляються з електричним, паровим або комбінованим (електрика плюс пар) нагріванням.

Всі ці фактори оптимізують операційні витрати і якість прання різних потоків білизни.

Таблиця 1.4 - Технічні характеристики бар'єрних пральних машин
MEDICAL

БАРАБАН	MEDII16	MEDII22	DBW27	DBW35	DBW50	DBW70	AS100
Завантаження 1:9 (кг)	17	24	30	39	54	78	100
Завантаження 1:10 (кг)	16	22	27	35	49	70	90
Об'єм (літрів)	158	220	266	347	489	694	900
Діаметр (мм)	633	633	800	800	800	800	1050
Глибина (мм)	500	700	530	690	974	1380	1032
Кількість секцій	1	1	1	1	1	2	2
ГАБАРИТИ							
Ширина (мм)	980	1180	1201	1359	1654	2061	1677
Глибина (мм)	910	910	1098	1098	1098	1098	1344
Висота (мм)	1400	1400	1580	1580	1580	1580	1960
Вага Нетто (кг)	429	450	886	926	1063	1190	1900
ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ЛЮК							
Відстань від полу (мм)	670	670	800	800	800	800	960
Діаметр (мм)	455×415	455×415	480×515	640×515	640×515	640×515 (×2)	900×500
ПОТУЖНІСТЬ							
Двигун (кВт)	2,2	2,2	4	4	5,5	7,5	15
Нагрів (кВт) (електрична модель)	12	18	18	27	36	45	60
Максимальну споживання (кВт) (електрична модель)	14,2	20,2	22	31	41,5	52,5	75
Максимальне споживання (кВт) (парова модель)	2,2	2,2	4	4	5,5	7,5	15
КОМУНІКАЦІЇ ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ							
Вода	¾"	¾"	1"	1"	1"	1"	1"
Пар	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Злив (мм)	75	75	75	75	75	75	2×80
ХАРАКТЕРИСТИКИ							
Швидкість прання (об/хв)	45	45	45	45	45	45	45
Швидкість віджиму (об/хв)	1000	1000	920	920	920	920	750
Фактор G	360	360	375	375	375	375	325
Подвійний злив	опція	опція	опція	опція	опція	опція	+
Система зважування	опція	опція	опція	опція	опція	опція	опція

В якості об'єкта управління кваліфікаційній роботі обрана бар'єрна пральна машини MEDICAL AS100. Яка має наступні основні параметри:

- завантаження білизни, кг: 100;
- об'єм, л: 900;
- двигун, кВт: 15;
- нагрів, кВт (електрична модель): 60.

На рис. 1.4 представлена спрощена структурна схема системи управління пральною машинкою.

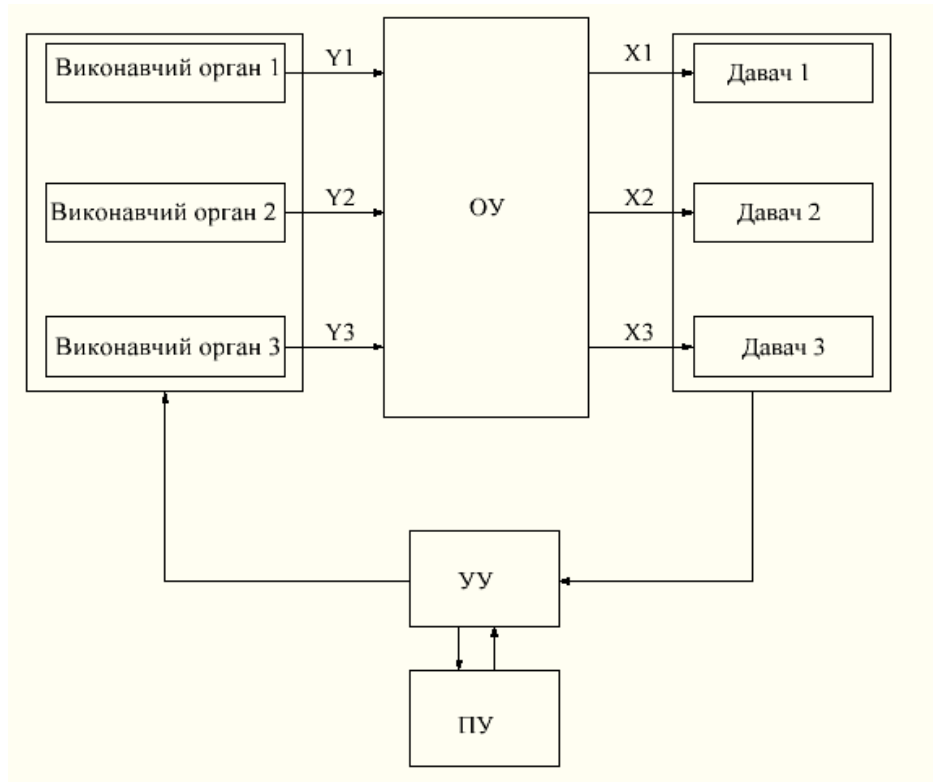


Рисунок 1.4 – Структурна схема системи управління пральною машинкою

Вхідні параметри:

- X1 – температура води;
- X2 – швидкість оборотів двигуна; X3 – рівень води в баку;

Вихідні параметри:

- Y1 – регулювання рівня води;
- Y2 – регулювання обертів двигуна;
- Y3 – регулювання температури води.

1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування

Після початку прання в бак подається вода, яка спочатку проходить через кювету з миючим засобом і змиває його в бак. Незабаром після початку роботи миючий засіб повністю розчиняється, в результаті утворюється миючий розчин. За допомогою датчиків підбирається такий рівень розчину в баку, щоб частина барабана була в нього занурені. Оскільки сухі речі здатні вбирати великий об'єм рідини, при необхідності машина сама виробляє долив води в бак.

Внутрішня поверхня барабана має кілька поздовжніх ребер, розташованих симетрично щодо осі барабана. Профіль ребер зазвичай має вигляд трикутника. При обертанні барабана речі до деякого моменту утримуються від падіння найближчим ребром, а потім перевалюються через нього і падають в область за ребром; далі цей процес повторюється, поки барабан не зупиниться. При цьому вода, зачерпнута при обертанні, виливається на білизну, забезпечуючи його краще змочування. Завдяки тому, що барабан знизу занурений в миючий розчин, при цьому процесі одночасно забезпечується механічне вплив і омивання речей миючим розчином.

Барабан обертається по черзі в різні боки для того, щоб забезпечити перемішування речей і більш рівномірний вплив на них. Спочатку барабан обертається в одному напрямку, потім робиться пауза, і барабан обертається в протилежному напрямку.

Машина може забезпечувати різні механічні режими прання.

Інтенсивність прання визначається наступними факторами:

- рівень води (миючого розчину) в баку - чим менше води набирається в бак, тим менше вода пом'якшує падіння речей і тим більше механічний вплив;
- швидкість обертання барабана - чим вище кутова швидкість, тим більше механічний вплив, звичайна швидкість прання бавовняних і синтетичних тканин становить 55 об/хв, вовни – 45 об/хв.
- співвідношення часу обертання і часу пауз - чим менше це співвідношення, тим більше механічний вплив.

Машина може забезпечувати різні температурні режими прання завдяки наявності датчиків температури води і включенню електронагрівача на необхідний час.

Злив миючого розчину забезпечується відкачуванням за допомогою насоса. Насос відкачує розчин у зливний трубопровід. Багато моделей машин при цьому обертають барабан, щоб забезпечити злив води, яка могла затриматися в складках речей.

Віджим забезпечується обертанням барабана з високою швидкістю (зазвичай 600 об/хв і вище) з одночасним відкачуванням розчину. При цьому речі досить сильно притискаються відцентровою силою до бічної поверхні і утримуються на місці до моменту істотного зниження швидкості обертання барабана. Більшість машин забезпечені пристроєм контролю дисбалансу, що відключає або зменшують швидкість віджиму при нерівномірному розкладці білизни.

Полоскання виконується так само, як і прання, але при цьому підігрів не проводиться, а обсяг води, що подається в бак, відповідає малоінтенсивному механічного впливу.

Сушіння відбувається за рахунок обдування речей нагрітим повітрям одночасно з обертанням барабана для більш рівномірного охолодження. Вологе повітря потім направляється або у вентиляцію (такі машини поширені в основному в США), або на поверхню спеціальної внутрішньої ємності з водою, де відбувається конденсація води. Багато машини не мають можливості сушіння. Деякі пральні машини володіють функцією «легке прасування», яка фактично виконує функцію праски, але не повністю, а лише частково (позбавляє від складок і спрощує процес подальшої прасування). Головним недоліком пральних машин з функцією легке прасування є велике споживання електроенергії.

1.4 Формулювання задачі дослідження

Метою дослідження у кваліфікаційній роботі є підвищення точності регулювання температури в баку пральної машини.

Вхідною величиною, є потужність електронагрівача встановленого в баку пральної машини. Вихідною величиною є температура води в баку.

Ефективне управління об'єктом з використанням методів теорії автоматичного управління можливо лише тоді, коли відома його математична модель. Тому необхідно побудувати математичну модель об'єкту управління. Для цього потрібно провести ідентифікацію об'єкта. Ідентифікація - це процес побудови математичної моделі об'єкта управління, заснований на обробці спостережуваних вхідних і вихідних сигналів.

1.5 Висновки по розділу

На підставі розглянутих особливостей роботи об'єкта управління, можна зробити висновок, що система управління температурою води відноситься до безперервних об'єктів управління.

Система управління повинна містити наступні компоненти: датчик температури води в баку пральної машини, пристрій управління та виконуючий пристрій для регулювання подачі напруги на електронагрівач.

Виходячи з опису технологічного процесу і структури об'єкта управління необхідно провести активний експеримент. В якості вхідного сигналу об'єкта управління виступатиме керуючий вплив, а в якості вихідного сигналу дійсне значення.

Проведення процесу ідентифікації об'єкта управління за даними активного експерименту вимагає наявності динамічної та статичної характеристик, реакції на П - образне вплив і перевірочних даних.

Датчачі повинні мати уніфіковані сигнали (4-20 мА, або 0-10 В, RS-485), тому що вони найбільш підходять для організації розподіленої системи управління, реалізованої на базі програмованих логічних контролерів (ПЛК).

Системи управління, виконані на базі ПЛК, характеризуються наступним:

- функціональні можливості контролера повинні повністю покривати коло завдань, що вирішуються при автоматизації даного технологічного процесу;
- характеристики контролера, що визначають його швидкодію повинні задовольняти потребам автоматичного управління;
- кількісні характеристики контролера, що визначають число і типи входів і виходів повинні бути оптимально співвіднесені з інформаційними характеристиками процесу;
- комунікаційні характеристики контролерів, тип мережі, використовувані протоколи і можливість сполучення з наявними і передбачуваними;

- обсяг постійної і оперативної пам'яті контролера повинен бути достатнім для розміщення та оптимального функціонування доданого програмного забезпечення.

При побудові системи управління на базі ПЛК треба враховуватися ціни контролерів і додаткового обладнання.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління

Після проведеного аналізу об'єкта управління, та узгодження з керівником кваліфікаційної роботи, було встановлено наступний вигляд схеми об'єкту управління, який представлено на рис. 2.1.

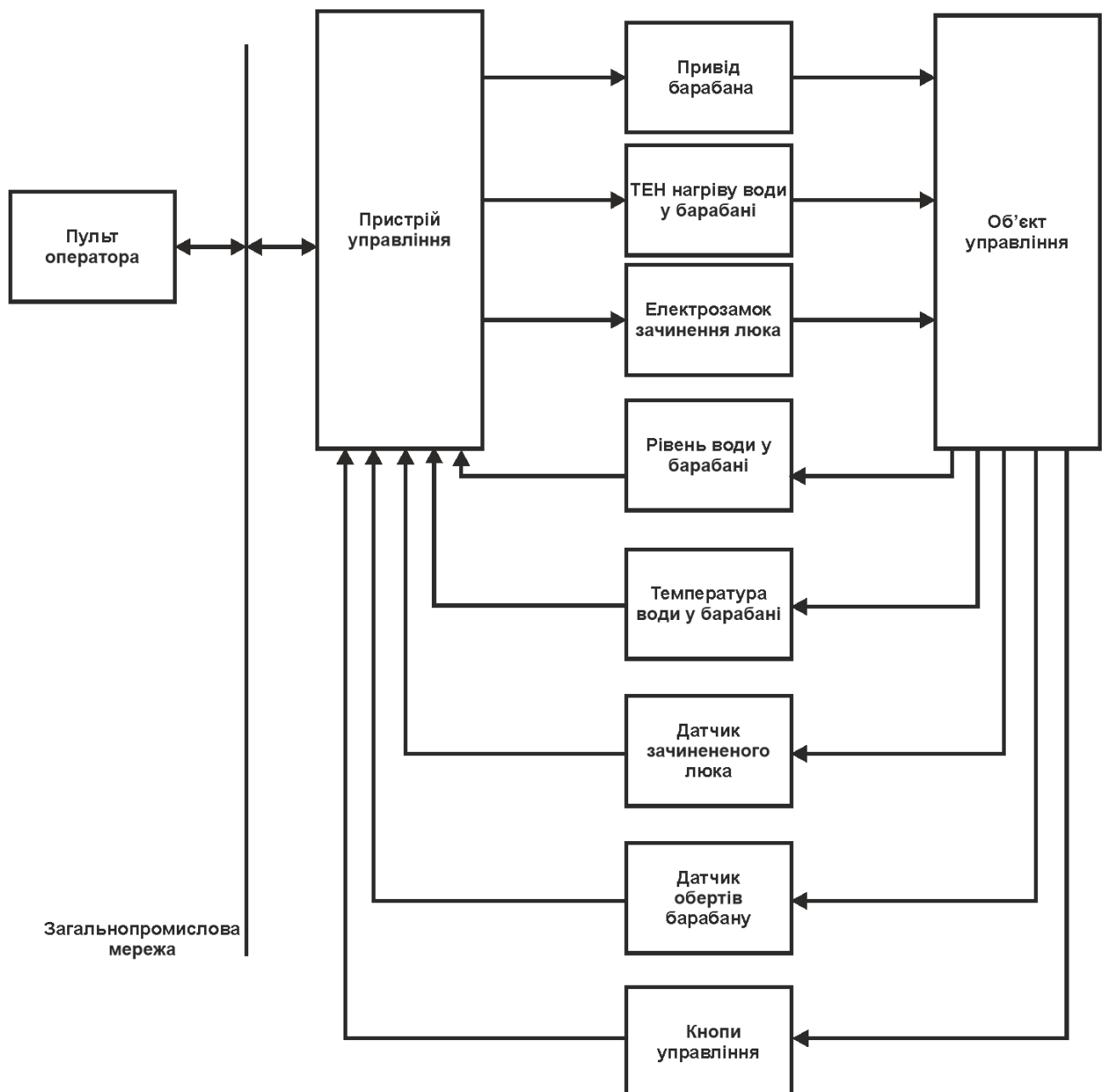


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи управління

Вхідні параметри об'єкта управління:

- електропривід барабану;
- ТЕН нагріву води у барабані;
- електрозасувка зачинення люка.

Вихідні параметри:

- рівень води у барабані;
- температура води у барабані;
- датчик зачиненого люка;
- датчик обертів барабану;
- кнопки управління режимом прання.

На об'єкт не впливають збурювальні впливи, які могли би створювати відчутний вплив на вихідний параметр, так що ними можна знехтувати.

Серед важливих параметрів роботи пральної машини найбільш важливим є підтримка температури води в баку в залежності від режиму прання, оскільки потрібно, щоб температура води була оптимальною для тканини, яка преться. Також це впливає на якість прання.

2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків

Виходячи з вимог система повинна забезпечувати управління об'єктом та включати підсистему управління технологічним обладнанням. Дана підсистема складається з пристроїв збору інформації, еталонів стану обладнання, системи автоматичного контролю стану обладнання, програми управління, яка повинна реалізувати управління за заданим алгоритмом, протиаварійного захисту, блоку переводу до ручного режиму управління, та виконавчих пристроїв.

Крім того система повинна забезпечувати візуалізацію та контроль, за технологічним процесом, цьому до неї повинна входити підсистема інформаційного забезпечення роботи оператора. Дана підсистема складається з реєстрації параметрів процесу, людино-машинного інтерфейсу та сигналізації досягнення параметрами заданих значень.

Також системою повинно забезпечуватися архівування технологічних процесів які відбуваються, цьому в неї повинна бути підсистема ведення архівів параметрів та подій, включно з базою даних та резервним сховищем.

Розроблена структурна схема інформаційних потоків наведена на рис. 2.2. Дана структура забезпечує управління, збір даних про технологічний процес, візуалізацію отриманих даних, збереження їх в базі даних та створення їх резервних копій. Крім того дана структура забезпечує контроль, за обладнанням та сигналізацію досягнення параметрами управління заданих значень.

Таким чином згідно з вимогами підсистема автоматизованого управління технологічним обладнанням представляє собою апаратно програмний комплекс до якого входять датчики, кнопки, схеми узгодження з об'єктом виконавчі пристрої, об'єкт управління, пристрій управління (в якості котрого виступає програмований логічний контролер).

