

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизована система керування очищення стічних вод

Назва теми

КВРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

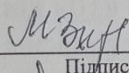
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

Виконала:

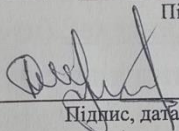
студент IV курсу, група АКІТ-19-1


Підпис

Марія ЗАКЛЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник


Підпис, дата

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

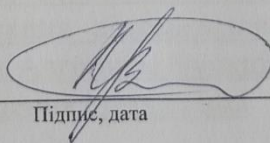
Нормоконтролер


Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри автоматизації,
комп'ютерно-інтегрованих
технологій та робототехніки


Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«20» червня 2023 р.

Хмельницький 2023

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

АКТУСА Р. ШЕРОШИЛОНЬК В.
«01» 02 2023р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Заклецька Марія Віталіївна

1 Тема роботи: Автоматизована система керування очищення стічних вод
керівник роботи Макаришкін Д.А., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування



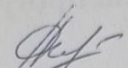
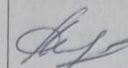
4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
Аналіз сучасного стану автоматизації процесу керування очищення стічних
вод. Проектування автоматизованої системи очищення стічних вод.
Алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої системи очищення
стічної води. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1.
Структурна схема автоматизованої системи управління процесом очищення
стічних вод. 2. Функціональна схема автоматизованої системи управління
процесом очищення стічних вод. 3. Алгоритм функціонування автоматизованої
системи управління процесом очищення стічних вод

Завдання отримав

Керівник

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

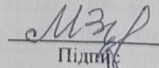
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТтаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТтаР		

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд літературних джерел, аналіз сучасного стану завдання	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Проектування, алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої системи керування очищення стічних вод	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення креслень, презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

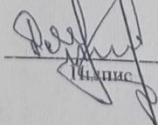
Студент


Підпис

Марія ЗАКЛЕЦЬКА

Ім'я, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування очищення стічних вод».

Автор роботи: Заклецька Марія Віталіївна.

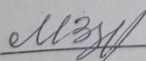
Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович

Пояснювальна записка: 63 с., 20 рис., 3 табл., 3 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ, АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ, ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, КОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ, FBD.

Метою кваліфікаційної роботи є розробити автоматизовану систему керування очищення стічних вод. Розроблено структурну та функціональну схеми автоматизованої системи очищення стічних вод. Показано, що для функціонування автоматизованої системи потрібно використовувати контролер для управління, датчикову апаратуру та виконавчі механізми. Проведено розрахунок регулюючого органу та параметрів АЦП. Розроблено алгоритм функціонування автоматизованої системи очищення стійкої води, побудовано блок-схему функціонування системи та розроблено програмний код управління автоматизованою системою на мові FBD у середовищі LOGO! Soft Comfort. Програма дозволяє управляти станами автоматизованої системи: наповнення резервуару стічною водою; додавання необхідного об'єму реагента для проведення очищення води фізико-хімічним методом; перемішування стічної води з реагентом протягом встановленого часу; злив очищеної води у навколишнє середовище.



Підпис студента

19.06.2023

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	6
1.1 Аналіз предметної області.....	6
1.2 Класифікація існуючих способів очищення стічних вод.....	8
1.3 Функціональна структура автоматизованої системи очищення стічної води	13
1.4 Висновки до першого розділу.....	15
2 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	16
2.1 Розробка структурної схеми контролю рівня води для наповнення основного резервуару	16
2.2 Проектування функціональної схеми автоматичного контролю рівня стічної води	17
2.3 Обґрунтування вибору компонентів автоматизованої системи очищення стічної води	26
2.4 Висновки до другого розділу	47
3 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНОЇ ВОДИ	48
3.1 Розробка алгоритму керування для мікропроцесорної системи автоматичного керування.....	48
3.2 Розробка програми для автоматизованої системи очищення стічної води	50
3.4 Висновки до третього розділу.....	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	60

КвРАКІТ. 2019046.01.07 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Лист	Листів
Розроб.		Заклецька М.В.		20.06.23	Автоматизована система керування очищення стічних вод.		2	62
Перевр.		Макаришкін Д.А.		20.06.23	Пояснювальна записка	ХНУ, АКІТ-19-1		
Н. Контр.		Корецька Л.О.		20.06.23				
Затв.		Мартинюк В.В.		20.06.23				

ДОДАТОК А СТРУКТУРНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	64
ДОДАТОК Б ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	65
ДОДАТОК В АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	66

ВСТУП

Сьогодні прісна вода як природний матеріал набуває все більшого значення. Вода, що використовується в побуті та промисловості, забруднюється речовинами, отриманими з мінералів та органічних речовин. Таку воду прийнято називати стічними водами.

У всі часи населені пункти та промислові об'єкти розташовувалися в безпосередній близькості від прісних водойм, які використовуються для пиття, санітарії, сільськогосподарських та промислових цілей. У процесі використання людиною вода змінила свої природні властивості, у деяких випадках зробивши її небезпечною з гігієнічної точки зору. Згодом, з розвитком інженерно-будівельного обладнання міських та промислових об'єктів, виникла потреба систематичного улаштування шляхів відведення забруднених стічних вод через спеціальні гідротехнічні споруди.

Залежно від походження стічних вод вони можуть містити токсичні речовини і різні інфекційні збудники [1-4]. Міські та промислові системи водопостачання оснащені сучасними комплексами, що складаються з самопливних та напірних трубопроводів та іншого спеціалізованого обладнання для відведення, очищення, видалення та утилізації води та опадів. Такі комплекси відомі як дренажні системи. Дренажні системи також відводять та очищають дощову та талу воду. Створення дренажних систем було викликано необхідністю забезпечення нормальних умов життя для мешканців міст та селищ та підтримки навколишнього середовища у доброму стані.

У Європі XIX століття розвиток промисловості та міст призвів до необхідності створення дренажних систем. Сильним впливом на розвиток міського дренажу стала епідемія холери 1818 року у Великобританії. Згодом вжили таких заходів, як заміна відкритих каналів підземними, біологічне

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	4
		№ докум.	Підпис			

очищення побутових стічних вод на зрошуваних територіях, прийняття стандартів якості для стічних вод, що скидаються у водойми.

Розвиток сучасних систем очищення побутових та промислових стічних вод мають особливе значення і забезпечують високий рівень захисту довкілля від забруднення. Найбільш важливі результати були отримані у розробці нових технологічних рішень для ефективного використання води в системах очищення стічних вод і промислових стоків.

Метою кваліфікаційної роботи є розробити автоматизовану систему керування очищення стічних вод.

Для виконання мети поставлені наступні завдання:

- проаналізувати сучасний стан автоматизації процесу керування очищення стічних вод;
- розглянути існуючі методи та системи очищення;
- навести функціональну схему автоматизованої системи управління очисними спорудами;
- спроектувати автоматизовану систему очищення стічних вод;
- обрати компоненти автоматизованої системи;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення.

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			5

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

1.1 Аналіз предметної області

Стічними водами називають такі води або атмосферні опади, що виводяться з населених пунктів, територій промислових підприємств та об'єктів інших видів діяльності у водойми самопливом або через каналізаційні системи, а їх властивості внаслідок діяльності людини стали погіршеними. Прикладом може бути автономне підприємство, хімічне виробництво та ін. [5]

Класифікація стічних вод за джерелом походження [6]:

– стічні води, які утворюються під час виробництва чи видобутку з корисними копалинами в технологічних процесах, відводяться через загальну або промислову каналізацію – промислові (виробничі);

– стічні води, які утворюються у побутових приміщеннях на виробництві, наприклад, туалети, душові кабінки, в житлових приміщеннях - господарсько-фекальні (побутові);

– стічні води, які утворюються при таненні снігу, льоду, граду, поділяються на талі та дощові, і відводяться у основній масі через систему зливової каналізації – поверхневі.