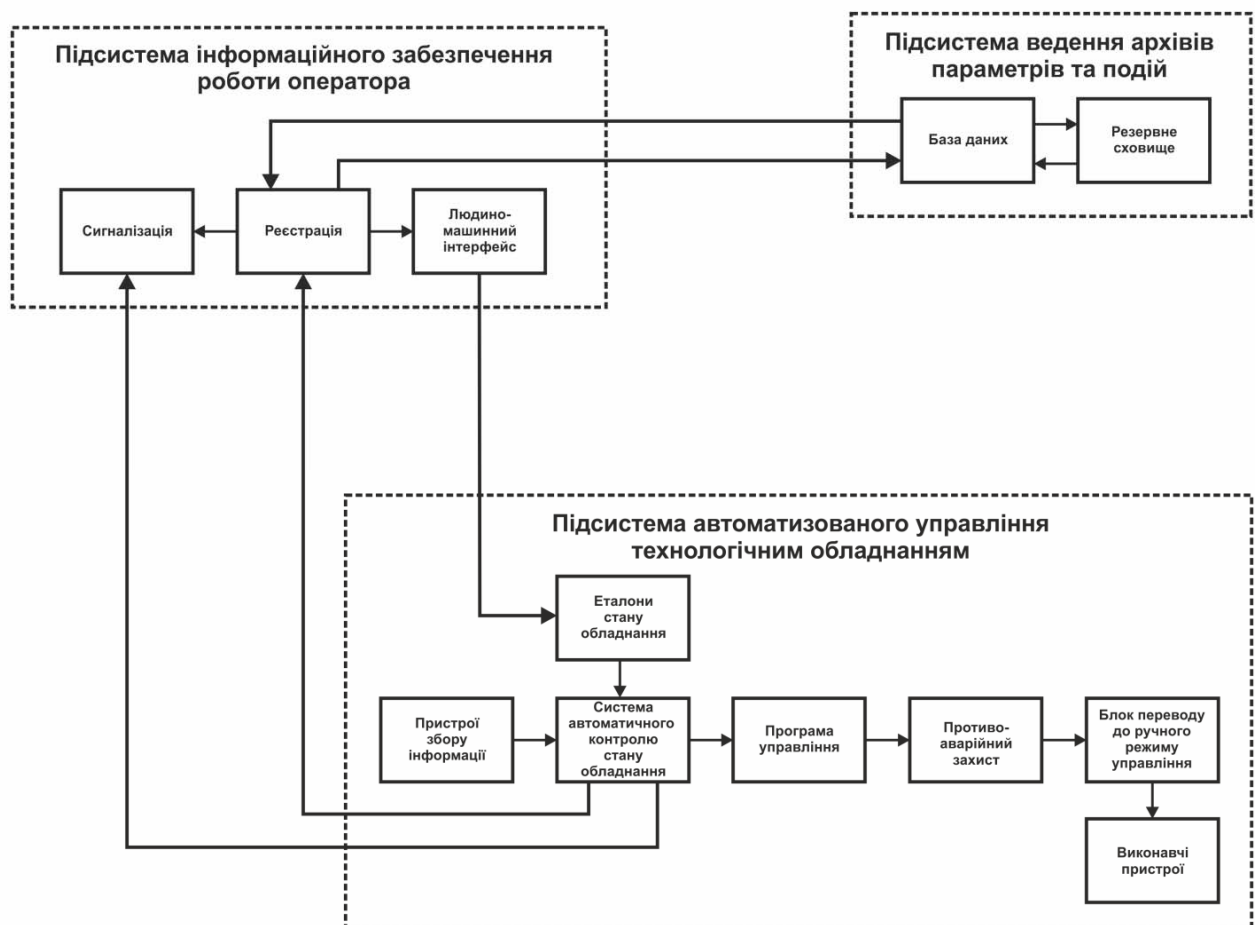


Рисунок 2.2 – Структурна схема інформаційних потоків

Підсистема інформаційного забезпечення роботи оператора представляє собою апаратно програмний комплекс виконаний на персональному комп'ютері та програмному комплексі zenon.

Підсистема ведення архівів параметрів та подій представляє собою окремий програмний модуль програмного комплексу zenon.

Зв'язок між наведеним апаратним комплексом згідно з вимогами забезпечується за допомогою загальнопромислової мережі підприємства, а між програмним забезпеченням за допомогою стандартних протоколів.

2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління

2.3.1 Вибір датчиків

У якості датчика рівня води у барабані обрано поплавкий магнітний рівнемір ОВЕН ПДУ, який призначений для моніторингу поточного рівня рідини в резервуарі і перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА постійного струму.

Рівнеміри можуть застосовуватися в системах контролю рівня рідини в різних резервуарах, в тому числі і що знаходяться під тиском. Робочим середовищем для датчиків цього типу є хімічно нейтральні і агресивні рідини, не виявляють корозійної активності до матеріалу датчика (нержавіючої сталі 12Х18Н10Т) і не утворюють летючих вибухонебезпечних з'єднань.

Характеристики ОВЕН ПДУ-И наступні:

- довжина штока: від 250 мм до 4 000 мм (кратність 250 мм);
- дискретність перетворення: 5 або 10 мм;
- діапазон робочих температур вимірюваного середовища: $-60...+125^{\circ}\text{C}$;
- діапазон робочих тисків вимірюваного середовища: від вакууму до 1 МПа (для датчиків з приєднанням CLAMP) і до 2 МПа (для датчиків з нарізним і фланцевим приєднанням);
- щільність робочого середовища: $\geq 0,65 \text{ г/см}^3$;
- термін служби - не менше 10 років;

- виготовлено датчик з кабельним введенням стандарту EN175301-803 (DIN43650A).

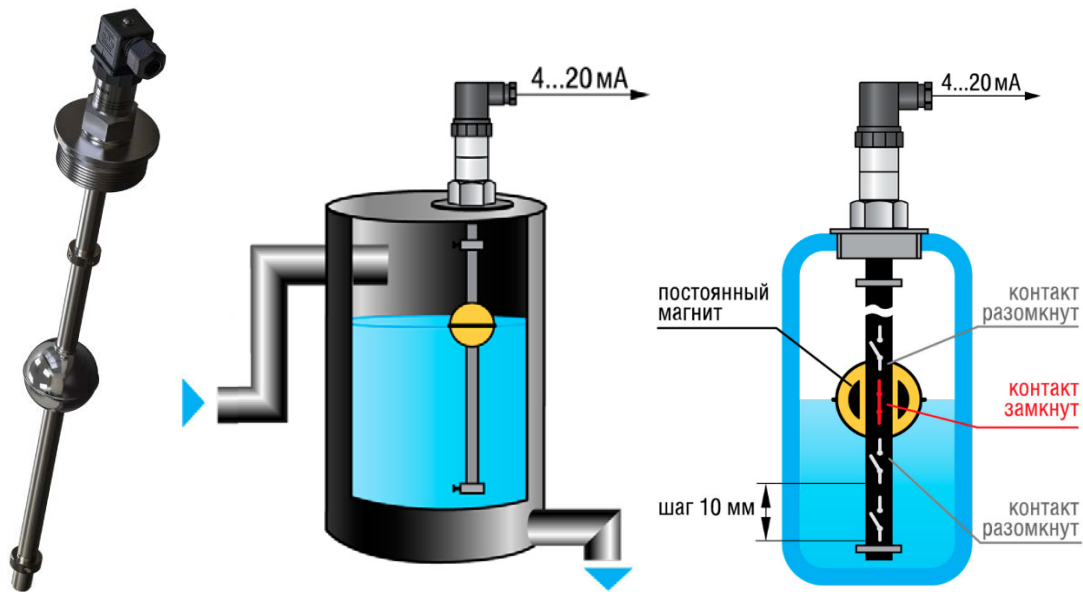


Рисунок 2.3 - Конструкція и принцип дії датчика ОВЕН ПДУ-И

Головною задачею підсистеми що розробляється є управління температурою води у барабані. Робоча температура води в барабані може бути у діапазоні $30 \div 95$ °С. Крім датчик виміру температури води повинен мати стандартний струмовий інтерфейс для підключення до програмованого логічного контролера. Виходячи з цього для вимірювання температури води обрано датчик ТЄРА ТЖК-У-1-5-І-І (рис. 2.4) який є термоелектричним перетворювачем з діапазоном вимірювання $-40 \dots 375$ °С та який має вбудований перетворювач напруги на виході термопары до стандартного струмового сигналу $4 \dots 20$ мА. Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.1.



Рисунок 2.4 – Датчик ТЄРА ТЖК-У-1-5-І-І

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики датчика ТЄРА ТЖК-У-1-5-І-І

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Залізо-Констан
2	Діапазон вимірюваних температур, °С	-40÷375
3	Клас допуску	1
4	Точність, °С	±1.5 / ±0.004t
5	Діапазон вихідного сигналу, мА	4÷20
6	Напруга живлення, В	12÷36
7	Потужність споживання, Вт	1

В якості датчика зачиненого люка обрано індуктивний датчик кубічний, типу XS9C2A2A2M12 з основними параметрами 12-48 В, 4-20 мА, М12, Sn =25 ММ, 2-х провідний.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики індуктивного датчика XS9C2A2A2M12

Серія	Telemecanique Inductive proximity sensors XS
Назва серії	Загального призначення
Тип датчика	Безконтактний індуктивний датчик
Назва	XS9
конструкція датчика	40x40x70
Розмір	70 мм
Тип корпусу	Фіксований
Матеріал	Пластик
Матеріал шафи	PBT
Тип вихідного сингала	Аналоговий 4...20 мА
Номінальна напруга живлення	12...24 В постійного струму
Ступінь захисту IP	IP67 відповідно до IEC 60529 IP65 відповідно до IEC 60529 IP69K відповідно до DIN 40050

Для визначення швидкості і кількості обертів, будемо використовувати для цього привіду енкодер 1 800 імпульсів на оберт.

Для цього обрано енкодер Autonics E40H8-1800-3-N-24 який має 1 800 імпульсів на оберт, та три канали А, В, Z (рис. 2.5). Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.3.



Рисунок 2.5 – Датчик E40H8-1 800-3-N-24

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики датчика E40H8-1 800-3-N-24

Найменування параметра	Значення
Тип	оптичний
Матеріал	пластик
Максимальна швидкість, об/хв	3600
Максимальна частота обертання, кГц	180
Інтерфейс	A, B, Z
Напруга живлення, В	5÷24
Споживана потужність, Вт	1
Ступінь захисту	IP50

В якості кнопок управління режимом прання обрано НМІ-Панель оператора Weintek MT8071iE, 7".



Рисунок 2.6 – НМІ-Панель оператора Weintek MT8071iE, 7"

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики НМІ-Панель оператора Weintek MT8071iE, 7"

Дисплей	
Діагональ	7"
Роздільна здатність	800x480
Кількість кольорів	16.7 млн
Параметри	
Робоча напруга	20~28 В
Потужність	7 Вт
Інтерфейси	
Інтерфейси	COM1 (RS232), COM2 (RS485,2W/4W), COM3(RS485 2W)
Підтримка Modbus Ethernet (LAN)	RTU, ASCII, Master, Slave, TCP/IP 10/100 Base-T
Конструкція	
Матеріал корпусу	Пластик
Ступінь захисту по фронту	IP65

На основі обраних датчиків та їх технічних характеристик складена табл. 2.5.

Таблиця 2.4 – Датчики

Назва параметру	Кількість	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Точність	Значення виходу	Період оновлення	Напруга живлення
Рівнемір ОВЕН ПДУ	1	магнітний	Аналоговий	0...700 см	5 см	RS-485	10 кГц	1 Вт
Температура води	1	Термоелектричний перетворювач	Аналоговий	-40...375°C	±1.5°С	4÷20 мА	0.1 с	1 Вт
Індуктивний датчик XS9C2A2A 2M12	1	Феромагнітний	Аналоговий	1...25 мм	0,5 мм	4÷20 мА	0.1 с	1 Вт
Положення	1	Енкодер	Дискретний	0÷3600 об/хв	0.001 імп/об	0÷24 В	180 кГц	1 Вт
НМІ-Weintek MT8071iE, 7"	1	Резистивна матриця	Дискретний	-	-	RS-485	-0	7 Вт

2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для промислової пральною машиною використовується асинхронний трьох фазний електропривід АИР160S2 потужністю 15 кВт, ~380 В, 3000 об./хв.



Рисунок 2.7 – Електропривід АИР160S2

На базі двигуна створена система обертання барабану пральної машини.

Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати плавний розгін та зупинку барабану, таким чином управління електропривідом повинно бути пропорційного типу. Виходячи з вимог для управління електроприводом обрано трьох фазний частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21 потужністю 22,0 кВт з аналоговим входом 4÷20 мА (рис. 2.8).

Технічні характеристики частотного перетворювача наведені в табл. 2.5.



Рисунок 2.6 – Частотний перетворювач Delta VFD220CP4EA-21

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21

Найменування параметра	Значення
Тип	Скалярний
Напруга живлення, В	~320÷~550
Потужність, кВт	22,0
Діапазон частот, Гц	0÷50
Діапазон аналогового сигналу управління, мА	4÷20
Ступінь захисту	IP20

Для нагріву ТЕН барабана пральної машини, потужністю 60 кВт з пропорційним управлінням використаємо тиристорні промислові джерела живлення серії Autonics DPU.

Це комплексне рішення для регулювання параметрів електроживлення і застосовуються в різних промислових технологічних процесах.

У товарній номенклатурі регуляторів потужності серії Autonics DPU представлені моделі виробів, що працюють від мереж змінного струму з напругою в діапазоні від 110 В - до 440 В, для навантажувального струму від 25 А до 600 А.

Вхідна змінна напруга може бути одне - або трьох-фазним.

Комунікаційний інтерфейс регуляторів потужності серії Autonics DPU - RS485. Значення контрольованих параметрів і їх установка відображаються на крупній LED-панелі.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики DPU

Серія	DPU	
Кількість фаз	1 фаза	3 фази
Напруга	110/220/380/440 В~	
Діапазон відхилення напруги	90–110 %	85–115 %
Частота	50/60 Гц ±2 Гц	
Мин. струм навантаження	1 А	
Діапазон виходу	Фазове управління: 5–98 %. Циклічне управління: 0-100 %	
Навантаження	Фазове управління: резистивне навантаження, індуктивне навантаження. Дискретне, циклічне управління: резистивне навантаження	
Вхід управління	Автомат. управл.: 4–20 мА=0–20 мА=0–5 В=1–5 В=0–10 В=імпульс напруга (0/12 В=) /вхід зв'язку (RS485).	
Умови зберігання і експлуатації	Температура	-10...+50 °С, зберігання: -20...+80 °С
	Вологість	5–90 % відносної вологості

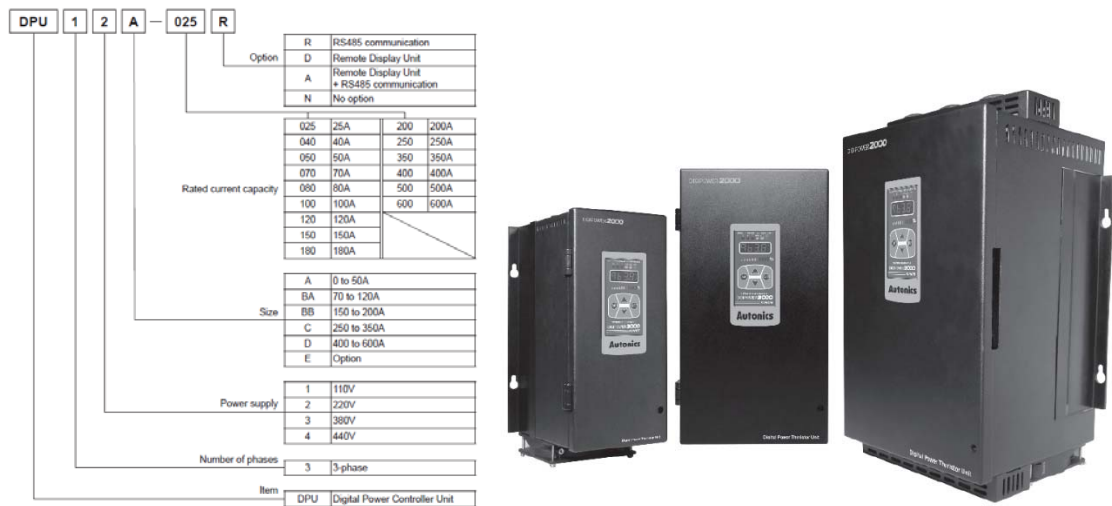


Рисунок 2.7 – Тиристорні промислові джерела живлення Autonics DPU

У нашому випадку для управління нагріву барабану з пропорційним управлінням будемо використовувати тиристорне промислове джерело живлення Autonics DPU 33C150R (3x380 В, 150 А).

Замок пральної машини вбудовано в конструкцію люка барабана. Основні параметри управління -24 В, 0.5А.

2.3.3 Вибір пристроїв управління

Відповідно вимогам до системи управління промисловою пральною машиною в якості пристрою управління повинен використовуватися програмований логічний контролер компанії VIPA. Цикл роботи контролера повинен бути не більше 100 мс, для забезпечення реакції на змінення стану промислової пральної машини, да забезпечення пропорційного управління привідами промислової пральної машини. Крім того, контролер повинен мати не менш 1 КБайт вільної робочої пам'яті для реалізації програми управління.

Так як система повинна бути підключена до пульта оператора в якості котрого виступає персональний комп'ютер, при цьому важливо, щоб провідників було найменше контролер повинен мати інтерфейс RS-485.

Даним вимогам відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33. Контролер має час арифметичної операції над речовим числом 40 мкс, об'єм пам'яті програм 144 КБайт, об'єм робочої пам'яті 96 КБайт та інтерфейс RS-485 (рис. 2.8). Технічні характеристики контролеру наведені в табл. 2.7.



Рисунок 2.8 – Програмований логічний контролер 214-2BS33

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру 214-2BS33

Найменування параметра	Значення
Тип	CPU 214SER
Пам'ять, КБайт	144
Робоча пам'ять, КБайт	96
Максимальна кількість модулів, штук	32
Час виконання команди над бітом, мкс	0,18
Час виконання команди над байтом, мкс	0,78
Час виконання команди над словом, мкс	1,8
Час виконання команди над двійним словом, мкс	40,0
RS-485 інтерфейс	Присутній
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, Вт	5

Датчик контролю обертів барабану використовується трьох каналний енкодер. Для його підключення обрано функціональний модуль лічильника VIPA 250-1BA00 (рис. 2.9). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.9 – Функціональний модуль 250-1BS00

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики функціонального модуля 250-1BS00

Найменування параметра	Значення
Тип	FM 250S
Кількість каналів	2/4
Розрядність лічильника, біт	32/16
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2.5

Схема підключення датчика контролю обертів барабану до функціонального модуля VIPA 250-1BS00 наведена на рис. 2.10.

Згідно з технічною документацією модуль має два або чотири лічильні канали. В якості лічильників будуть використовуватися 32 бітні регістри тому у цьому режимі він має два канали. До входів модуля підключені виходи енкодера А, В та Z, що забезпечує отримання програмованим логічним контролером від лічильника кількості імпульсів енкодера, при цьому лічильник автоматично визначає напрям обертання енкодера.

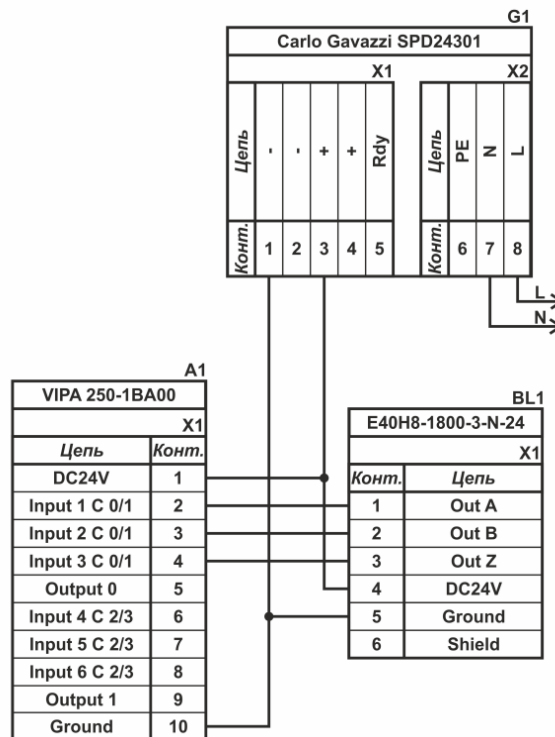


Рисунок 2.10 – Схема підключення датчика положення буксиру

Для підключення до програмованого логічного контролера частотного перетворювача потрібен модуль аналогового виводу з діапазоном аналогового

сигналу $4\div 20$ мА. Даним вимогам відповідає модуль VIPA 232-1BD40 який має чотири аналогових виходи $4\div 20$ мА (рис. 2.11). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.11 – Модуль аналогового виводу 232-1BD40

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики модуля аналогового виводу 232-1BD40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 232, ECO
Кількість каналів	4
Тип каналу	аналоговий
Діапазон вхідного сигналу, мА	$4\div 20, -20\div +20$
Довжина екранованого провідника, м	200
Споживана потужність, Вт	1,5

Схема підключення частотного перетворювача до модуля аналогового виводу наведена на рис. 2.13.

Для управління частотними перетворювачами також необхідно формувати дискретні сигнали включення і реверсу. Таким чином згідно з вимогами обрано модуль дискретного виводу VIPA 222-1BF00 який має 8 дискретних виходів з напругою $+24$ В (рис. 2.12). Технічні характеристики модулю дискретного виводу наведені в табл. 2.9.



Рисунок 2.12 – Модуль дискретного виводу 222-1BF00

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу 222-1BF40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 222
Кількість каналів	8
Тип каналу	Дискретний
Діапазон вихідного сигналу, В	0÷24
Максимальний струм вихідного сигналу, А	1
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2

Схема підключення одного з частотних перетворювачів до модуля дискретного виводу наведена на рис. 2.13.

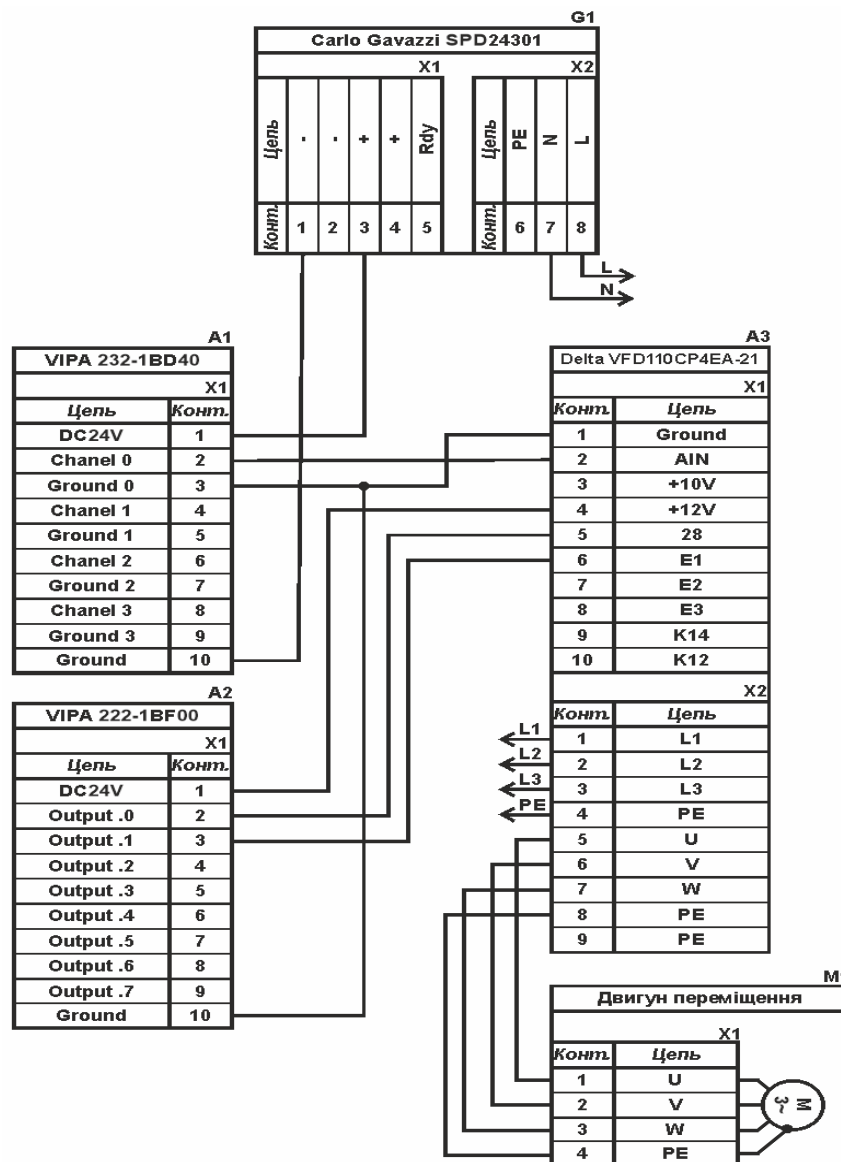


Рисунок 2.13 – Схема підключення частотного перетворювача

Для підключення частотного перетворювача використовуються два модулі. Модуль дискретного виводу використовується для управління включенням вимкненням електропривіду, та зміни напрямку його обертання. Модуль аналогового виводу використовується для завдання швидкості обертання електропривіду. Частотний перетворювач має трифазне живлення.

Управління замка пральної машини здійснюється безпосередньо модулем дискретного виводу 222-1BF40.

Згідно з вимогами до підсистеми управління промисловою пральною машиною між пристроєм управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер, та пультом оператора, в якості якого виступає персональний комп'ютер, повинна бути організована мережа за допомогою інтерфейсу RS-485. Обраний програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33 має інтерфейс RS-485. Схема підключення персонального комп'ютеру до програмованого логічного контролеру наведена на рис. 2.14.

Схема підключення другого частотного перетворювача аналогічна першому.

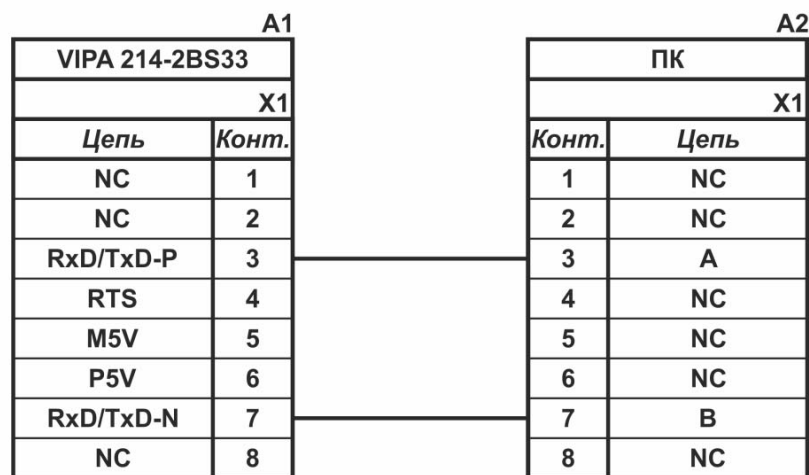


Рисунок 2.14 – Схема підключення по інтерфейсу RS-485

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.12.

Таблиця 2.10 – Пристрій управління та його модулі

Назва модуля	Пристрій	Напруга живлення	Потужність споживання
VIPА 214-2BS33	Центральний процесорний модуль	24 В	5.0 Вт
	НМІ-Панель оператора Weintek MT8071iE, 7", RS485	24 В	7.0 Вт
	Регулятор потужності серії Autonics DPU - RS485	~380 В	-
VIPА 250-1BS00	Функціональний модуль	24 В	2.5 Вт
	Датчик руху електропривіду E40H8-1800-3-N-24	24 В	1.0 Вт
VIPА 232-1BD40	Модуль аналогового виводу	24 В	1.5 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	-
VIPА 222-1BF00	Модуль дискретного виводу	24 В	2.0 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	-

2.2.4 Вибір джерел живлення

Програмований логічний контролер та його модулі мають напругу живлення +24 В. Загальна споживана потужність програмованого логічного контролера та його модулів:

$$P = 5.00 + 2.50 + 1.50 + 2.00 = 11.00 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Виходячи з цього, у якості джерела живлення, для програмованого логічного контролера обрано блок живлення SPD24301 змінної напруги ~85÷~264 В, вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт (рис. 2.15). Технічні характеристики блока живлення наведені в табл. 2.10.



Рисунок 2.15 – Блок живлення SPD24301

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики блоку живлення SPD24301

Найменування параметра	Значення
Напруга живлення, В	~85÷~264
Вихідна напруга, В	24
Потужність, Вт	30
Максимальний вихідний струм, А	1,25

Схему підключення програмованого логічного контролеру 214-2BS33 до блоку живлення SPD24301 наведено на рис. 2.16.

Усі датчики можуть, та модулі кнопок виклику та управління промисловою пральною машиною живитися від одного +24 В блоку живлення. Їх сумарна споживана потужність:

$$P = 7.0 + 1.0 + 1.0 + 1.0 + 1.0 = 11.01 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

Виходячи з цього у якості джерела живлення датчиків обрано блок живлення SPD24301.

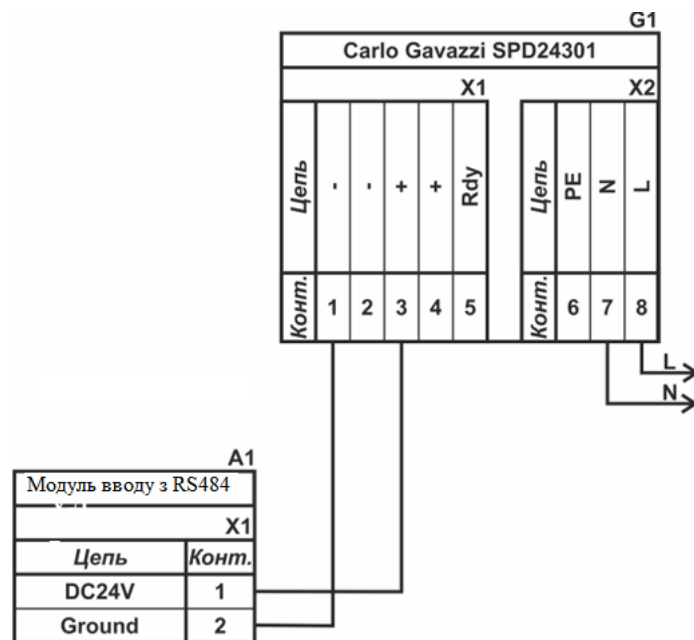


Рисунок 2.16 – Схема підключення програмованого логічного контролеру до блоку живлення SPD24301

Модуль дискретного виводу та дискретні входи частотного перетворювача живляться від частотного перетворювача і тому не потребують наявності окремого блоку живлення.

2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації

На основі вимог до системи управління промисловою пральною машиною та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.17.

У якості пристрою управління використовується програмований логічний контролер (UY 11 – VIPA 214-2BS33). Даний програмований логічний контролер підключено до пульта оператора (UYR 12) в якості котрого виступає персональний комп'ютер за допомогою інтерфейсу RS-485.

У якості датчика рівня води у барабані обрано поплавкий магнітний рівнемір ОВЕН ПДУ GE 1-1 з вбудованими перетворювачами 4...20 мА - GT 1-2.

Для вимірювання температури води обрано датчик ТЄРА ТЖК-У-1-5-Ј-1-И ТЕ 2-1 з вбудованими перетворювачами 4...20 мА - ТТ 2-2.

Для визначення швидкості і кількості обертів обрано енкодер Autonics E40H8-1800-3-N-24 SE 3-1 з вбудованими перетворювачами 1 800 імпульсів на оберт, та три канали А, В, Z SN 3-2.

В якості кнопок управління режимом прання обрано НМІ-Панель оператора Weintek MT8071iE, 7" HE 4-1 з вбудованими перетворювачем послідовного каналу зв'язку RS-485 - GT 4-2

В якості датчика зачиненого люка обрано індуктивний датчик кубічний, типу XS9C2A2A2M12 GE 5-1 з вбудованими перетворювачами 4...20 мА - GT 2-2.

Контролер (UY 12) керує обертами барабану за допомогою частотного перетворювача SE 6-1 Delta VFD210CP4EA-21 та його перетворювача з аналоговим входом 4÷20 мА (SC 6-2), який забезпечують зміну швидкості на обраному прямому обертання електропривода (M1), напрямку руху задається SC7-2 (дискретний модуль виводу контролеру).

Контролер (UY 11) керує ТЕН барабану 8 за допомогою тиристорне промислове джерело живлення Autonics DPU 33C150R TC 8-2 з послідовним

каналом зв'язку RS-485, які забезпечують зміну температури нагріву води у барабані пральної машини.

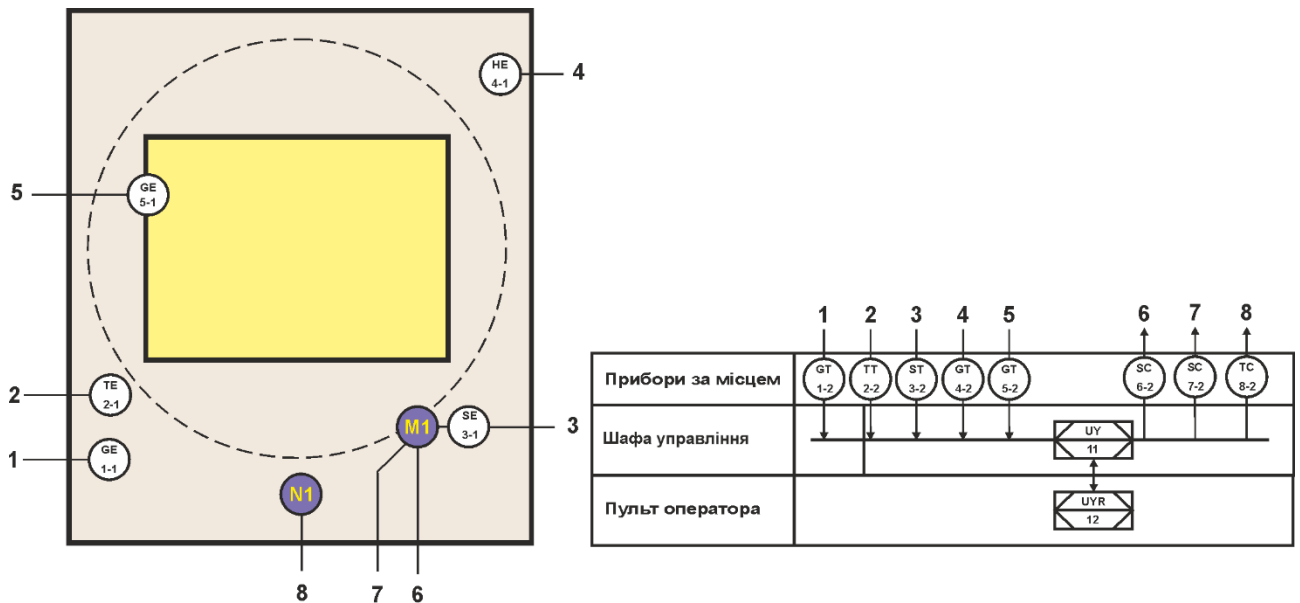


Рисунок 2.17 – Функціональна схема автоматизації системи управління

2.5 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова системи управління пральною машиною (рис. 2.18).

В підсистемі використовуються два блока живлення. Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1) підключено до програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33 (A1). Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено функціонального модулю лічильника VIPA 250-1BS00 (A1-X4), модулю аналогового виводу (A1-X6) та модулю дискретного виводу VIPA 222-1BF00 (A1-X5). Модуль дискретного виводу (A1-X5) живиться від частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21.