На відміну від побутових та атмосферних стічних вод, промислові (виробничі) постійно змінюють свій склад. Залежно від цього їх можна класифікувати за показниками [7]:

- властивості забруднюючих речовин;
- кислотність;
- концентрація забруднюючих речовин;
- дії забруднювачів на водні об'єкти та токсичність дії;
- склад забруднювачів.

Стічні води потрапляють у природні джерела води. Системою водопостачання промислового підприємства або населеного пункту повинно забезпечуватись доставка води з природних джерел, її очищення. Отже основною метою роботи є створення автоматизованої системи очищення стічної води до потрапляння у природні джерела води.

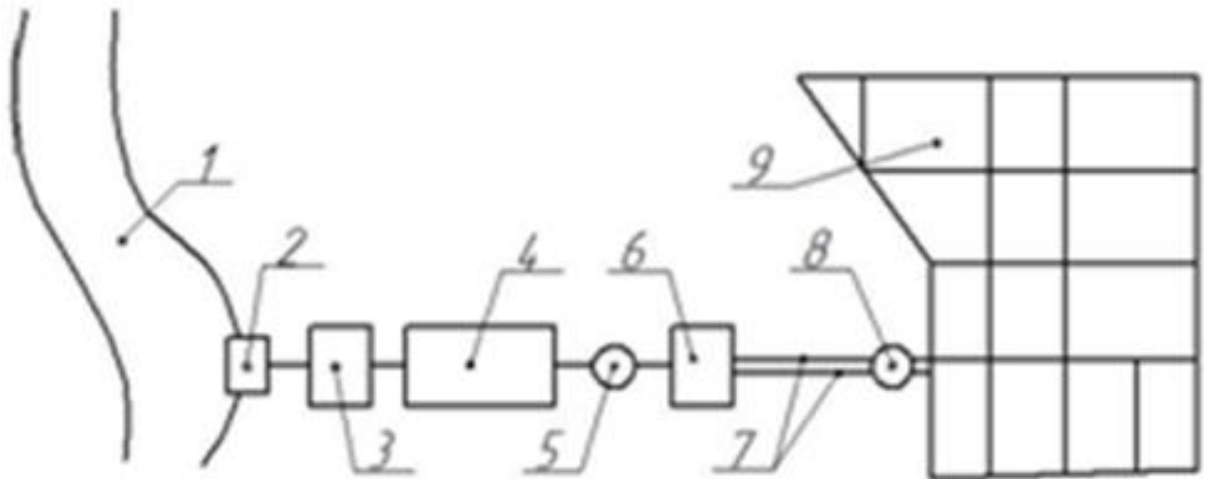


Рисунок 1.1 – Схема водопостачання, де

1 - джерело водопостачання, 2 - споруда водоприймальна, 3 - станція насосна першого підйому, 4 - споруди очисні, 5 - резервуар чистої води, 6 - станція насосна другого підйому, 7 - водоводи, 8 - вежа водонапірна, 9 - мережа водорозподільна

Зазвичай до складу системи водопостачання входять споруди, які використовуються для виконання завдань очищення стічної води [8]:

– резервуари та башти, що призначені для запасу та регулювання ємностей у системі водопостачання;

– насосні станції (водопідйомні споруди), які постачають воду до місць її зберігання, очищення та споживання;

Під час виконання процесу очищення стічних вод випадає осад. Цей осад потрібно піддавати знезараженню, знешкодження, сушіння, зневоднення та в деяких випадках і утилізація осадів. Якщо після очищення воду планується скидати у водоймище, то також потрібно застосовувати вищий ступінь очищення, зокрема із використанням споруд глибокого очищення та споруд біологічного повного очищення стічних вод [15, 16].

Для затримання нерозчинених домішок призначені споруди механічної очистки стічних вод. До них відносяться сита, решітки, відстійники, фільтри різних конструкцій та пісколовки. Для затримання забруднень (великих) органічного та мінерального походження використовують ґрати та сита [17, 18].

Прикладом такої споруди може бути багат шаровий відстійник нафтовика (рис. 1.3), який є прямоточним по нафтопродуктах, що видобуваються, і протиточним по зваженим речовинам, що осідають.

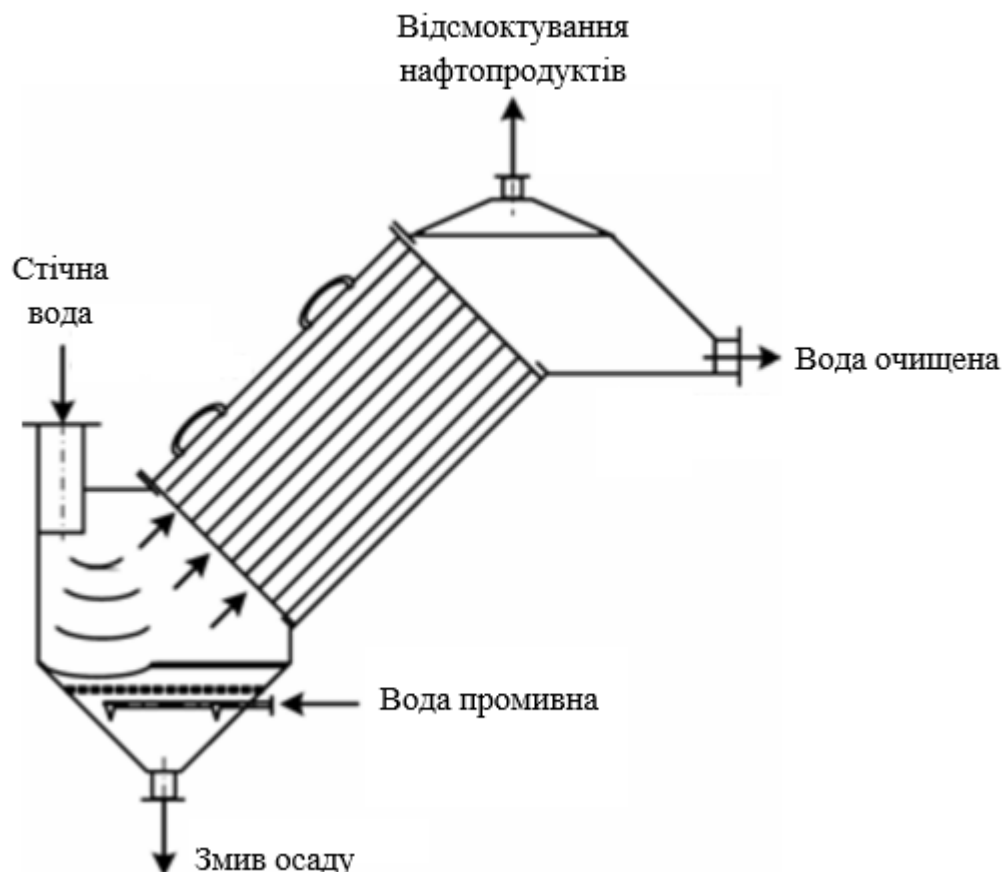


Рисунок 1.3 – Схема багат шарового відстійника нафтовтика

1.3 Функціональна структура автоматизованої системи очищення стічних вод

Для поліпшення якості очищення стічної води, її водовідведення, забезпечення безперебійності водовідведення та перекачування стічних вод, поліпшення умов праці, скорочення експлуатаційних витрат, системи очищення стічних вод потрібно автоматизувати.

Основною функцією споруд та систем водовідведення є підвищення надійності роботи водоочисних систем шляхом автоматичної перевірки достовірності отриманої інформації, автоматичного контролю стабільності роботи споруд та стану обладнання. За рахунок цього відбувається автоматична стабілізація показників якості очищення стічних вод, оперативна реакція на збурюючі впливи (зміна якості стічної води очищеної, зміна кількості відведеної стічної води,) і параметрів технологічних процесів. Підвищення ефективності управлінської діяльності є кінцевою метою автоматизації [19-22].