Зв'язок між програмованим логічним контролером VIPA 214-2BS33 (A1) та пультом оператора, в якості якого виступає персональний комп'ютер (A2) реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485 (A1-2, A2-X1).

Датчик рівня води у барабані представляють собою поплавкий магнітний рівнемір ОВЕН ПДУ, який призначений для моніторингу поточного рівня рідини

в резервуарі і перетворення виміряного значення в уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА постійного струму (I1).

Датчики вимірювання температури води ТЄРА ТЖК-У-1-5-Ј-1-И, це термоелектричний перетворювач з діапазоном вимірювання -40...375°С, та який має вбудований перетворювач напруги на виході термопари до стандартного струмового сигналу 4...20 мА (I2).

Для визначення швидкості і кількості обертів обрано енкодер Autronics Е40Н8-1800-3-Н-24 який має 1 800 імпульсів на оберт, та три канали А, В, Z (I3).

В якості кнопок управління режимом прання обрано НМІ-Панель оператора Weintek МТ8071іЕ, 7" (I4).

В якості датчика зачиненого люка обрано індуктивний датчик кубічний, типу ХS9С2А2А2М12 (I4).

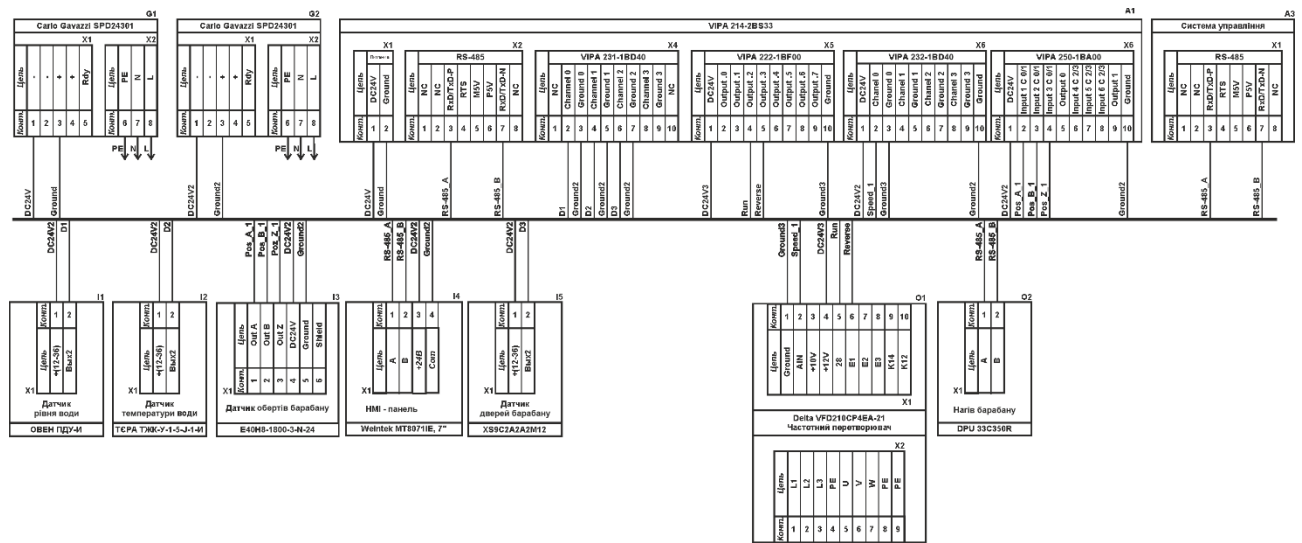


Рисунок 2.18 – Схема електрична принципова системи управління

Управління електроприводом барабану (М1) реалізовано за допомогою частотного перетворювача Delta VFD210CP4EA-21 (O1). Програмований логічний контролер (A1) за допомогою дискретних виходів обирає напрям переміщення буксиру і дозволяє його рух, а за допомогою аналогового виходу задає швидкість обертання барабану.

Для нагріву ТЕН барабана пральної машини, потужністю 60 кВт з пропорційним управлінням використано тиристорні промислові джерела живлення Autronics DPU 33C150R - RS485 (O2).

2.6 Висновки по розділу

У якості об'єкта управління виступає система управління промисловою пральною машиною.

У цьому розділі вибрано апаратно-програмні засоби для створення підсистеми управління, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова підсистеми управління.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи

Система дослідження призначена для збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Згідно з завданням та розробленим апаратним забезпеченням для системи автоматизації промислової бар'єрної пральної машини MEDICAL AS100 (100 кг білизни, об'єм баку 900 л, нагрів води до 95°C) до контуру управління нагріву води у барабані входять - об'єкт управління, в якості котрого виступає трифазний ТЕН, потужністю 60 кВт та датчик температури ТЄРА ТЖК-У-1-5-Ј-1-И, який є термоелектричним перетворювачем з діапазоном вимірювання -40...375°C, та який має вбудований перетворювач напруги на виході термопари до стандартного струмового сигналу 4...20 мА.

Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати розігрів води у баку до заданої температури, з заданою швидкістю розігріву.

В якості пристрою управління обрано логічний контролер VIPA 214-2BS33. Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп'ютера з програмним комплексом SCADA-система zenon. Така система дозволяє крім функцій управління виконувати функції дослідження об'єкту для чого достатньо використати дослідницьке програмне забезпечення. Виходячи з цього розроблена структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи яка наведена на рис. 3.1.

Згідно з структурною схемою система дослідження може формувати керуючий вплив, у якості котрого виступає потужність розігріву у діапазоні 0..60 кВт. Система може контролювати температуру води, за допомогою датчика температури. Управління розігрівом та підтримки заданого температурного режиму прання відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33..

Зв'язок між програмованим логічним контролером та персональним комп'ютером з програмним комплексом SCADA-система zenon реалізується за допомогою інтерфейсу Ethernet.

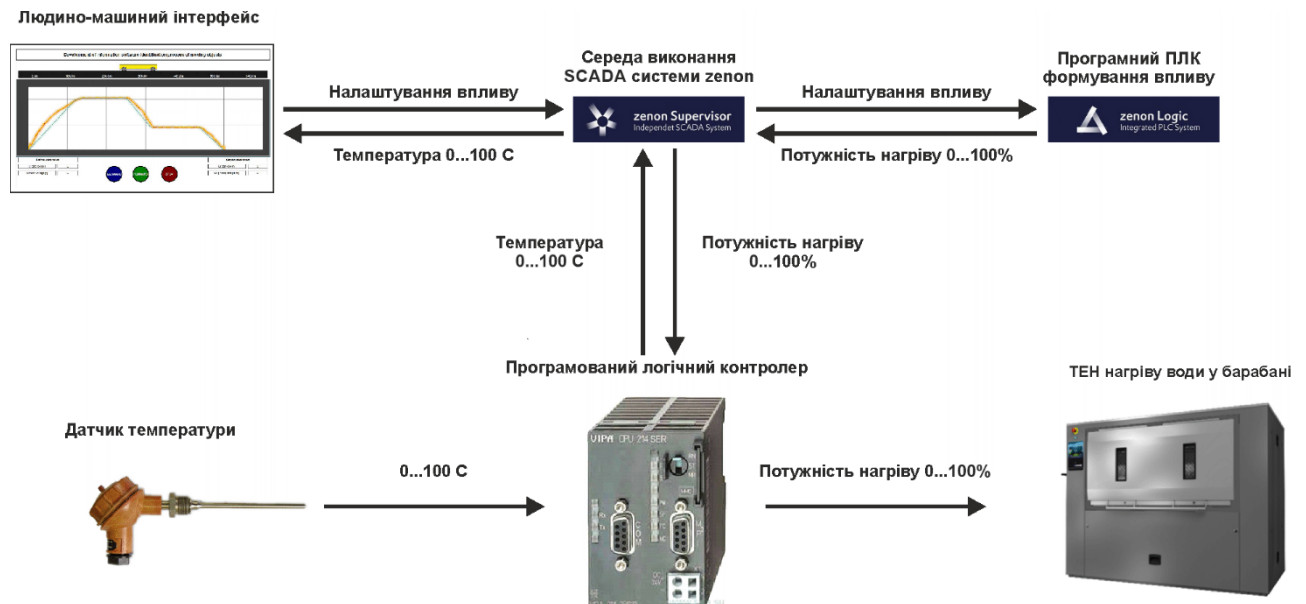


Рисунок 3.1 – Структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи

3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління

Система дослідження дозволяє формування різноманітних керуючих впливів та поданнях їх ТЕН. При цьому об'єкт управління накладає ні яких обмежень на керуючий вплив. Виходячи з цього об'єкт управління може бути досліджено за допомогою метода активного експерименту.

Для виконання ідентифікації об'єкта управління необхідного отримати його динамічну, статичну характеристику та перевіірочні данні. Отримання характеристики при П-образному впливі непотрібне так як відомо що об'єкт управління є симетричним та не володіє інтегруючими властивостями. На підставі цього складено план експерименту:

1. Налаштувати систему дослідження.
2. Отримати динамічну характеристику.
 - 2.1. Привести об'єкт управління до початкових умов, температура води у барабані становить 20 C, а ТЕН вимкнено, потужність 0 кВт.
 - 2.2. Запустити процес реєстрування.

2.3. Подати у якості керуючого впливу максимальну потужність ТЕН 60 кВт, (100 %) дочекатися досягнення усталеного режиму.

2.4. Зупинити нагрів.

2.5. Зупинити процес реєстрації.

3. Отримання даних при П-образному впливі.

3.1 Привести об'єкт управління до початкових умов (дивись п. 2.1).

3.2 Запустити процес реєстрування.

3.3. Задати потужність нагріву 100 % (60 кВт), дочекатися досягнення усталеного режиму.

3.4. Задати потужність нагріву 0 %, дочекатися досягнення усталеного режиму (дивись п. 2.1).

3.5. Зупинити процес реєстрації.

4. Отримання перевірочних даних.

4.1. Привести об'єкт управління до початкових умов (дивись п. 2.1).

4.2. Налаштувати псевдовипадковий вплив таким чином, щоб період зміни впливу бажано був у п'ять разів менший за час перехідного процесу, а амплітуда впливу змінювалася в дискретно в діапазоні 0...100 % (0...60 кВт).

4.3. Запустити процес реєстрування.

4.4. Запустити формування псевдовипадкового впливу.

4.5. Виконувати реєстрацію бажано на протязі часу не менш за десяти перехідних процесів.

4.6. Зупинити процес реєстрації.

Формування керуючих впливів та реєстрування даних буде виконуватися програмованим логічним контролером з подальшою передачею результатів до програмного комплексу zenon.

3.3 Виконання експерименту

3.3 Виконання експерименту

Початкова температура води у барабані становить 20 °С, що дорівнює температурі навколишнього середовища під час проведення експерименту.

На першому етапі проведення експерименту виконано налаштування системи дослідження таким чином, що керуючий вплив може знаходитися дискретно в діапазоні 0...100 % (0...60 кВт), а значення температури води в барабані в діапазоні 0...100 °С.

На другому етапі було виконано отримання динамічної характеристики об'єкта управління (рис. 3.2).

Для цього нагрів було встановлено на потужність 0 %. Після досягнення усталеного режиму потужність нагріву було встановлено на потужність 100 % (60 кВт). Після досягнення усталеного режиму експеримент було закінчено.

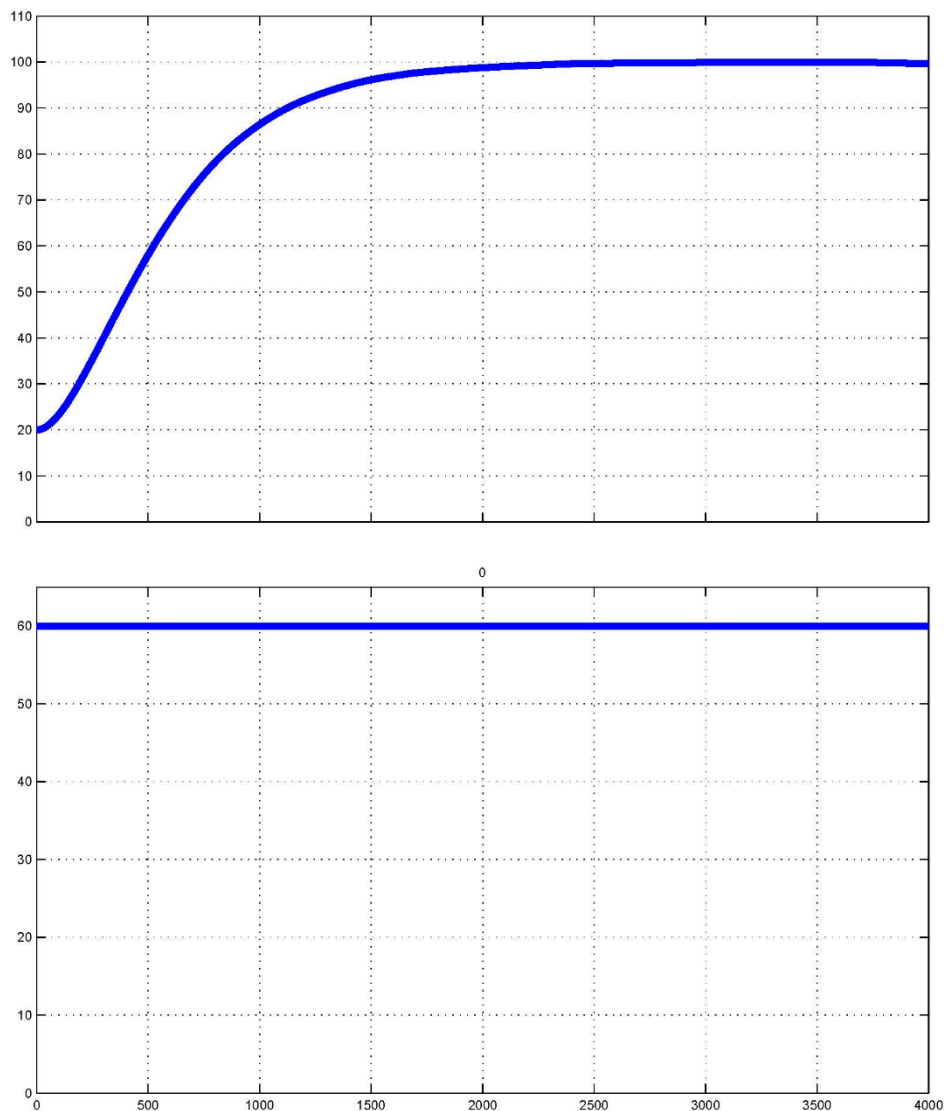


Рисунок 3.2 – Отримання динамічної характеристики

На третьому етапі було виконано отримання даних П-образному керуючому впливі (рис. 3.3). Для цього потужність було нагрів на потужність

0 %. Після досягнення усталеного режиму нагрів було встановлено на потужність 100 % (60 кВт). Після досягнення усталеного режиму нагрів було встановлено на потужність 0 % (0 кВт). Після досягнення усталеного режиму експеримент було закінчено.

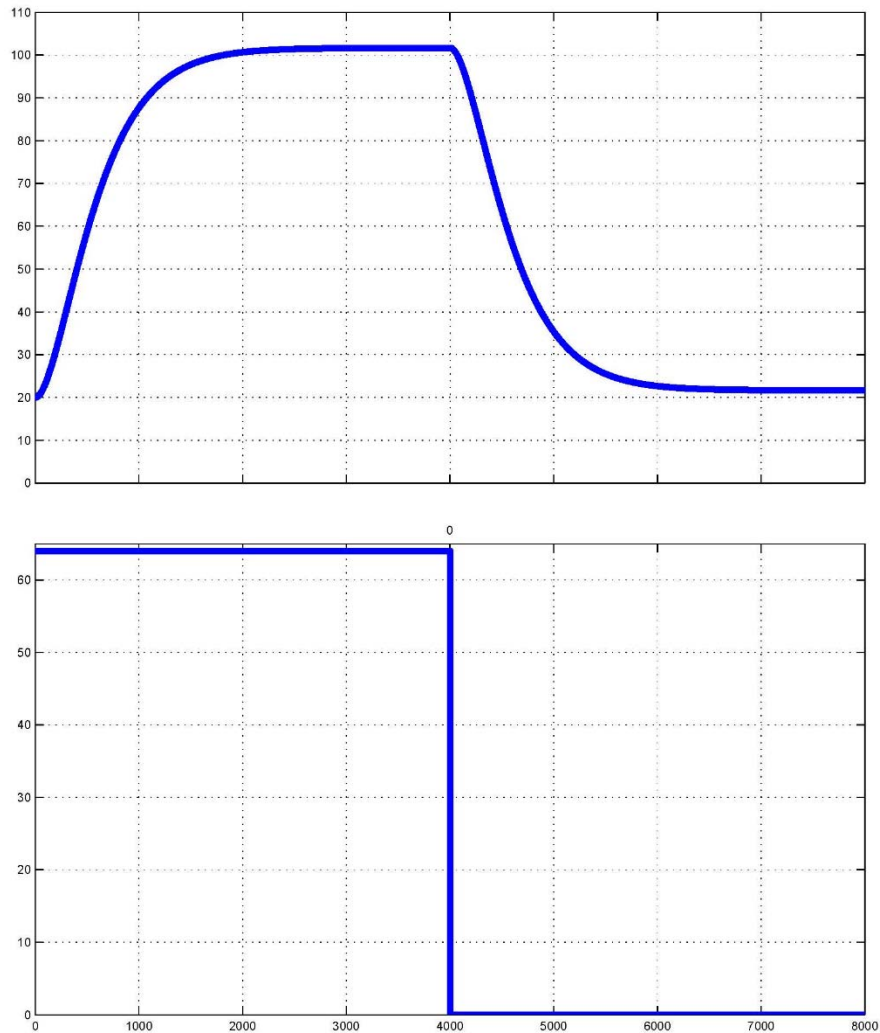


Рисунок 3.3 – Отримання даних при П-образному керуючому впливі

На четвертому етапі було виконано отримання перевірочних даних (рис. 3.4). Для цього період псевдовипадкового дискретного впливу було налаштовано на послідовність з ймовірних потужностей 0...100 % (0...60 кВт) з інтервалом у 800 с, а реєстрація відбувалася на протязі 40 000 секунд.

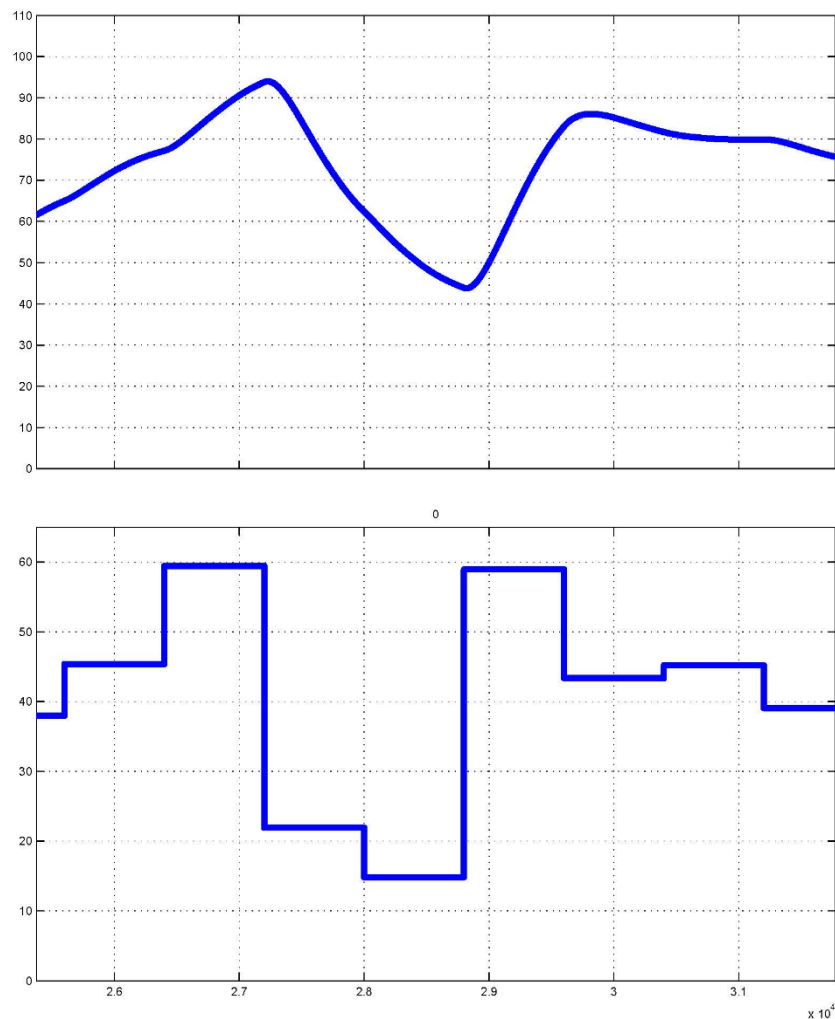


Рисунок 3.4 – Отримання перевірочних даних

У результаті виконання плану експерименту проведено всеосяжне дослідження об’єкта управління та отримані динамічна характеристика, дані при П-образному керуючому впливі та перевірочні дані.

3.4 Обробка результатів експерименту

3.4.1 Підготовка даних

Дані отримані з програмного пакету SCADA-система zenon у вигляді текстових файлів було імпортовано до математичного пакета MATLAB з метою подальшої обробки (рис. 3.5). Змінні задані даним динамічної характеристики “Dynamic_Input”, “Dynamic_Output”, даним для побудови статичної характеристики “Static_Input”, “Static_Output”, перевірочним даним “Check_Input”, “Check_Output”. Суфікс “_Input” позначає керуючі впливи, а суфікс “_Output” дійсні значення.

The screenshot shows the MATLAB Workspace window with the following variables and their properties:

Name	Value	Min	Max	Size
Check_Input	40001x1 double	0.4619	59.4622	40001x1
Check_Output	40001x1 double	20	93.9898	40001x1
Dynamic_Input	4001x1 double	60	60	4001x1
Dynamic_Output	4001x1 double	20	99.9815	4001x1
P_Input	8001x1 double	0	64	8001x1
P_Output	8001x1 double	20	101.6614	8001x1
ext	'mat'			1x4
name	'matlab'			1x6

Рисунок 3.5 – Імпортовані дані

Для спрощення подальшого аналізу дані були конвертовані до об'єктів типу “iddata”:

```
>>Dynamic=iddata(Dynamic_Output, Dynamic_Input, 1);
>>plot(Dynamic_Raw)
>>P=iddata(P_Output, P_Input, 1);
>>plot(Static_Raw)
>>Check=iddata(Check_Output, Check_Input, 1);
>>plot(Check_Raw)
```

З отриманих даних була видалена статична складова:

```
>>Dynamic_Raw_Trend = getTrend(Dynamic_Raw);
>>Dynamic_Raw_Trend.OutputOffset = 20;
>>Dynamic = detrend(Dynamic_Raw, Dynamic_Raw_Trend);
>>plot(Dynamic)

>>Check_Raw_Trend = getTrend(Check_Raw);
>>Check_Raw_Trend.OutputOffset = 20;
>>Check = detrend(Check_Raw, Check_Raw_Trend);
>>plot(Check)

>>P_Raw_Trend = getTrend(P_Raw);
>>P_Raw_Trend.OutputOffset = 20;
>>P = detrend(P_Raw, P_Raw_Trend);
>>plot(P)
```

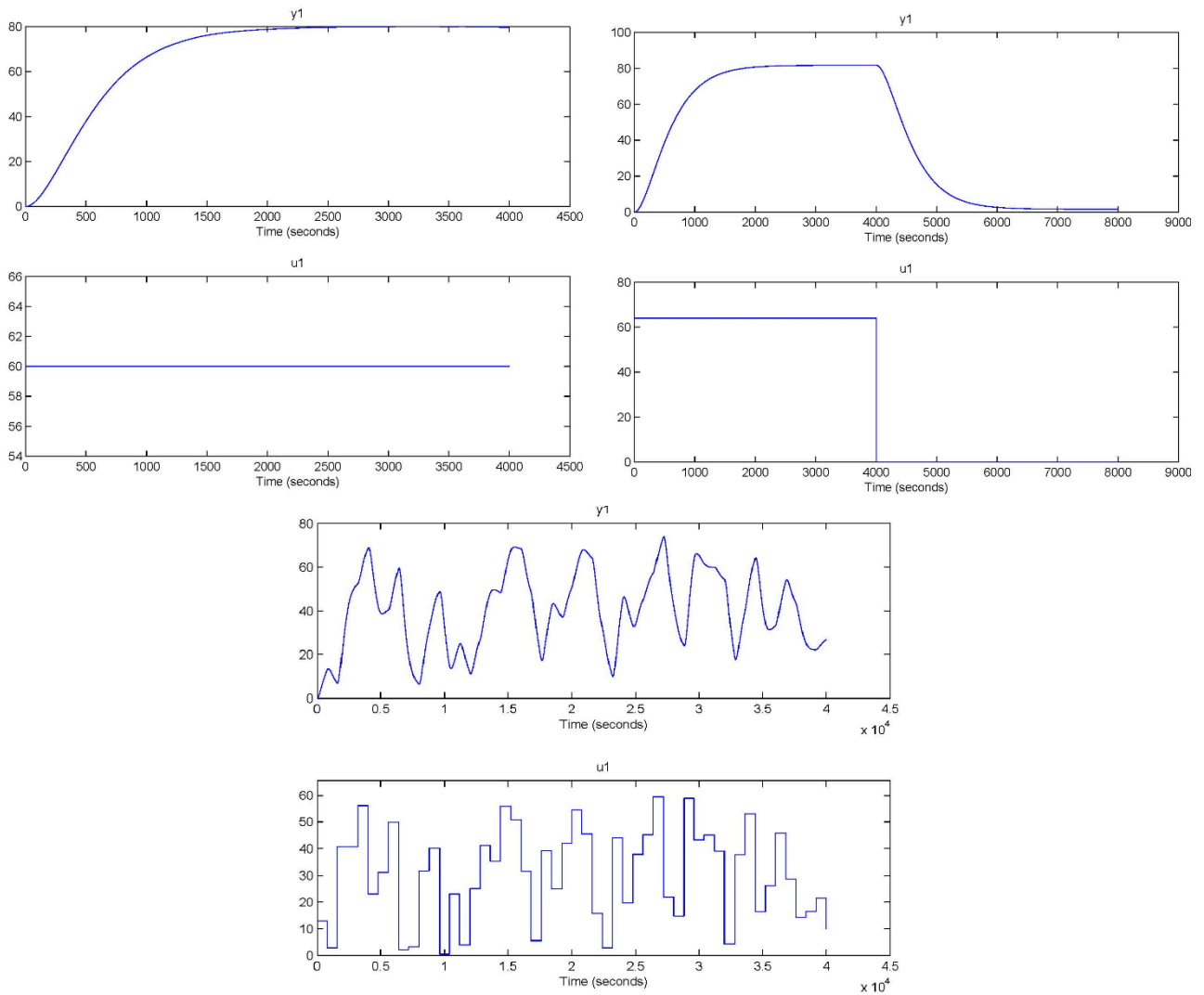


Рисунок 3.6 – Динамічна, статична, П-образна та перевірна характеристики з видаленими статичними складовими (20 °C)

Дані температури води отримані при П-образному керуючому впливі було розділено на дві змінні. До першої змінної “P_First” увійшли данні етапу підйому дійсного значення, а до другої змінної “P_Second” увійшли данні етапу спаду дійсного значення.

На підставі даних отриманих при П-образному керуючому впливі виконаємо перевірку об’єкта управління на симетричність:

```
>> (std(P_First) - std(P_Second)) * 100.0 / 80.0
ans = 0.052489311824845
```

Так як різниця стандартних відхилень етапу підйому до етапу спаду відносно діапазону зміни температури води 80,0 °C становить 0,05 %, що є

значно меншим ніж величина технічної похибки 10 %, об'єкт управління є симетричним.

3.4.2 Структурна ідентифікація

З метою оцінки структури моделі об'єкту управління проаналізуємо динамічну характеристику об'єкту управління (рис. 3.7). Після подачі керуючого впливу швидкість обертів барабану промислової пральної машини зразу починає збільшуватися, тому об'єкт управління не має запізнення. Крім того на характеристиці також відсутня інерція, характер перехідного процесу монотонний, а кількість явних перегинів дорівнює двом. На підставі цього можливо зробити висновок, що модель об'єкта управління може бути представлена у вигляді аперіодичної ланки другого порядку.

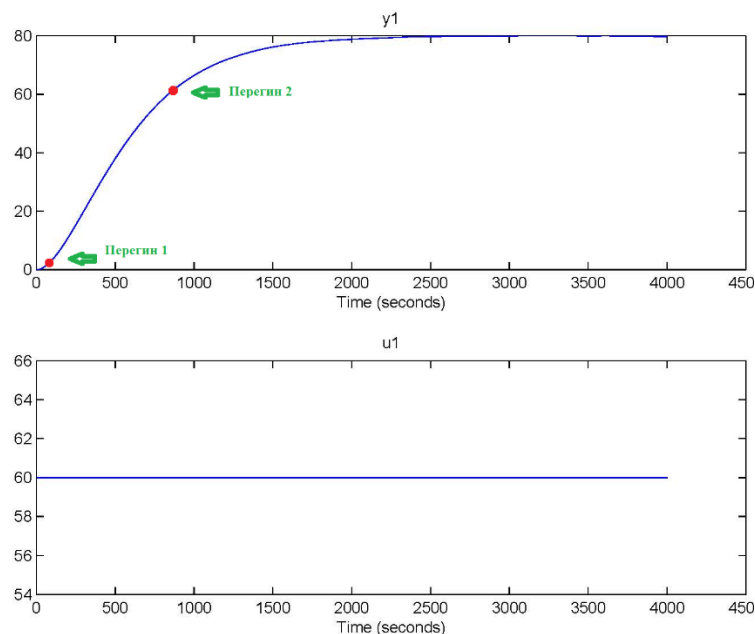


Рисунок 3.7 – Динамічна характеристика

Виходячи з проведеного аналізу експериментальних даних можливо зробити висновок, що об'єкт управління може бути представлений в виді аперіодичної ланки другого порядку без запізнення.

$$W(s) = \frac{k}{(T1s + 1) * (T2s + 1)} \quad (3.1)$$

де $W(s)$ – передавальна функція;

k – коефіцієнт підсилення;

$T1$ – перша постійна часу (с);

$T2$ – друга постійна часу (с).

3.4.3 Параметрична ідентифікація

Як було встановлено об'єкт управління є лінійним, а його коефіцієнт підсилення може бути розрахований згідно з статичною характеристики (макс. різниця нагріву води 80°C при потужності макс. потужності нагрівача 60 кВт:

$$k = \frac{80}{60} = 1,333. \quad (3.2)$$

Визначення постійної часу об'єкту управління виконано за допомогою “System Identification Toolbox”, якому у якості робочих даних використані данні динамічної характеристики, а перевіірочні данні для оцінки відповідності моделі об'єкту управління, так як ці данні раніше не використовувалися при ідентифікації (рис. 3.8).

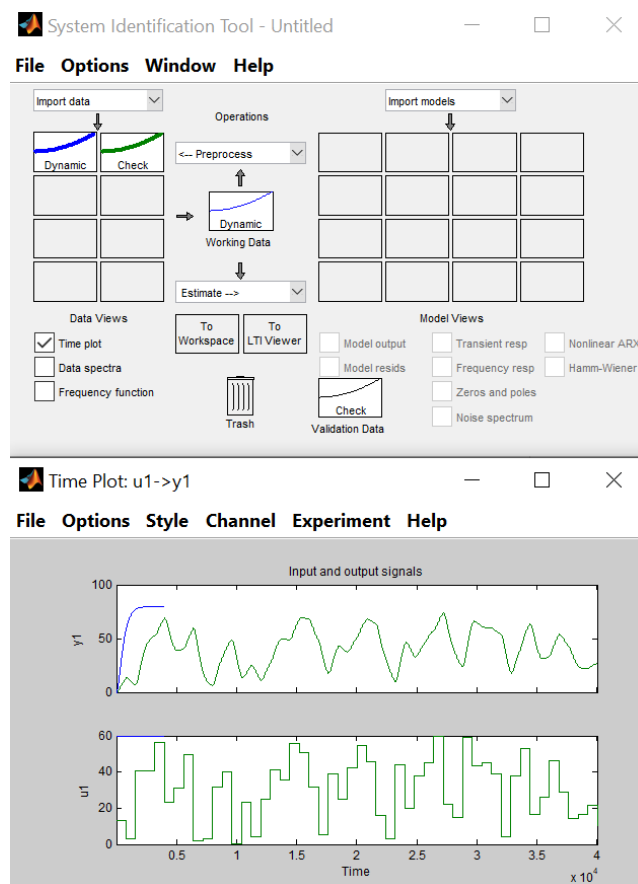


Рисунок 3.8 – Налаштування System Identification Toolbox

Визначення параметрів моделі об'єкта управління виконано за допомогою методу "Process Models". Налаштування параметрів ідентифікації наведено на рис. 3.9.

```

Process model with transfer function:
      Kp
G(s) = -----
      (1+Tp1*s) (1+Tp2*s)

      Kp = 1.3316
      Tp1 = 345.23
      Tp2 = 275.07

Name: P2
Parameterization:
  'P2'
  Number of free coefficients: 3
  Use "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

Status:
Estimated using PROCEST on time domain data "Dynamic".
Fit to estimation data: 99.64%
FPE: 0.005948, MSE: 0.005935

```

Рисунок 3.9 – Результати моделювання, модель P2

```

Process model with transfer function:
      Kp
G(s) = -----
      (1+Tp1*s) (1+Tp2*s) (1+Tp3*s)

      Kp = 1.3177
      Tp1 = 494.74
      Tp2 = 231.08
      Tp3 = 230.98

Name: P3
Parameterization:
  'P3'
  Number of free coefficients: 4
  Use "getpvec", "getcov" for parameters and their uncertainties.

Status:
Estimated using PROCEST on time domain data "Dynamic".
Fit to estimation data: 95.63%
FPE: 6.949, MSE: 0.8911

```

Рисунок 3.10 – Результати моделювання, модель P3

Згідно з результатами розрахунків для об'єктів другого порядку без затримки (модель P2) і третього порядку без затримки (модель P3), можна зробити висновок, що модель P2 найкраще підходить, та цілком задовольняє вимогам технічної точності 10%. Таким чином можливо остаточно

затверджувати, що об'єкту управління відповідає аперіодична ланка другого порядку без затримки, може бути використана в подальшій реалізації, при побудові програмного забезпечення системи управління.