За критерієм оперативності (тривалості виконання функцій) підсистеми можна розділити на ієрархічні рівні. В блоки поєднуються групи однотипних функцій одного рівня (рис. 1.6).

Для управління водовідведенням та зв'язку з диспетчерськими пунктами, процесами очищення стічної води, підвищення оперативності передачі даних, використовують оптоволоконну мережу. Це дозволить виконувати більшість процесів в автоматичних системах управління станціями очищення стічних вод, насосними станціями, водовідвідними мережами на ЕОМ. Також із використанням ЕОМ відбуватиметься створення необхідних документів для звітності про роботу всіх споруд та систем водовідведення, здійснювати аналіз, облік, розрахунки перспективного роботи та планування. Перспективне планування на підставі аналізу та обліку звітності підвищить надійність роботи всієї системи та забезпечить безперебійну роботу водовідвідних систем.

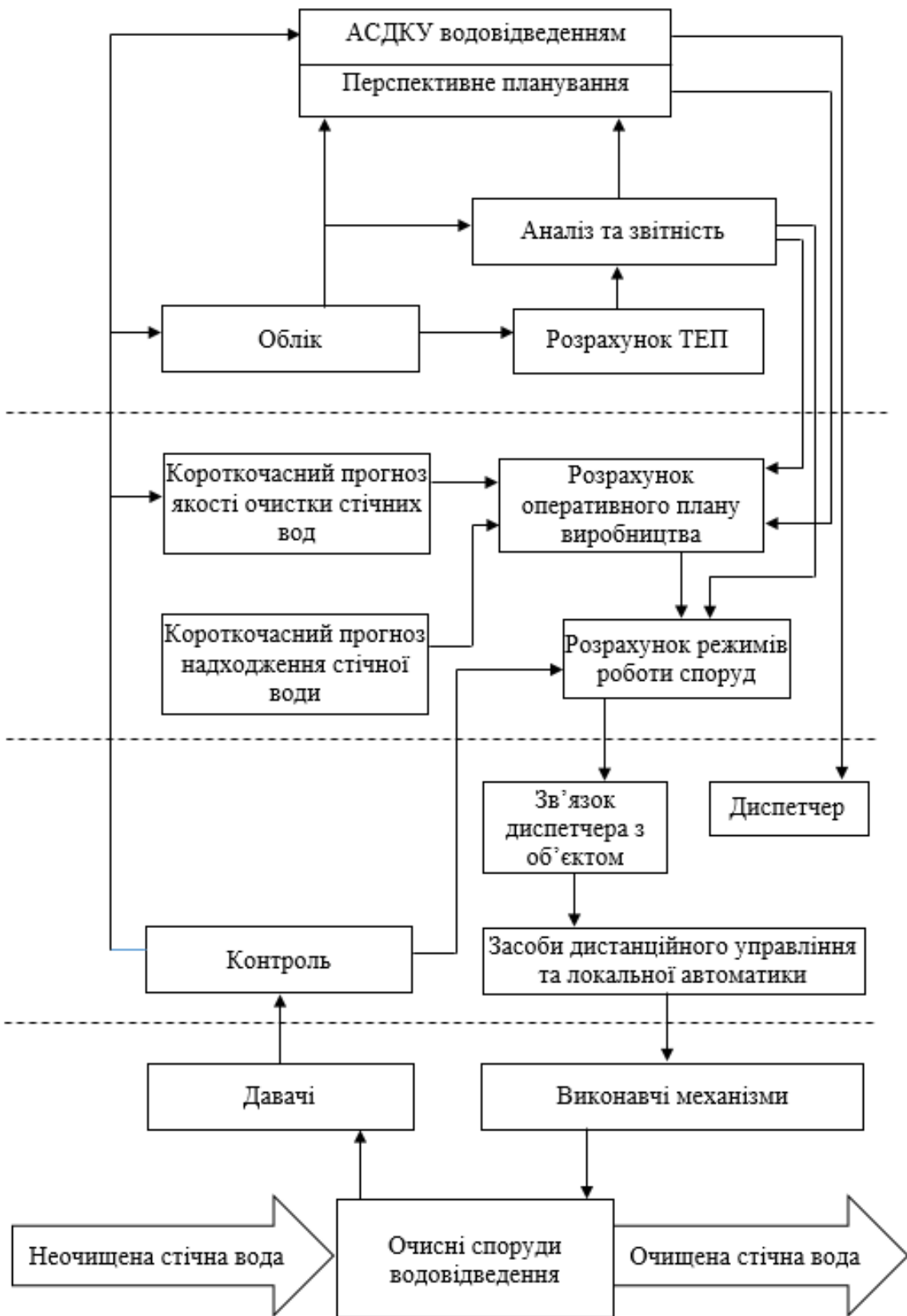


Рисунок 1.6 – Функціональна структура автоматизованої системи управління очисними спорудами

		№ докум.	Підпис	

Структури, що входять у систему управління очисними спорудами:

- організаційна;
- функціональна;
- технічна;
- інформаційна;
- програмна.

Кожна система управління за функціональною ознакою поділяється на три підсистеми:

- розрахунок техніко-економічних показників;
- оперативний контроль та управління технологічними процесами;
- аналіз та планування роботи системи водовідведення;
- оперативне планування технологічних процесів.

1.4 Висновки до першого розділу

Перший розділ кваліфікаційної роботи присвячено ознайомленню із основами функціонування систем очищення стічних вод, можливість автоматизації процесу очищення та аналіз сучасних методів очищення стічних вод.

Встановлено, що процес очищення є досить складним та тривалим, потребує поєднання декількох методів очищення: використання фільтрів, фізико-хімічні методи та ін. Тому створення автоматизованої системи очищення стічних вод є досить актуальним, як з точки зору зменшення витрат сил людського ресурсу, підвищення продуктивності, безперервності проведення процесу очищення, так і з екологічної необхідності.

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	15
		№ докум.	Підпис			

2 ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Однією з важливих функцій автоматизації системи очищення стічних вод є управління технологічними процесами, автоматичний контроль, управління обладнанням очисних споруд та насосних станцій, створення АРМ (автоматизованих робочих місць) [23-26].

Основним завданням споруд та систем водовідведення є підвищення надійності роботи споруд, систем шляхом автоматичної перевірки достовірності інформації, контролю стану обладнання, стабільності роботи споруд. У результаті цього повинна відбуватись автоматична стабілізація параметрів показників якості очищення стічних вод, параметрів технологічних процесів та повинна здійснюватись оперативна реакція на збурюючі впливи (зміна якості очищеної стічної води, зміна кількості відведеної стічної води). А таким чином, у кінцевому результаті за рахунок автоматизації процесів відбудуватиметься підвищення ефективності управлінської діяльності.

По можливості сучасні насосні станції та водовідвідні мережі повинні розроблятися з можливістю управління без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

2.1 Розробка структурної схеми контролю рівня води для наповнення основного резервуару

Структурна схема автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод наведена на рис. 2.1:

Функціональна схема системи автоматичного контролю рівня води наведена на рис. 2.2.