Перевірка результатів розрахунків параметрів моделі наведені на рис. 3.11 та в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків параметрів об'єктів управління

Назва параметру	P2	P3
K	1.3316	1.3177
T1, с	345.23	494.74
T2, с	275.07	231.08
T3, с	-	230.98
Dynamic – Динамічна характеристика		
NRMSE, %	99.64	95.63
FPE	0.005948	6.949
MSE	0.005935	0.8911
Check – Перевірочні данні		
NRMSE, %	98.55	63.26

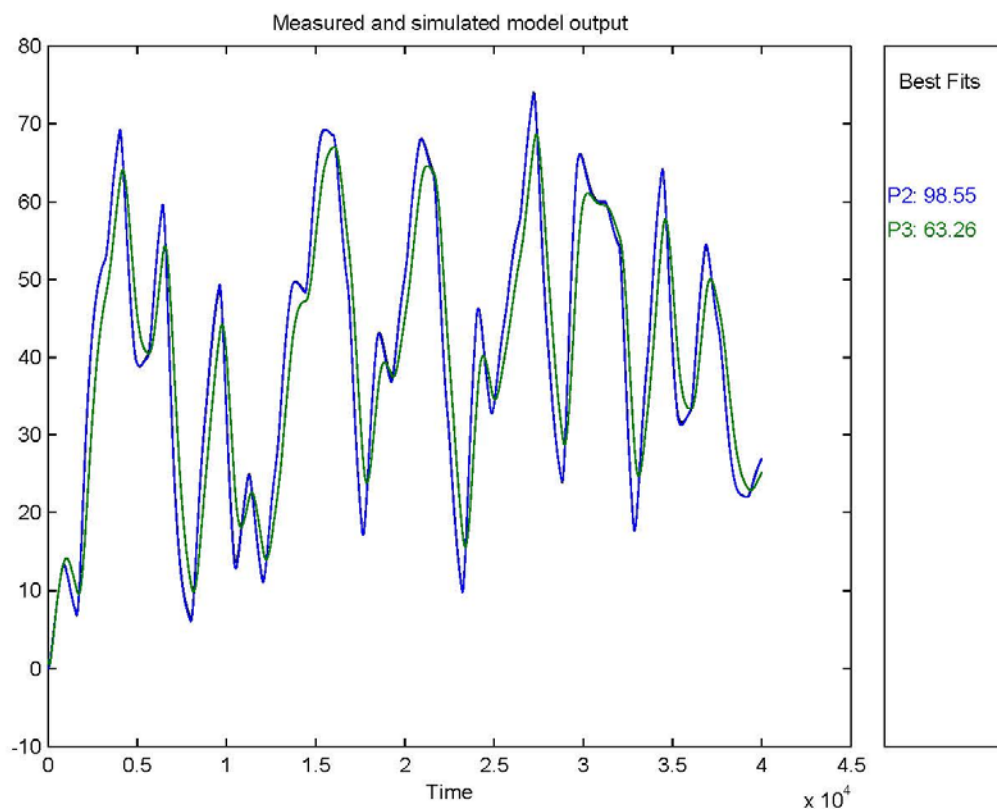


Рисунок 3.11 – Перевірка результатів розрахунків

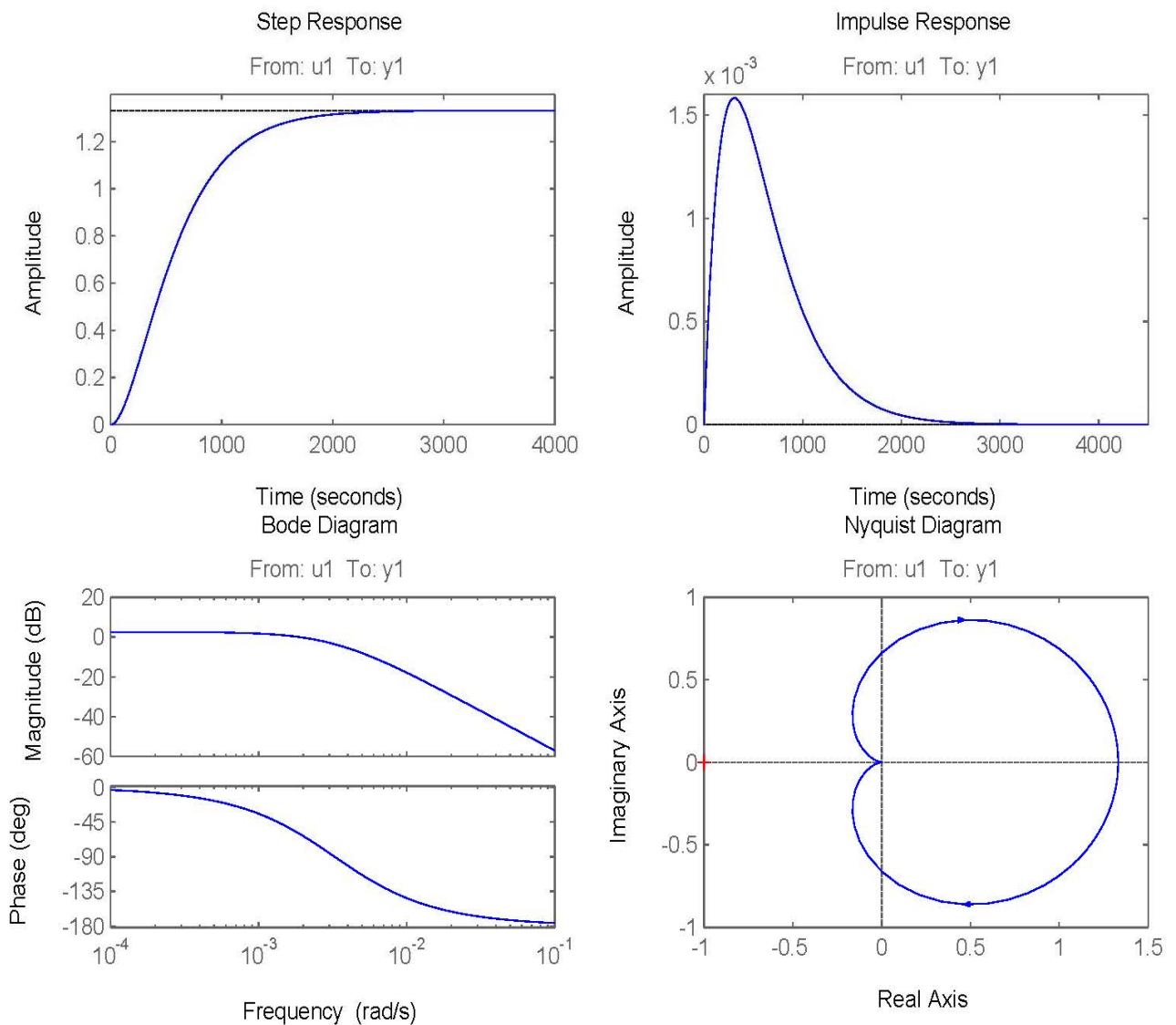


Рисунок 3.12 – Характеристики моделі управління

На підставі виконаних досліджень отримана модель об'єкту управління у виді передавальної функції:

$$W(s) = \frac{1.3316}{(345.23s + 1) * (275.07s + 1)}$$

3.4.4 Розробка моделі об'єкту управління в Simulink

За результатами ідентифікації розроблена модель об'єкту управління в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink (рис. 3.13) у вигляді передавальної функції.

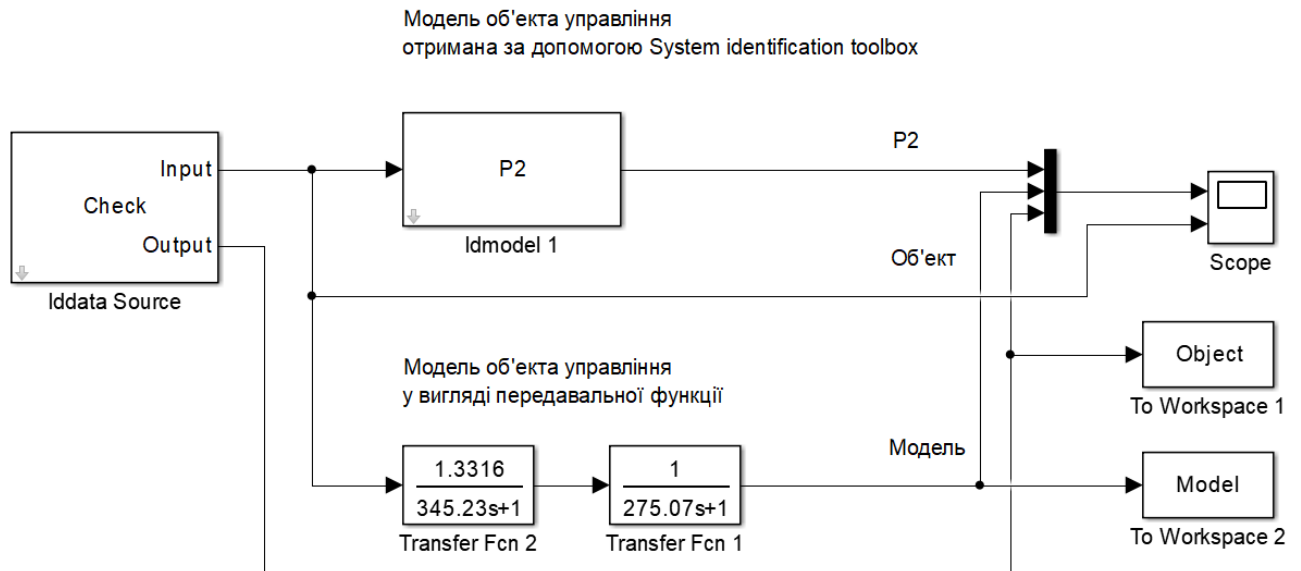


Рисунок 3.13 – Модель об'єкту управління в середовищі Simulink

Результати моделювання об'єкту управління з використання перевірочних даних наведені на рис. 3.14. Згідно отримана модель об'єкту у вигляді передавальної функції не відрізняється від моделі об'єкту отриманої у програмному забезпеченні “System identification toolbox”. Крім того результати моделювання практично не відрізняються від перевірочних даних. Таким чином отримана модель у вигляді передавальної функції може бути використовуватися у подальших дослідженнях.

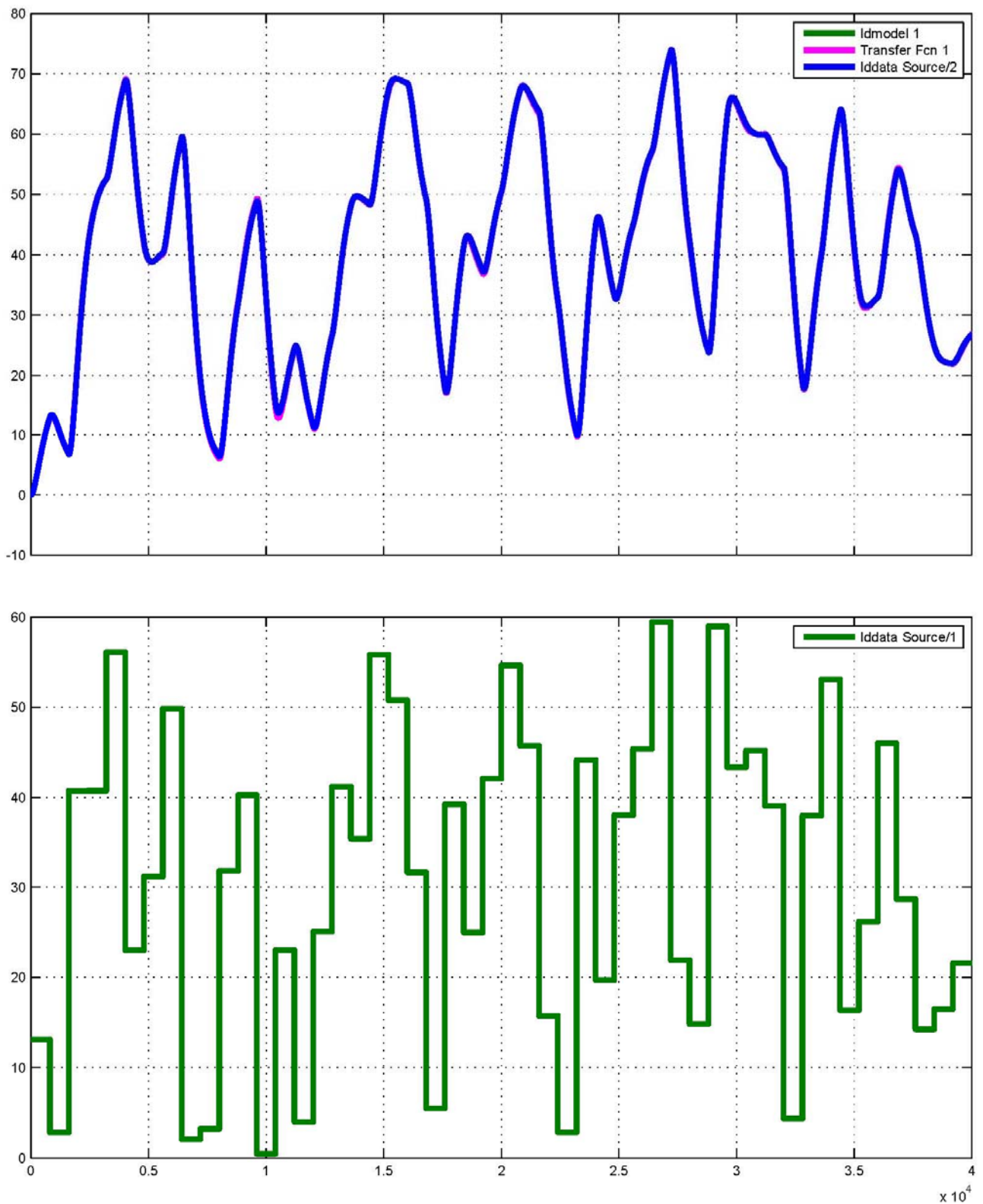


Рисунок 3.13 – Результати моделювання

3.4.5 Перевірка моделі на адекватність

На підставі результатів моделювання та перевірочних даних виконано аналіз адекватності моделі об'єкта управління за методом нормованого середнє квадратичного відхилення:

```
>> nrmse = goodnessOfFit(Model, Object, 'NRMSE') * 100.0
nrmse = 98.5457
```

Згідно з перевіркою модель відповідає до об'єкту управління на 98.5%, а тому є адекватною та може бути використана для моделювання об'єкту управління в подальших дослідженнях.

Остаточна модель об'єкту управління наведена на рис. 3.13, а результати моделювання на рис. 3.14.

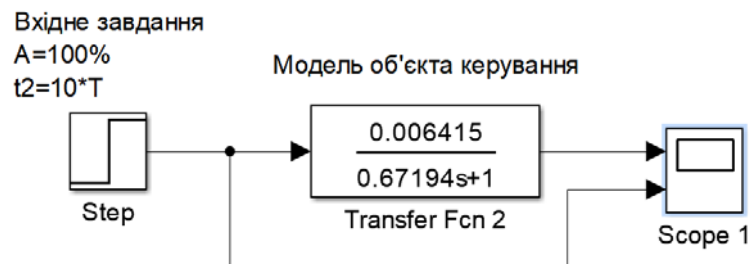


Рисунок 3.13 – Остаточна модель об'єкта управління

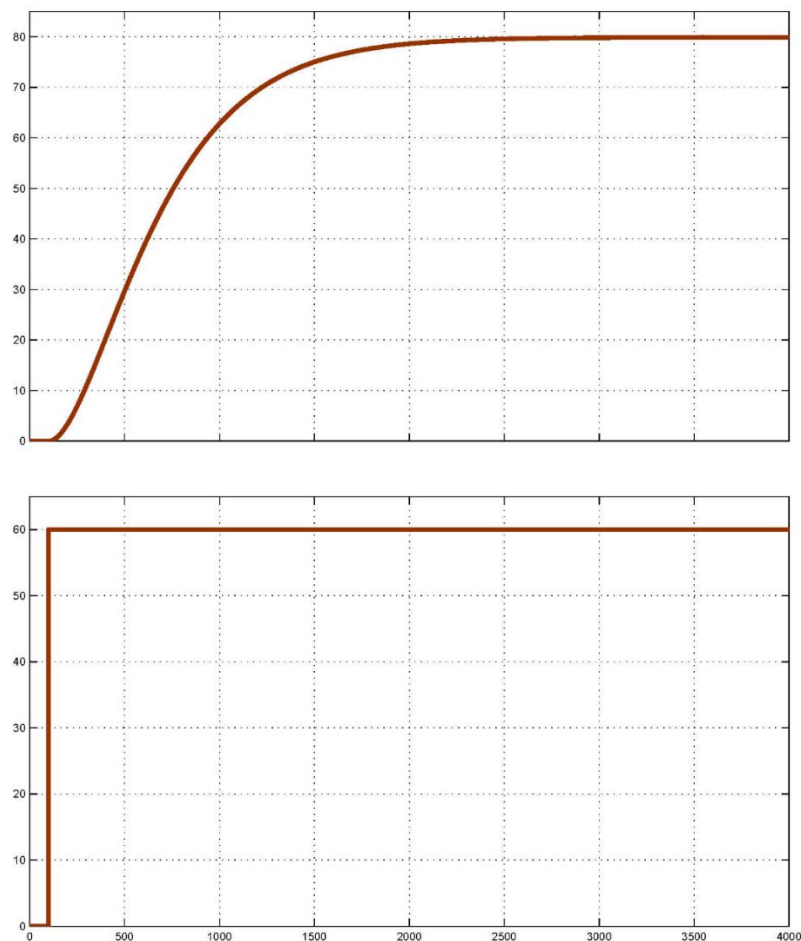


Рисунок 3.14 – Результати моделювання

3.5 Висновки за розділом

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконано дослідження об'єкта управління.

В результаті структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки другого порядку.

На підставі передавальної функції розроблена модель об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель об'єкта відповідає перевірочним даними на 98.5%. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використаня для моделювання об'єкта управління і системи управління в цілому.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розвиток технічних, апаратних і програмних засобів, дає можливість підприємствам зменшувати витрати, підвищувати якість продукції, збільшувати швидкість виробництва, автоматизувати процеси і безліч інших рішень.

У цьому розділі кваліфікаційної роботи приведено економічне обґрунтування доцільності використання автоматизованої системи управління промисловою пральною машиною.

4.1 Розрахунок капітальних витрат

4.1.1 Розрахунок трудомісткості розробки програмного забезпечення

Нормування праці в процесі створення програмного забезпечення ускладнене із-за творчого характеру праці програмістів. Тому трудомісткість обробки програмного забезпечення може бути розрахована на основі системи моделей з різною точністю оцінки.

Трудомісткість обробки праці програмного забезпечення можна розрахувати по формулі:

$$t = t_0 + t_d + t_a + t_n + t_{\text{опл}} + t_d, \text{ людино-годин} \quad (4.1)$$

- де t_0 – витрати праці на підготовку і опис поставленого завдання;
 t_d – витрати праці на дослідження алгоритму рішення завдання;
 t_a – витрати праці на обробку блок-схеми алгоритму;
 t_n – витрати праці на програмування по готовій блок-схемі;
 $t_{\text{опл}}$ – витрати праці на налаштування програм на ЕОМ;
 t_d – витрати праці на підготовку документації за завданням.

Складові частини витрат праці визначаються на підставі умовної кількості оброблюваних операторів в програмному забезпеченні. До них відносять ті оператори, яких необхідно написати в процесі роботи над програмою з урахуванням можливих уточнень в постановці завдання і удосконалення алгоритму.

Умовна кількість операторів в програмі:

$$Q = q \cdot c \cdot (1 + p), \quad (4.2)$$

- де q – кількість операторів, використовуваних в програмі;
 z – коефіцієнт складності програми;
 p – коефіцієнт корекції програми в процесі її обробки.

За узгодженням з керівником проекту, значення коефіцієнтів z і p були узяті відповідно до 1,25 і 0,2.

Таким чином, для програми, описаної в кваліфікаційній роботі:

$$Q = 1200 \cdot 1,25 \cdot (1 + 0,2) = 1800 \text{ операторів}$$

Оцінка витрат праці на підготовку і опис завдання в кваліфікаційній роботі складають $t_0=10$.

Витрати праці на вивчення опису завдання визначаються з уточненням опису і кваліфікації програміста по формулі:

$$t_u = \frac{Q \cdot B}{(75 \dots 85) \cdot k}, \text{ людино - годин,} \quad (4.3)$$

- де B – коефіцієнт збільшення витрат праці $B=1,2,1,5$;
 k – коефіцієнт програміста, які визначається залежно від стажу роботи за фахом.

В даному випадку коефіцієнт $k = 0,8$ - при стажі роботи до 2 років.

Таким чином, витрати праці на вивчення опису завдання :

$$t_o = \frac{1800 \cdot 1,3}{85 \cdot 0,8} = 34,4 \text{ людино - годин.}$$

Витрати праці на обробку алгоритму рішення задачі :

$$t_a = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k}, \text{ людиног - годин,} \quad (4.4)$$

$$t_a = \frac{1800}{25 \cdot 0,8} = 90 \text{ человеко - часов.}$$

Витрати праці на складання програми по готовій блок-схемі:

$$t_n = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot k}, \text{ людино - годин,} \quad (4.5)$$

$$t_n = \frac{1800}{25 \cdot 0,8} = 90 \text{ людино - годин.}$$

Витрати праці на налаштування програм ЕОМ розраховуються по формулі, за умови автономного налаштування одного завдання :

$$t_{омл} = \frac{Q}{(4...5) \cdot k}, \text{людино-годин}, \quad (4.6)$$

$$t_{омл} = \frac{1800}{5 \cdot 0,8} = 450 \text{ людино-годин.}$$

Витрати праці на підготовку документації за завданням визначаються по формулі:

$$t_{\text{д}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{оо}}, \text{людино-годин}, \quad (4.7)$$

де $t_{\text{д}}$ – трудомісткість підготовки матеріалів до рукопису;

$t_{\text{оо}}$ – трудомісткість редагування, друку і оформлення документації.

$$t_{\text{оп}} = \frac{Q}{(15...20) \cdot k}; \quad (4.8)$$

$$t_{\text{оп}} = \frac{1800}{20 \cdot 0,8} = 112,5 \text{ людино-годин,}$$

$$t_{\text{оо}} = 0,75 \cdot t_{\text{оп}}; \quad (4.9)$$

$$t_{\text{оп}} = 0,75 \cdot 112,5 = 84,4 \text{ людино-годин,}$$

$$t_{\text{д}} = 112,5 + 84,4 = 196,9 \text{ людино-годин,}$$

$$t = 10 + 34,4 + 90 + 90 + 450 + 196,9 = 871,3 \text{ людино-годин.}$$

Таким чином, трудомісткість розробки програмного забезпечення складає 871,3 людино-годин.

4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення

Витрати на створення програмного забезпечення ($K_{пз}$) включають витрати на заробітну плату розробника програми і вартість машинного часу, необхідного для налаштування програми на ЕОМ ($З_{мн}$):

$$K_{пз} = З_{зп} + З_{мн}, \text{грн.} \quad (4.10)$$

Заробітну плату розробника програми визначається по формулі:

$$З_{зп} = t \cdot C_{\text{пр}}, \text{грн}, \quad (4.11)$$

де t – загальна трудомісткість розробки програмного забезпечення;

$C_{\text{пр}}$ – середньо-годинна заробітна плата програміста (основна і додаткова) з нарахуваннями, грн/годину. $C_{\text{пр}} = 65$ грн/годину.

$$З_{зп} = 871,3 \cdot 65 = 37\,408,5 \text{ грн.}$$

Вартість машинного часу, необхідного для налаштування програми на ЕОМ :

$$Z_{мв} = t_{отл} \cdot C_{мч}, \text{ грн}, \quad (4.12)$$

де $t_{отл}$ – трудомісткість відлагодження програм на ЕОМ;

$C_{мч}$ – вартість машино-години ЕОМ, грн/годину.

$C_{мч} = 15$ грн/годину.

$$Z_{мв} = 450 \cdot 15 = 6750 \text{ грн},$$

$$K_{по} = 37\,405.5 + 6750 = 44\,158.5 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати на створення програмного забезпечення складають 44 158,5 грн

4.1.3 Розрахунок додаткових капітальних витрат

Капітальні витрати - це засоби, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Капітальні витрати на розробку створюваної системи видаленого контролю відбиті в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок капітальних витрат при розробці

	Устаткування	Кількість, шт.	Ціна, грн	Монтажно-налагоджувальні роботи, грн	Всього
1	Датчик ОВЕН ПДУ-И	1	527,00	42,16	569,16
2	Датчик E40H8-1 800-3-N-24	2	7425,00	594,0	8019,00
3	Частотний перетворювач ESMD152L4TXA	1	4635,00	370,80	5 005,8
4	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	1	20825,00	1666,00	22491,00
5	Програмований логічний контролер 214-2BS33	1	9800,00	784,00	10584,00
6	Модуль дискретного вводу 221-1BF00	1	4050,00	324,00	4374,00
7	Функціональний модуль 250-1BS00	1	2500,00	200,00	2700,00
8	Модуль аналогового виводу 232-1BD40	1	9800,00	784,00	10584,00
9	Модуль дискретного виводу 222-1BF00	1	2500,00	200,00	2700,00
10	Блок живлення SPD24301	1	2500,00	200,00	2700,00
	Всього	-	64562,00	5164,96	69726,96

4.2 Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію і обслуговування об'єкту проектування за певний період (наприклад, рік), виражені в грошовій формі:

$$Z_{\text{мек}} = C_a + C_3 + C_c + C_m + C_9, \quad (4.13)$$

де $C_{\text{мач}}$ – амортизаційні відрахування;

I_3 – заробітна плата обслуговуючого персоналу;

I_c – відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (22% від I_3);

O_m – витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування;

O_t – вартість електроенергії, споживаної об'єктом.

Устаткування, розробленої в кваліфікаційній роботі системи, відноситься до 4 групи по мінімальних термінах корисного використання. Передбачуваний термін експлуатації системи складає 5 років.

Розрахунок амортизаційних відрахувань зробимо по методу прискореного зменшення залишкової вартості, де використовується подвоєна норма амортизації :

$$H_A = \frac{2}{t} \cdot 100, \% \quad (4.14)$$

де H_A - коефіцієнт амортизації, долі одиниць.

Перевагою цього методу є те, що впродовж перших років експлуатації об'єкту проектування накопичується значна сума коштів, необхідних для його відновлення.

Отже, норма амортизації для проекрованої і альтернативної системи управління складе:

$$H_{a a} = \frac{2}{5} \cdot 100 = 40\%, \quad H_{a \text{ пр}} = \frac{2}{5} \cdot 100 = 40\%.$$

$$C_a = \frac{\text{ПС} \cdot H_a}{100\%}, \text{ грн} \quad (4.15)$$

де A_c - річна сума амортизації, грн;

ПС - первинна вартість (капітальні витрати – K), грн.

$$A_c = C_e \cdot 0,4 = 69726,96 \cdot 0,4 = 27\,890,78 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату обслуговуючого персоналу :

$$C_e = ((T_{\text{ка}} - T_{\text{ур}} - V_{\text{тix}} - T_{\text{оп}}) \cdot c_m) \cdot T_{\text{чи}}, \text{ грн}, \quad (4.16)$$

де $T_{\text{ка}}$ – кількість календарних днів у році;

$T_{\text{ур}}$ – кількість днів празників у році;

T_{on} – кількість днів відпустки у році;

B_{mix} – кількість вихідних днів у році;

i_m – термін зміни;

$B_{ч}$ – середньо-годинна заробітна плата.

$$C_e = (((365 - 10 - 104 - 20) \cdot 8) \cdot 42 = 77\,616 \text{ грн.}$$

Розрахуємо відрахування на соціальні заходи від заробітної плати:

$$I_c = 0,22 \cdot I_z = 0,22 \cdot 77\,616 = 17\,075,52 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт устаткування:

$$O_t = 0,01 \cdot K = 0,01 \cdot 69\,726,96 = 697,27 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість електроенергії, споживаної об'єктом:

$$C_e = K_a \cdot K_m \cdot K_{dj} \cdot K_m \cdot T, \text{ грн.} \quad (4,17)$$

де K_a - кількість електроенергії, споживаної на робочому місці за годину;

K_m – кількість місяців в році;

K_m – кількість робочих днів за місяць;

K_a – тривалість зміни;

T – тариф на електроенергію для підприємств (для підприємств 2 класу 2,36844 грн. без ПДВ).

$$C_e = 1 \cdot 8 \cdot 21 \cdot 12 \cdot 2,36844 \cdot 1,2 = 3\,310,53 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати складуть:

$$T_{ек} = 27\,890,78 + 77\,616 + 17\,075,52 + 697,27 + 3\,310,53 = 126\,590,1 \text{ грн.}$$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати, пов'язані із застосуванням системи, що розробляється, складатимуть 126 590,1 грн.

Річну економію на поточних витратах ($P_{ук}$), визначається по формулі:

$$P_{ук} = Z_{ip} - (T_{ек} + Z_a) \quad (4,18)$$

де $T_{ек}$ - річні поточні витрати, пов'язані із застосуванням системи;

Z_{ip} - витрати без застосування системи;

Z_a - витрати після застосування системи.

Розрахуємо річні витрати на рішення задачі без застосування розробленої системи.

За джерельними даними собівартість випуску продукції у середньому зменшиться на 1 %.

Розрахуємо річні витрати на рішення задачі без застосування розробленої системи;

$$Z_{ip} = 0,72 * 100\,000\,000 = 72\,000\,000 \text{ грн.}$$

Витрати на рішення задачі після застосування системи:

$$Z_a = 0,72 * 100\,000\,000 * (1,00 - 0,01) = 71\,280\,000 \text{ грн.}$$

Визначимо річну економію на поточних витратах:

$$P_{ук} = 72\,000\,000 - (126\,590,1 + 71\,280\,000) = 593\,409,9 \text{ грн.}$$

Таким чином, річна економія на експлуатаційних витратах складає 593,4 тис. грн.

4.3 Оцінка економічної ефективності

Оцінка економічної ефективності здійснюється на основі визначення і аналізу наступних показників :

- 1) розрахункового коефіцієнта ефективності капітальних витрат E_p ;
- 2) терміну окупності капітальних витрат $T_{ек}$.

Коефіцієнт ефективності капітальних витрат показує, скільки гривень додаткової економії приносить одна гривна капітальних витрат :

$$E_p = \frac{P_{ек}}{K}, \quad (4.19)$$

де K - капітальні витрати на придбання і впровадження системи видаленого контролю;

$P_{ук}$ - річна економія.

$$E_p = 593\,409,9 / 69\,726,96 = 8,51 \text{ (долі одиниць).}$$

Таким чином, коефіцієнт ефективності капітальних витрат складе 8,51.

Термін окупності капітальних витрат на придбання і впровадження проекту за рахунок загальної економії розраховується по формулі:

$$T_{ек} = \frac{K}{P_{ек}}, \quad (4.20)$$

$$T_{ек} = 69\,726,96 / 593\,409,9 = 0,12.$$

Таким чином, термін окупності капітальних витрат складе 0,12 року.

Фінансово-економічні показники, що характеризують ефективність створення і використання розробленого проекту відображені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Фінансово-економічні показники використання системи, що розробляється

Найменування	Одиниця виміру	Значення показника
Капітальні витрати на придбання і впровадження системи	грн	69 726,96
Річні поточні витрати, пов'язані з використанням системи	грн	126 590,10
Річна економія від впровадження системи	грн	593 409,90
Коефіцієнт ефективності	долі од.	8,51
Розрахунковий термін окупності капітальних витрат	років	0,12

4.4 Висновок за розділом

У цьому розділі кваліфікаційній роботі були розраховані економічні показники, які показують економічну доцільність системи управління, що розробляється.

При впровадженні проектованої системи капітальні витрати складуть 69,7 тис. грн. Річні поточні витрати складають 126,6 тис. грн. Річна економія на поточних витратах складає 593,4 тис. грн. Термін окупності проектних капітальних вкладень за рахунок скорочення експлуатаційних витрат складає 0,12 років. Коефіцієнт ефективності 8,51, тобто кожна гривна капітальних витрат принесе 8,51 грн. прибутку.

Виходячи з розрахованих даних, можна зробити висновок, що впровадження і використання проектованої системи економічно доцільне.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів проєктованого об'єкта

Оскільки управління промисловою пральною машиною проводиться за комп'ютером [10-12], в якості об'єкта охорони праці обрано комп'ютерний клас, схема якого представлена на рис. 5.1.

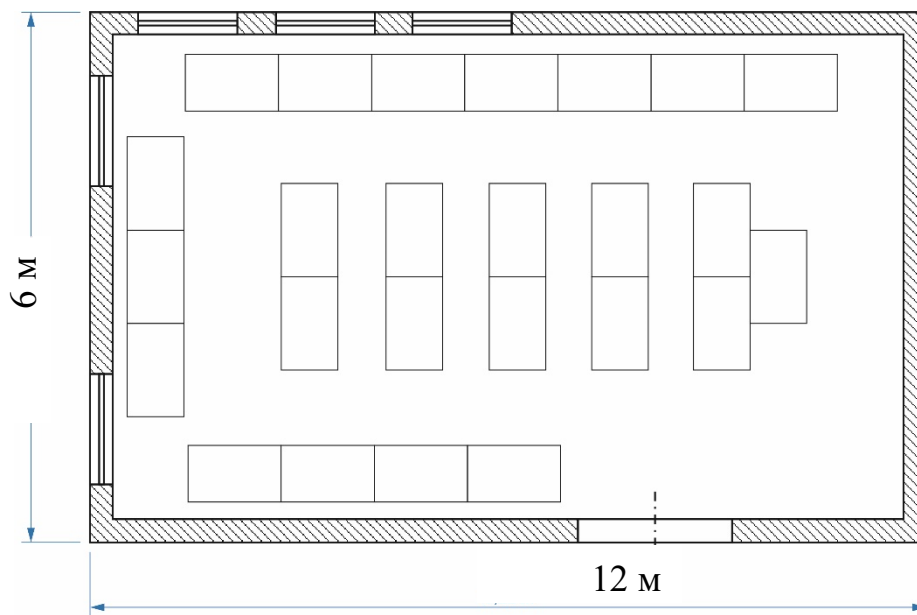


Рисунок 5.1 - Схема комп'ютерного класу

Це приміщення характеризується відсутністю джерел інфразвуку та ультразвуку. Загальна та локальна вібрація не проявляється. Оператор ПК не піддається ніяким фізичним перевантаженням, пов'язаних з переносом тяжкості різного роду. Найбільш частіше людина схильна до електричної небезпеки, тобто при роботі з електроустановками (кондиціонерами, світильниками) можливий дотик до провідників, які знаходяться під напругою [14-19]. Проходячи через організм людини струм надає термічний, електролітичний, біологічний вплив на її різні органи. Існує загроза дії статичної електрики. ПК та працююча оргтехніка виділяє тепло, тому і являється причиною підвищеної температури зниженої

Праця оператора характеризується високим рівнем психічного навантаження, тому що на нього покладені функції контролера та координатора.

Оператор ПК піддається різного роду інтелектуальним, емоційним, зоровим перевантаженням [19].

За попередніми оцінками робота оператора ПК у даному приміщенні характеризується наявністю наступних шкідливих та небезпечних факторів [10—12]:

Фізичні фактори:

- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена температура та знижена вологість повітря;
- підвищений рівень статичної електрики.

Хімічні фактори – відсутні.

Біологічні фактори – відсутні.

Психофізичні фактори:

- розумове перенапруження;
- перенапруження аналізаторів.

5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

На підставі ПУЕ дане приміщення по ступені небезпеки поразки електричним струмом відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки, так як умови, що створюють підвищену небезпеку поразки електричним струмом (вологість, струмоведучий пил, висока температура, можливість одночасного торкання до струмоведучих частин і заземлення) відсутні [19].

Електропроводка в приміщенні схованого типу, тому випадкове торкання проводів з напругою 220 В виключено, за умови дотримання правил техніки безпеки. Вимикачі штучного освітлення ізольовані струмонепровідним облицюванням [19].