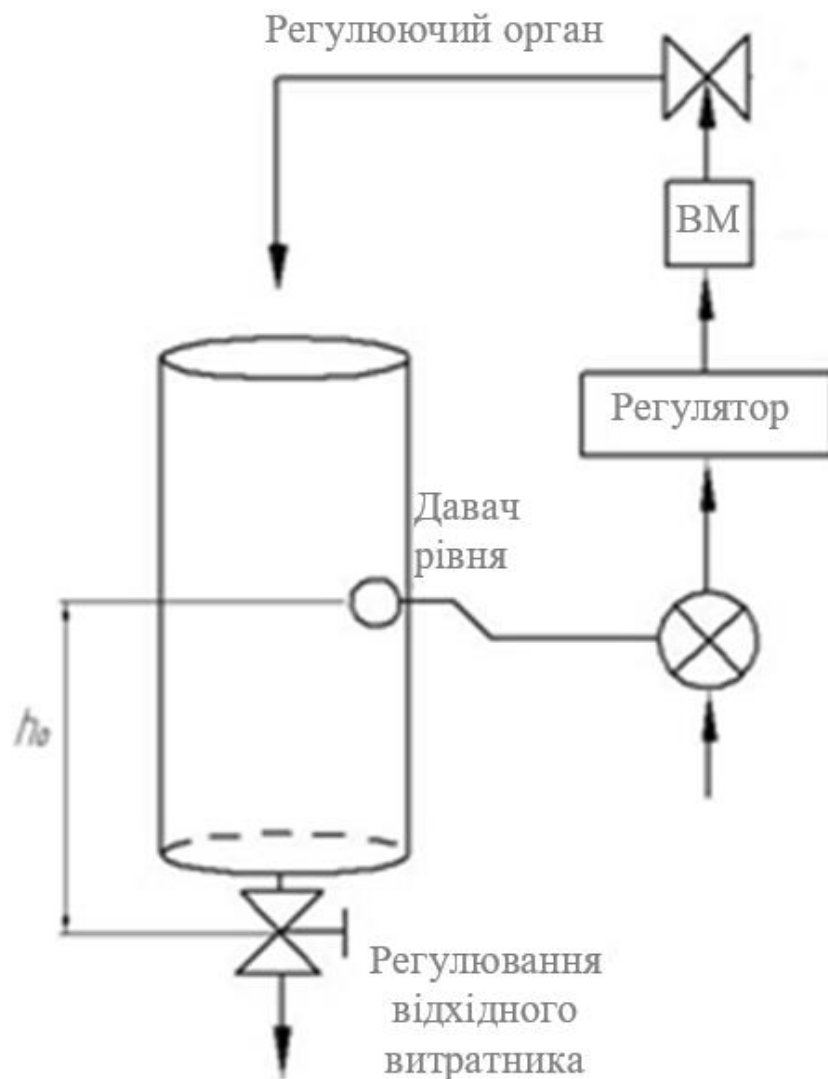


Рисунок 2.2 – Функціональна схема системи автоматичного контролю рівня води, де ВМ – виконавчий механізм

Розроблена система управління працює наступним чином.

1. Відбувається перевірка наявності сигналу аварійної зупинки. Якщо сигнал аварійної зупинки відсутній – система переходить до наступної умови.

Якщо сигнал дорівнює 1, диспетчеру надсилається аварійне повідомлення; клапан електронного виконавчого механізму закривається;

2. Потім відбувається перевірка стану регулятора (увімкнено/вимкнено). Якщо активний, регулятор переходить до наступного стану. Якщо вимкнено, програма завершується.

3. Далі здійснюється порівняння поточного рівня води із заданим рівнем води. Якщо значення рівні, система переходить до першого кроку "Перевірка наявності аварійних сигналів". Якщо значення різні, то система переходить до наступної умови.

4. Потім виконується друге порівняння рівнів. Якщо поточний рівень води нижче встановленого граничного значення клапан отримує керуючий сигнал на збільшення ходу плунжера. Якщо рівень вище встановленого граничного значення, клапан отримує сигнал на зменшення ходу плунжера. Обидва виходи циклічно переходять до першого кроку "Перевірка наявності". На першому етапі знову проводиться перевірка наявності аварійних сигналів.

Схеми контролю рівня в резервуарах води дозволяють підтримувати рівень необхідного діапазону наповнення резервуару. Для забезпечення стабільності необхідний регулюючий орган та автоматичний пристрій. У якості регулюючих органів для зміни потоку води на вході в резервуар обираються клапани з електроприводом. Вони встановлюються на трубах. Відкриття клапана можна регулювати в межах 0-100%. Рідина відводиться насосом. Вода не буде відводитись у випадку зупинки насосів. Таким чином, керуючою змінною є припливна течія води, а регулюючою змінною - рівень води в резервуарі. Збурюючим фактором є зміна швидкості насоса.

Алгоритм роботи клапану наведено на рис. 2.3.

Цей алгоритм повинен забезпечувати безперервну подачу води до резервуару очищення води навіть за відсутності аварійних сигналів на виході процесу. Тому заслінка з електроприводом працює у двох режимах:

- аварійний;
- робочий.

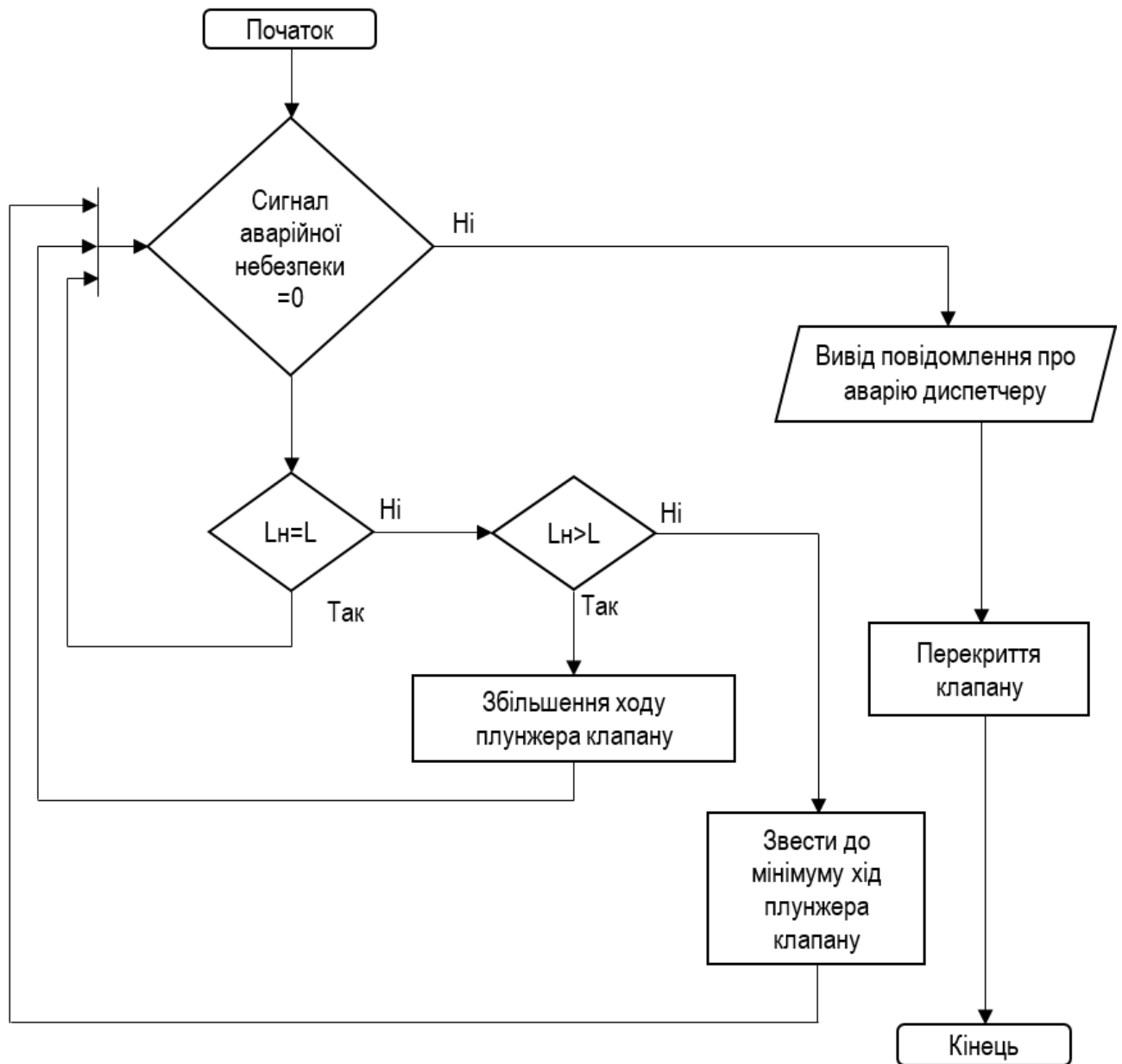


Рисунок 2.3 – Алгоритм роботи клапана з електронним виконавчим механізмом

Аварійний режим створюється у випадку, якщо аналіз очищеної води вказує на те, що її склад не відповідає нормам, а робочий – контроль за рівнем

води – за рахунок зміни кута повороту заслінки підтримується необхідний рівень води у резервуарі.

На рисунку 2.3 використовуються наступні позначення:

- L_n – заданий рівень води у резервуарі;
- L – поточний рівень води у резервуарі.

На рисунку 2.4 зображено структурну схему контуру регулювання рівня води у резервуарі.

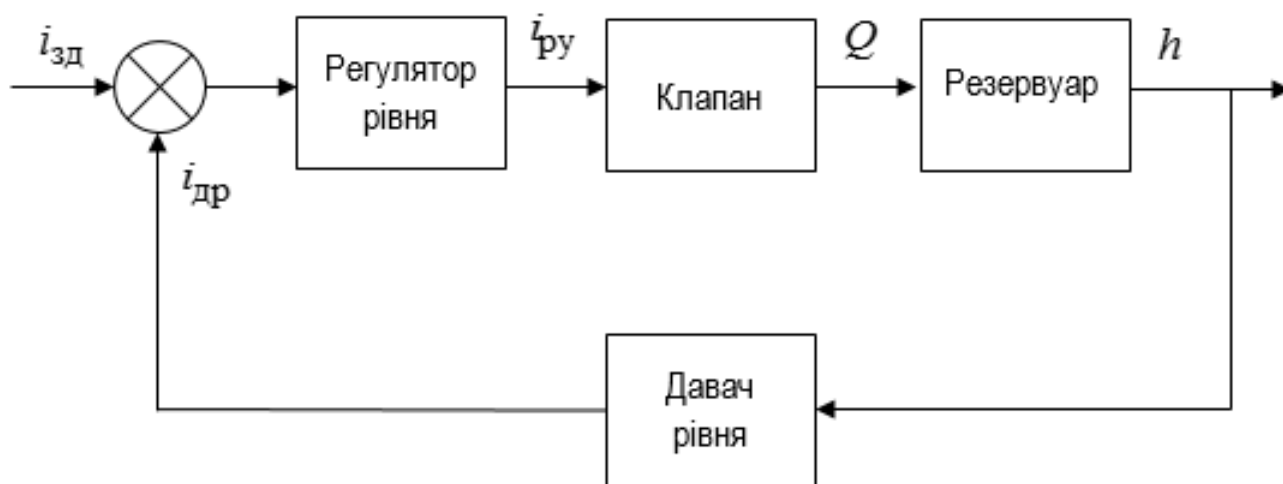


Рисунок 2.4 – Структурна схема контуру регулювання рівня води у резервуарі, де $i_{зд}$ – струм задаючий, мА; $i_{ру}$ – струм на виході регулятора рівня, мА; $i_{др}$ – струм на виході давача рівня, мА; Q – швидкість потоку води, м³/с; h – висота заповнення резервуару, м

Визначимо параметри передавальної функції об'єкта управління (ОУ). Як було зазначено, згідно технічного завдання задано наступні параметри:

- заданий рівень – $h_0 = 1$ м;
- висота труби – $H = 3$ м;
- діаметр труби – $d = 1,4$ м;

– витрата води номінальна – $Q_{n_0} = 12000 \text{ л/год} = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

Передавальна функція ОУ згідно (2.1):

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1}, \quad (2.1)$$

де $W(p)$ – передавальна функція ОУ; K – коефіцієнт передачі; T – постійна часу.

Визначимо коефіцієнт передачі K за співвідношенням (2.2):

$$K = \frac{2h_0}{Q_{n_0}}. \quad (2.2)$$

$$K = \frac{2 \cdot 1}{3,33 \cdot 10^{-3}} = 0,6 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{м}^3/\text{с}}.$$

Постійна часу T визначається за співвідношенням (2.3):

$$T = A \frac{2h_0}{Q_{n_0}} = AK, \quad (2.3)$$

де A – площа перерізу баку, визначається за (2.4):

$$A = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (2.4)$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} = 1,54 \text{ м}^2.$$

На основі отриманих значень визначаємо постійну часу T :

$$T = 1,54 \cdot 0,6 \cdot 10^3 = 924 \text{ с.}$$

Передавальна функція для об'єкта управління набуде вигляду:

$$W(p) = \frac{h(p)}{Q_n(p)} = \frac{K}{Tp+1} = \frac{0,6 \cdot 10^3}{924p+1}.$$

На рис. 2.5 наведено структуру системи автоматичного управління:

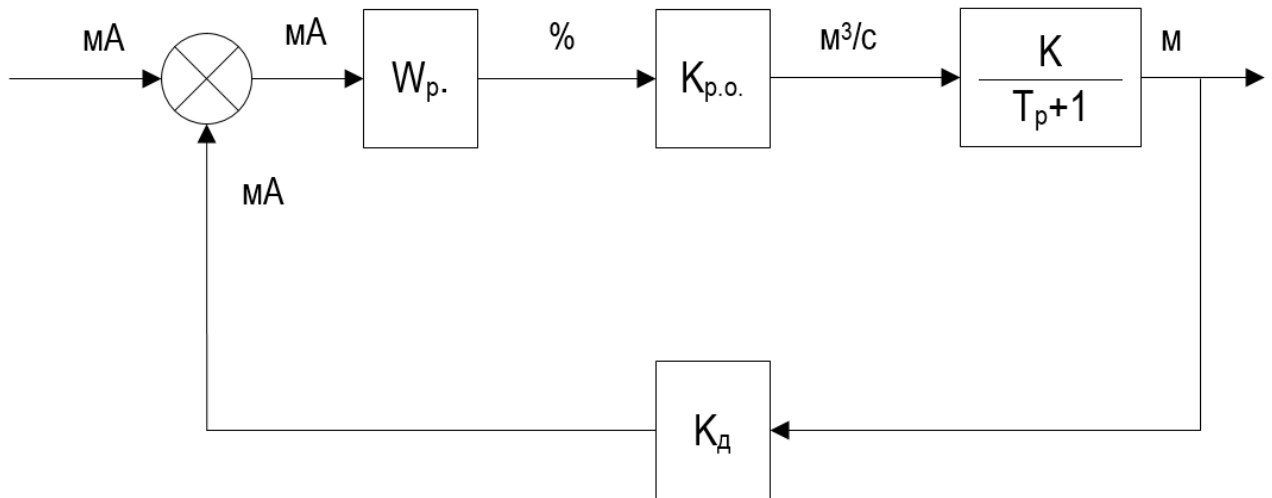


Рисунок 2.5 – Структурна схема системи автоматичного управління, де W_p – передавальна функція регулятора автоматичного; $K_{p.o.}$ – коефіцієнт передачі органу регулюючого; $K_{д.р.}$ – коефіцієнт передачі давача рівня h .

Коефіцієнт підсилення органу регулюючого $K_{p.o.}$ визначається за співвідношенням (2.5):

$$K_{p.o.} = \frac{\Delta Q}{\Delta \%}. \quad (2.5)$$

де ΔQ – значення зміни потоку стічної води, що надходить; $\Delta\%$ – значення ступеня (у відсотках) відкриття клапану.

На рисунку 2.6 зображено залежність об'єму потоку надходження стічної води від значення ступеня відкриття клапану.