Будівля, в якій знаходиться комп'ютерний клас, живиться від чотирьохпроводної мережі з глухозаземленою нейтраллю типу TN-C-S. Тому в якості технічного заходу з електробезпеки використовується захисне занулення [19].

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмонепровідних частин, які можуть опинитися під напругою (корпуси електроустаткування, кабельні конструкції, сталеві труби тощо) [16].

Метою занулення є усунення небезпеки ураження людини під час пробою на корпус обладнання однієї фази мережі електричного струму. Ця мета досягається внаслідок швидкого відімкнення максимальним струмовим захистом частини мережі, на якій трапилося замикання на корпус. Завдяки підключенню до нейтральної точки джерела всіх не-струмопровідних частин обладнання, однофазне замикання на корпус перетворюється в однофазне коротке замикання, яке призводить до спрацювання максимального струмового захисту.

В приміщеннях з однофазною мережею внутрішня мережа виконується трипровідною – фаза, нуль робочий і нуль захисний, а розетки для підключення переносних споживачів електроенергії – триконтактні. При відповідному виконанні штепсельних вилок і шнура живлення споживача (трипровідній) контакт мережі нульового захисного провідника замикається з випередженням відносно контактів фази і нульового робочого провідника. Таким чином, споживач електроенергії занулюється до подачі на нього напруги [14-17].

У приміщеннях з трифазними споживачами внутрішня мережа виконується п'ятипровідною – 3 фази, нуль робочий і нуль захисний.

Незалежно від розглянутих варіантів при застосуванні в приміщенні окремого нульового захисного провідника останній відгалужується від нейтралі мережі на щитку вводу в приміщення до роз'єднувальних контактів, а для забезпечення його цілісності і надійності захисту в мережі цього провідника не повинно бути будь-яких роз'єднувачів, запобіжників тощо.

Захисне занулення виконують з метою [19]:

- забезпечення нормальних режимів роботи установки;
- забезпечення безпеки людей при порушенні ізоляції мережі струмопровідних частин;
- захисту електроустаткування від перенапруги;

- захисту людей від статичної електрики.

5.3 Пожежна профілактика

Дослідивши приміщення, дане приміщення за ступенем вогнестійкості належить до категорії В та до II класу.

Основними причинами пожежі можуть бути [29]:

- необережне поводження з вогнем (паління в неналежних місцях);
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- несправність опалювальних приладів та порушення правил їх експлуатації;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Для забезпечення пожежної профілактики необхідно установити автоматизовану систему пожежної сигналізації димового або теплового типу з датчиком СП-2.2 або ТПТ-3.

На випадок виникнення пожеж будівлі споруди і приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння [29-31]:

- вогнегасниками;
- бочками з водою і відрами (при відсутності внутрішнього водопроводу);
- ящиками з піском і лопатами;
- повстю, кошмою.

Для гасіння електроустановок та приладів, що знаходяться під електричним струмом, а також багатьох твердих і рідких горючих речовин потрібно застосовувати вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-2.

Переважно розміщати вогнегасники поблизу місць найбільш ймовірного виникнення пожежі, уздовж путей проходу, а також - біля виходу з приміщення. Вогнегасники, що мають повну масу менш 15 кг, повинні бути встановлені таким чином, щоб їхній верх розташовувався на висоті не більш 1,5 м від підлоги;

переносні вогнегасники, що мають повну масу 15 кг і більш, - на висоті не більш 1,0 м від рівня підлоги.

Обов'язково повинен бути розроблений план евакуації, з яким мають бути ознайомлені співробітники, та розміщений на видному місці, допомагаючи присутнім зорієнтуватися та організовано покинути приміщення у випадку надзвичайної ситуації.

5.4 Ергономічна оцінка пульта управління до пральної машини

Найменування пульта (стенда, приладу) пульт управління [22-24].

5.4.1 Загальні відомості

1. Коротка характеристика призначення пульта (стенда, приладу).

Призначений для управління пальною машиною, Пульт управління має поворотні кнопки для вибору програм, для вибору швидкості вижимання, для регулювання температури.

2. Основні завдання оператора: а); б); в).

а) вибір програмами;

б) задати температуру;

в) встановити швидкість вижимання;

д) контролювати процес прання і за необхідністю добавляти води;

е) дозування кількості порошку;

3. Коротка характеристика діяльності оператора, прийняття інформації.

Робота оператора полягає виборі програми прання білизни, і контролю процесу прання.

4. Особливі умови експлуатації, обмеження.

Для кожного виду білизни потрібно підібрати програму прання та температуру та швидкість віджимну, при роботі з пральною машиною є ймовірність ураження електричним струмом.

5. Контингент операторів (стать; вік; рівень освіти; середній зріст).

Від 16 до 65 років чоловіча та жіноча, середній, зріст від 1,2 до 2 м.

6. Робоча площа і об'єм у приміщенні на кожного оператора 60*85*100 см.

Порівняльна оцінка пульта оператора (табл. 1 [19]).

Вид пульта горизонтальний Розмір пульта: 400 *100 мм.

а) по горизонталі - 400мм ; б) по вертикалі - 100мм.

Відстань очей оператора в нормальному положенні від центра пульта (приладу) 350 мм. Кут огляду пульта (табл. 14 [19]): а) по вертикалі 60°;

б) по горизонталі 35°.

Рекомендації до зміни досліджуваного пульта (стенда, приладу) за даними антропометричної оцінки.

3. Фактори виробничого середовища (табл. 2-3 [19]).

Зазначити відхилення і рекомендації щодо їх усунення (якщо потрібно, навести необхідні розрахунки засобів захисту від шкідливої дії виробничого середовища).

Робота по управлінню пральною машиною виконується стоячи.

Таблиця 5.1

Параметри	Розмір, мм		Ймовірний інтервал для даного контингенту
	Фактичний	нормативний	
Положення стоячи			
Висота верхнього краю інформаційної панелі	600	660	100
Висота нижнього краю інформаційної панелі	500	660	100
Зона огляду	60°	60°	10°
Простір для ніг	850	600	50

Таблиця 5/2

Фактор середовища	Величина	
	фактична	нормативна
Освітлення штучне, лк	300	300-500
Загальний рівень шуму, дБ	80	До 85
Температура повітря, t 0C	20	22-24
Відносна вологість, φ %	80	40-60
Швидкість повітря, м/с	0,1	0,1
Об'єм повітря, що подається на 1 чоловіка, м3/год	15	13-15
Запилення, мг/м3	-	4
Електромагнітне випромінювання, Вт/м	0,05	0,05
Теплові надлишки, кВт	-	-

Таблиця 5.3

Показник	Величина	
	фактична	нормативна
Відстань від оператора до пульта, мм	500	300-700
Кут огляду пульта, град	60	60-124
Рекомендації		

Оцінка органів управління (табл. 4 [16]).

Рекомендації до заміни ОУ згідно з ергономічними вимогами.

Таблиця 5.4

Орган управління	Характеристика	Величина		Відхилення
		фактична	нормативна	
Кнопка	Форма			
	Розмір	40		
	Зусилля			
	і т.д.			
Поворотний перемикач для регулювання швидкості віджиму	Форма	кругла		
	Розмір	350 мм		
	Зусилля	20		

5.4.2 Робоче місце оператора

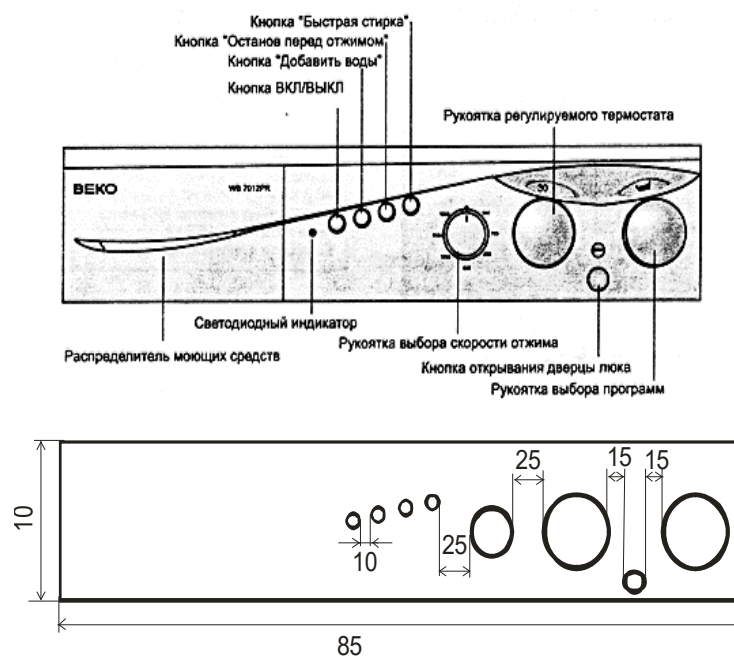


Рисунок 5.2 – Робоче місце оператора пральної машини

На рис. 5.3 представлена структурна схему, що відображає зв'язки в підсистемах, замикання інформаційних потоків на людину-оператора.

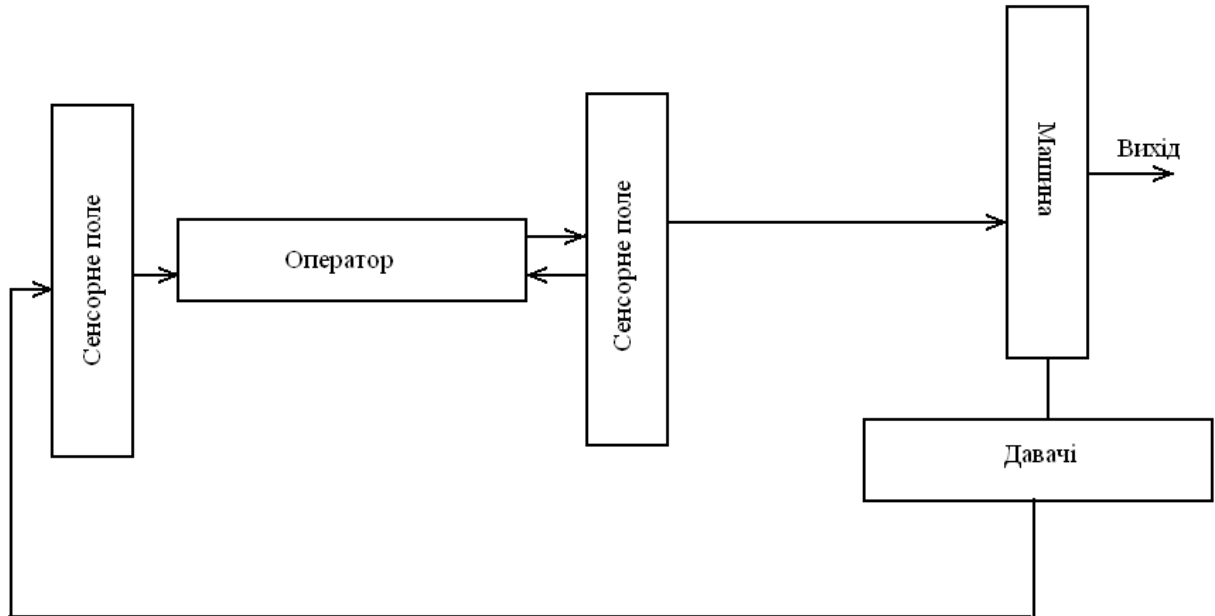


Рисунок 5.3 – структурна схема замикання інформаційних потоків на людину-оператора

5.5 Висновок за розділом

У цьому розділі було досліджено вплив шкідливих і небезпечних чинників на організм людини при роботі користувачів з ПК, а також:

- запропоновано інженерно-технічні заходи з охорони праці;
- розглянуті питання пожежної профілактики;
- зроблена ергономічна оцінка пульта управління до пральної машини.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розглянуті питання створення підсистема управління промисловою пральною машиною з метою є удосконалення існуючої системи управління.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи управління, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

В якості об'єкта управління обрано ТЕН нагріву барабана з водою, для якого і виконується розробка підсистеми автоматичного управління. Вхідними параметрами є сигнали завдання потужності ТЕН. Вихідними параметрами об'єкту управління є температура води у барабані.

В якості підсистемі дослідження обрана система збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Кваліфікаційну роботу виконано повністю відповідно до теми і завдання, оформлено відповідно до нормативних документів і методичних рекомендацій.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації для студентів бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Ткачов В.В., Бубліков А.В., Цвіркун Л.І., Проценко С.М., Бойко О.О., Славинський Д.В., – Д.: «НГУ», 2016. – 27 с.
2. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з проектування систем автоматизації для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 109 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/Ev6J4Z>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Бойко О.О., Проценко С.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з програмування систем реального часу для студентів напрямків підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна інженерія» / О.О. Бойко, С.М. Проценко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 168 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/rVf8Zm>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теорії автоматичного управління для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 107 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/nUMtFE>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
5. Електронний ресурс:
<https://stirka.in.ua/uk/%d0%bb%d1%96%d0%ba%d0%b0%d1%80%d0%bd%d1%8f%d0%bd%d0%b0-%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%bb%d1%8c%d0%bd%d1%8f-%d0%be%d1%80%d0%b3%d0%b0%d0%bd%d1%96%d0%b7%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f/>
6. Електронний ресурс: <https://owen.ua/ru/datchiki/pdu-i-poplavkovye-datchiki-urovnja-s-analogovym-vyhodnym-signalom-4-20-ma>.

7. Електронний ресурс:
<https://www.se.com/ru/ru/product/XS9C2A2A2M12/%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%BA%D1%83%D0%B1%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%2C-12-48-%D0%B2%2C-4-20-%D0%BC%D0%B0%2C-%D0%BC12%2C-sn-%3D25-%D0%BC%D0%BC%2C-2-%D1%85-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9/>
8. Електронний ресурс: <http://www.weintek.net/MT8071iE.html>
9. Електронний ресурс: http://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/air-160s2-15-kvt-3000-ob-min/
10. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
11. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” - К.: МОЗ України, 2000.
12. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
13. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги
14. ДНАОП 0.03-33.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.
15. Правила улаштування електроустановок Мінпаливвугілля України. – 2017 – 617с.
16. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
17. Голінько В.І., Фрундін В.Ю. Охорона праці в галузі електротехніки та електромеханіки – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 235с

18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207.
19. Охорона праці в галузі. Конспект лекцій для студентів Інституту електроенергетики. / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2013. – 86 с.
20. Методичні рекомендації з виконання заходів стосовно охорони праці при роботі з ПЕОМ та розрахунку освітлення у дипломних проектах студентів усіх спеціальностей/ Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2013.- 12 с.
21. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
22. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки
23. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.
24. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги
25. ДСТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Загальні вимоги безпеки.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка	
1			<u>Документація</u>				
2							
3	A4	KIBС.KBP.151.17.16.ПЗ	Пояснювальна записка		ПЗ		
4							
5			<u>Графічна частина</u>				
6							
7	A2	KIBС.KBP.151.17.16.E2	Функціональна схема				
8			автоматизації	1	E2		
9							
10	A2	KIBС.KBP.151.17.16.E3	Схема електрична				
11			принципова	1	E3		
12							
13	A4	KIBС.KBP.151.17.16.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ		
14							
15	A4	KIBС.KBP.151.17.16.Д	Презентація		Д		
16							
17		KIBС.KBP.151.17.16.ВДЕ	Носій інформації	1	ВДЕ		
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
			Підп.	Дата	KIBС.KBP.151.17.16.ТП		
Зм.	Арк.	№ докум.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Рибачук		25.05.21		1	1
П. конс.					Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-17-1		
Н. контр.							
					Відомість проекту		

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління промисловою пральною машиною.», студента гр. 151-17-1

Рибачук Ілля Сергійович

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою об'ємом ___ стор. формату А4 і графічною частиною ___ стор. формату А4.

Метою роботи є розробка підсистеми управління технологічним промисловою пральною машиною.

У кваліфікаційній роботі розглянуті питання створення системи управління промисловою пральною машиною з метою є удосконалення існуючої системи управління. Викладена актуальність питання, визначені склад і функції автоматизованої підсистеми управління промисловою пральною машиною, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

В якості об'єкта управління обрано силовий ТЕН нагріву барабана з водою, для якого і розробляється підсистема управління. Вхідними параметрами є сигнал температури у барабані з водою.

В якості системи дослідження обрана підсистема збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді. Така підсистема може бути затребувана для будь-яких промислових пральних машин.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з професійною діяльністю фахівця спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані. ПЗ і графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно до вимог ГОСТ і ЕСКД, зауважень до проекту немає.

При виконанні кваліфікаційної роботи і ухваленні рішень проявлена висока міра самостійності, технічної грамотності.

Оцінки по розділах кваліфікаційної роботи - «_____».

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінку «_____», а студент привласнення освітнього рівня «бакалавр» в галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____ ас. Зибалов Д.С.

___ .06.2021

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління промисловою пральною машиною.», студента гр. 151-17-1

Рибачук Ілля Сергійович

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно повністю до вимог стандартів та методичних рекомендацій.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції підсистеми управління промисловою пральною машиною, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблено вибір елементної бази, визначена структура підсистеми управління.

В якості об’єкта управління виступає силовий ТЕН нагріву води у барабані, для якого виконується розробка підсистеми автоматичного управління. Вхідними параметрами є сигнал температури у барабані.

В якості підсистемі дослідження обрана система збору інформації про об’єкт управління. Основними функціями підсистеми є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об’єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об’єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано аналіз технологічного процесу та об’єкта керування, постановка завдання, вибір апаратного забезпечення, визначення моделі об’єкта керування, розрахунок основних економічних показників та вирішення питань з охорони праці.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “_____” балів при відповідному захисті, а здобувач Рибачук І.С. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Рецензент, _____

____.06.2021