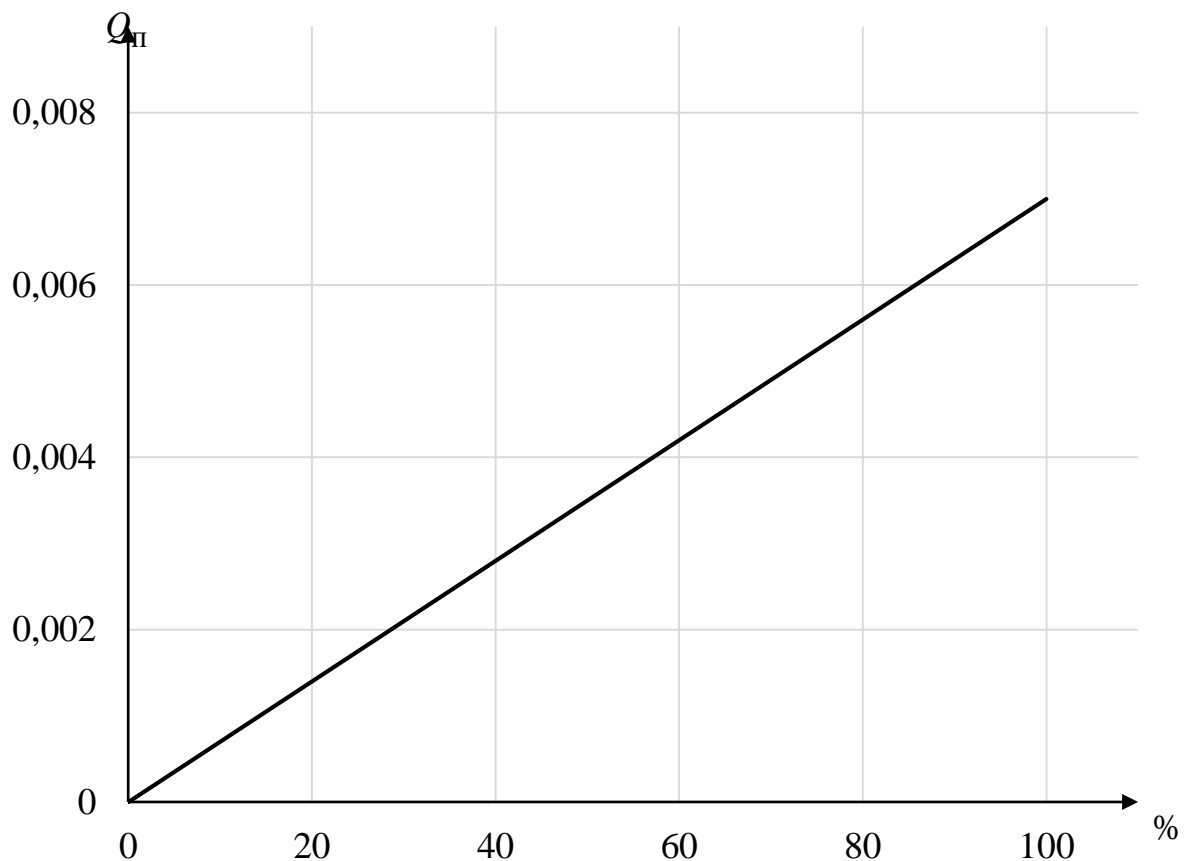


Рисунок 2.6 – Залежність об'єму потоку стічної води, що надходить, від значення ступеня відкриття клапану

Для визначення коефіцієнта передачі давача рівня потрібно обчислити відношення (2.6) збільшення вихідного параметра давача рівня Δi [мА] до вхідного параметру ΔH [м]:

$$K_{\partial} = \frac{\Delta i}{\Delta h}. \quad (2.6)$$

Пороговий рівень висоти рівня рідини відповідає 1,5 метрам. Це те максимальне значення, яке повинен вимірювати давач. Зміна струмового уніфікованого вихідного сигналу давача рівня відбувається у діапазоні 4...20 мА при зміні рівня від 0 до 1,5 метра. Тоді коефіцієнт передачі за (2.6) буде становити:

$$K_{\partial} = \frac{16}{1,5} = 10,67 \text{ (мА/м)}.$$

У склад загальнопромислових давачів рівня входить інерційний фільтр-ланка з постійною часу T_{ϕ} першого порядку, які виконують функцію згладжування параметрів вихідного сигналу. Час T_{ϕ} задається значенням у діапазоні від одиниць до десятків секунд. Для запропонованої системи обирається значення 10 с.

В цьому випадку передатна функція набуде вигляду:

$$W_{\phi}(p) = \frac{i(p)}{h(p)} = \frac{K_{\partial}}{T_{\phi}p + 1} = \frac{10,67}{10p + 1} \text{ (мА/м)}.$$

Структура системи управління набуде вигляду:

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

виробничими процесами, і спектр застосувань, у яких використовуються ПЛК, дуже широкий. Вони варіюються від традиційних систем керування освітленням до систем моніторингу навколишнього середовища на хімічних заводах. Центральним блоком ПЛК є контролер, який програмується для виконання певних завдань, і до якого приєднуються компоненти для забезпечення необхідних функцій.

Контролери виробляються як відомими виробниками електроустаткування, такими як Motorola, Fujitsu, Siemens, так і компаніями, що спеціалізуються на виробництві електроніки, що управляє, наприклад Texas Instruments. Всі контролери мають різницю не тільки за функціями, які можуть виконувати, а й по поєднанню якості та ціни.

Для запропонованої автоматизованої системи очищення стічної води обрано мікроконтролер фірми Siemens, які використовують як на виробництві, так і на лабораторних стендах. Такі логічні модулі набули широкого використання у керуванні технологічним обладнанням, зокрема вентиляторами, пресами, насосами, вентиляторами, а також використовуються у конвеєрних системах, системах вентиляції та опалення, системах керування комутаційною апаратурою, системах керування дорожнім рухом тощо. Зовнішній вигляд представлено логічного модуля LOGO! Siemens SIMATIC [29, 30] представлено на рис. 2.5.

Перевагою використання таких логічних модулів є можливість програмування контролерів з клавіатури із функцією відображення інформації на дисплеї.

Технічні характеристики LOGO! Siemens SIMATIC наведено у таблиці 2.1.



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд логічного модуля
LOGO! Siemens SIMATIC

У процесі програмування контролера "Siemens" відбувається:

– встановлення параметрів налаштування:

- а) затримок ввімкнення;
- б) затримок вимкнення;
- г) значень лічильників, тощо;

– програмне з'єднання необхідних функцій.

Система вбудованого меню використовується для виконання всіх цих операцій. У встановлений у інтерфейс модуля "LOGO!" модуль пам'яті після створення готової програми відбувається її запис.

За всіма технічними параметрами Мікроконтролер "LOGO!" німецької компанії "Siemens" підходить.

Для побудови автоматизованої системи потрібно використовувати датчики з метою регулювання та контролю параметрів стану системи.

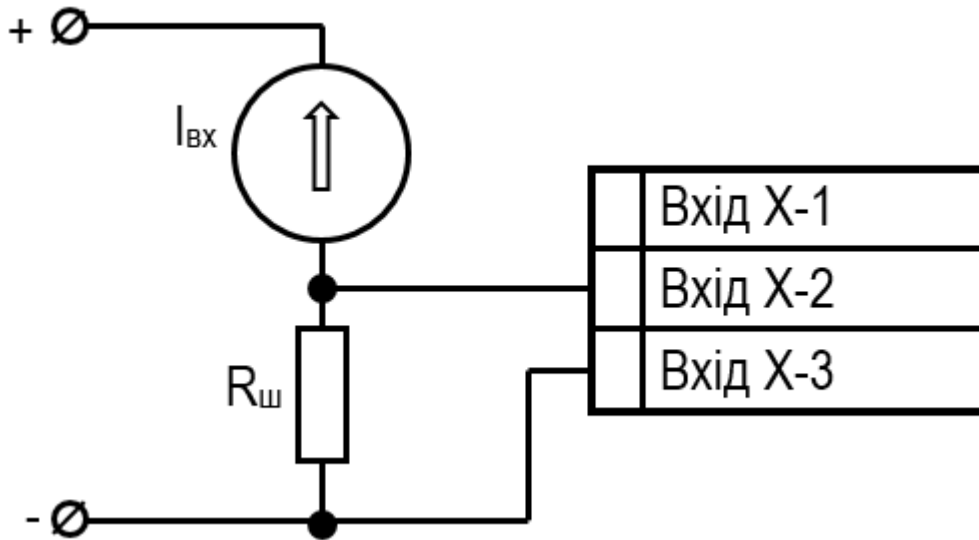


Рисунок 2.13 – Схема підключення датча зі струмовим виходом
0..5, 0..20 або 4..20 мА

Для живлення датчів у запропонованій автоматизованій системі заплановано використовувати багатоканальний блок живлення БП14 із стабілізованою напругою на виході 24В або 36В з уніфікованим вихідним струмовим сигналом.

Випускається блок живлення БП14 у корпусі з кріпленням на DIN-рейку типу Д4 (рис. 2.14).



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд блоку живлення [32]

Основними функціями блоку живлення БП14 є:

- обмеження пускового струму;
- індикація на виході кожного каналу наявності напруги.
- перетворення змінної напруги на постійну стабілізовану у 2 або 4 незалежних каналах;
- захист від короткого замкнення, перевантаження, перегріву;
- захист від перенапруги імпульсних завад на вході.

Схема підключення блоку живлення двоканального наведена на рисунку 2.15, а його креслення габаритне – на рисунку 2.16.

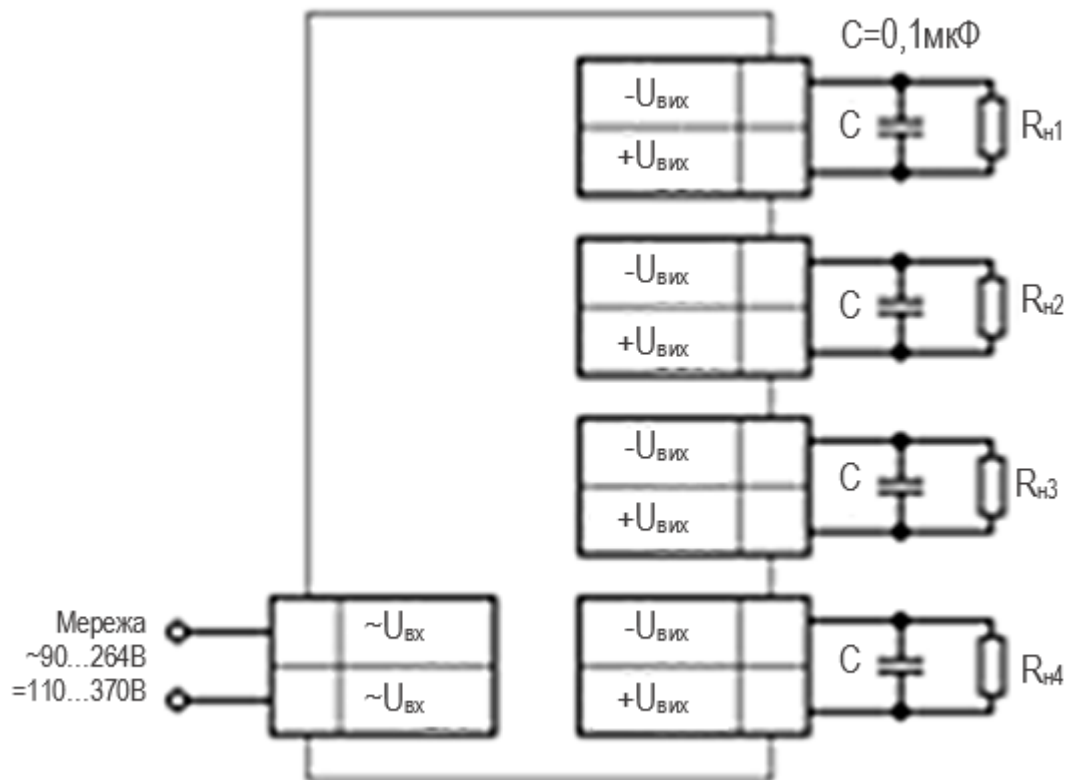


Рисунок 2.15 – Схема підключення блоку живлення двоканального

Кінець таблиці 2.2 – Параметри блоку живлення БП14

Коефіцієнт температурної нестабільності вихідної напруги в робочому діапазоні температур	$\pm 0,025 \% / ^\circ \text{C}$
Робочий діапазон температур	20...+50 °С
Електрична міцність ізоляції-вхід-вихід (діюче значення).	2 к

Для контролю рівня води обрано сигналізатор рівня САУ-М6. Його зовнішній вигляд наведено на рис. 2.17. Він є функціональним аналогом приладів РОС 301 та ESP-50.



Рисунок 2.17 – Зовнішній вигляд сигналізатора рівня [33]

Функціональні можливості сигналізатора рівня:

- можливість інверсії режиму роботи будь-якого каналу;
- три незалежні канали контролю рівня рідини в резервуарі;
- підключення різних датчиків рівня – кондуктометричних, поплавкових.

Прилад випускається у корпусі настінного кріплення типу Н. Схема підключення зображена на рис. 2.18.

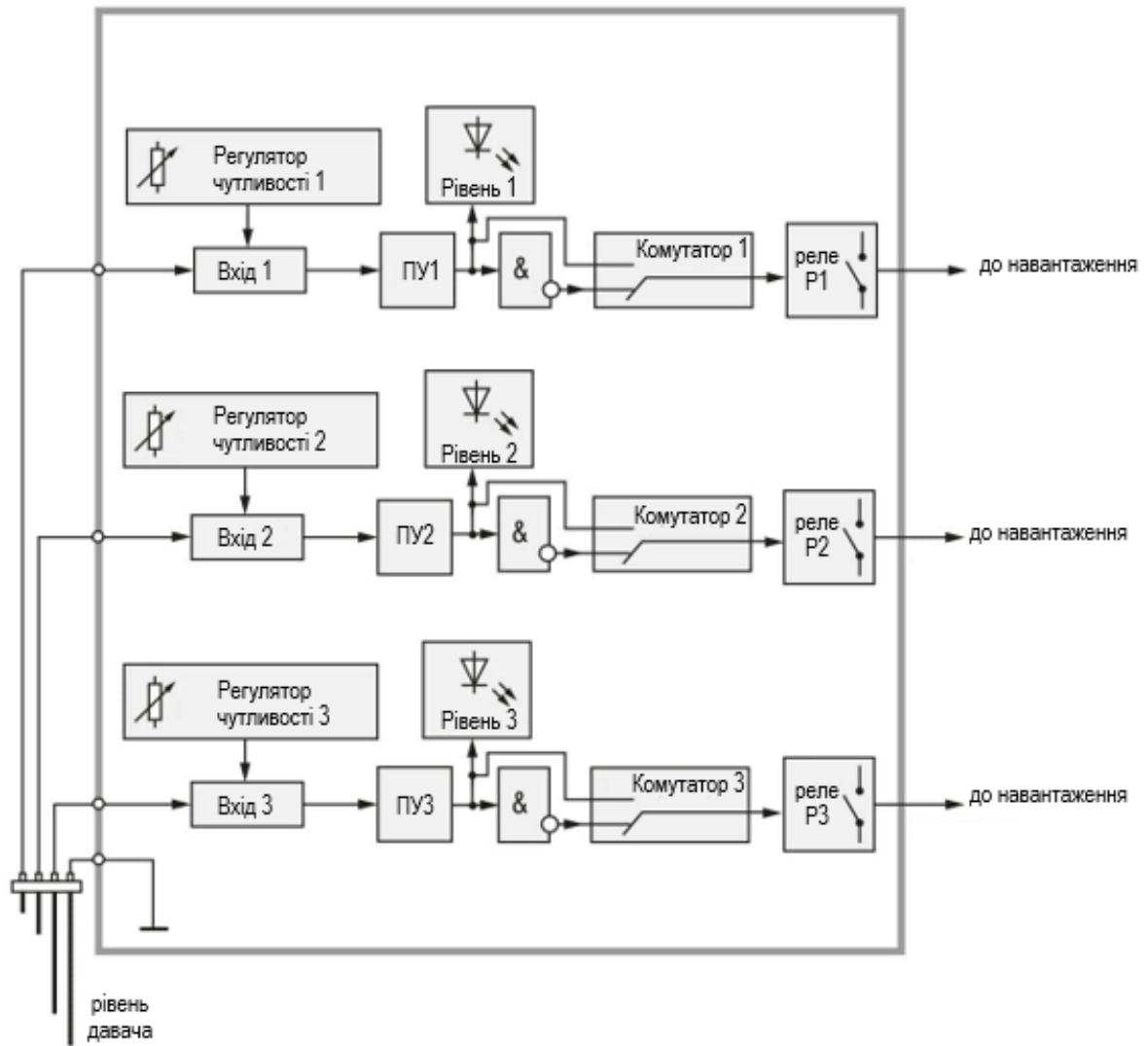


Рисунок 2.19 – Функціональна схема сигналізатора рівня

Можливість функціонувати із різними рідинами:

- водопровідна вода;
- дистильована вода;
- забруднена вода;
- харчовими продуктами:
 - а) лужними;
 - б) слабокислотними та ін.
- МОЛОКОМ ТОЩО.

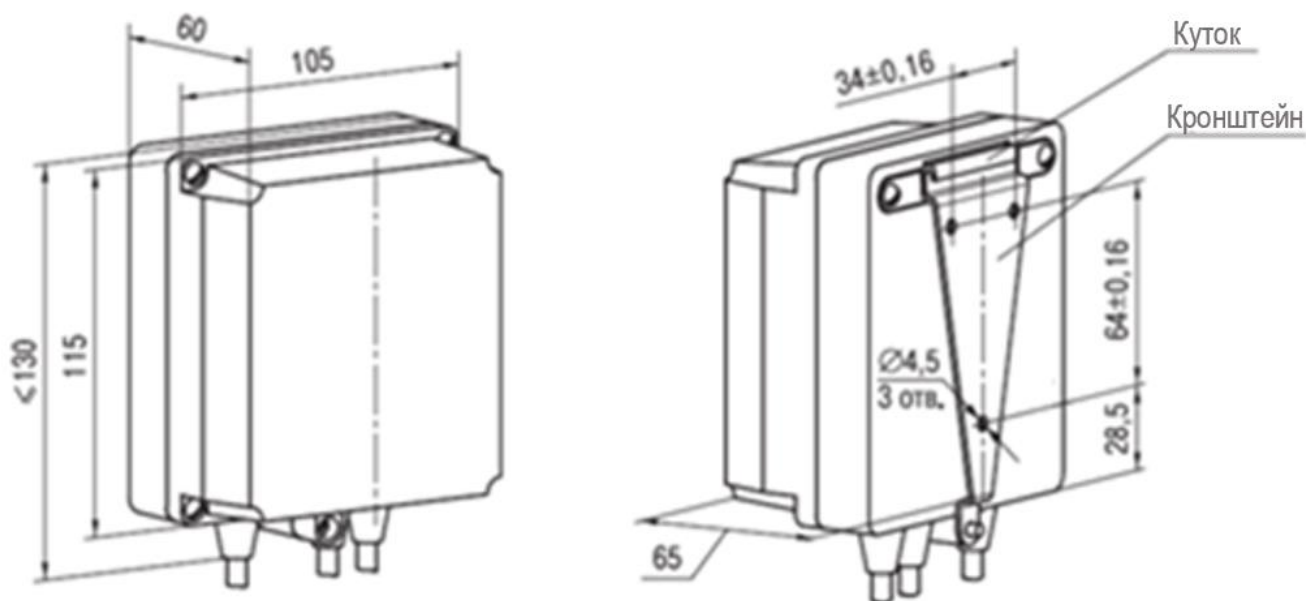


Рисунок 2.20 – Креслення габаритне сигналізатора рівня

Технічні характеристики приладу сигналізатора рівня наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики сигналізатора рівня

Номінальна напруга живлення приладу	220 В
Частота напруги живлення	50 Гц
Допустимі відхилення напруги живлення від номінального значення	-15...+10 %
Потужність	не більше 6 ВА
Кількість вбудованих вихідних реле	3
Кількість каналів контролю рівня	3
Максимально допустимий струм, що комутується контактами вбудованого реле	4 А при 220 50 Гц ($\cos > 0,4$).

Для збільшення кількості дискретних входів/виходів, що обслуговуються одним контролером використовуються модулі дискретних входів/виходів SIEMENS SIMATIC SM 1223. Зовнішній вигляд наведено на рис. 2.21.



Рисунок 2.21 – Модуль дискретних входів/виходів SIEMENS SIMATIC SM 1223 [34]

Модулі дискретних входів/виходів SIEMENS SIMATIC SM 1223 виконують перетворення:

- входних дискретних сигналів контролера у його внутрішні логічні сигнали;
- внутрішніх логічних сигналів контролера в його вихідні дискретні сигнали з відповідними параметрами.

В основі дії давачів гідростатичного тиску знаходиться п'єзоелектричний ефект гетероепітаксiальної плівки кремнію. Така плівка вирощується зі штучного сапфіру на поверхні монокристалічної пластини. Основою всіх сенсорних блоків давачів сімейства "Метран" є чутливий елемент із монокристалічною структурою кремнію на сапфірі.

Електронний перетворювач може бути повернутий на 90° проти годинникової стрілки щодо вимірювального блоку із встановленого положення для кращого огляду РК-дисплея та полегшення доступу до двох відсіків електронного перетворювача.

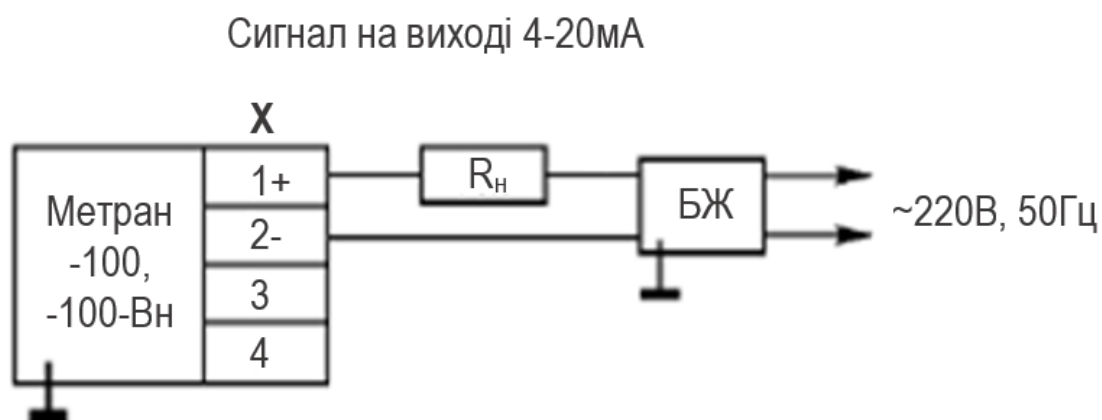


Рисунок 2.26 – Схема зовнішнього електричного з'єднання давача Метран 100-ДГ 1541, де R_n - опір навантаження чи сумарний опір всіх навантажень у системі управління; X – роз'єм або клемна колодка; БЖ – джерело живлення постійного струму

Розрахуємо параметри АЦП, що потрібно використовувати для перетворення аналогових сигналів у цифровий.

Основні параметри АЦП:

- максимальну вхідну напругу U_{max} ,
- роздільна здатність Q ;
- кількість розрядів коду n ,

– похибка перетворення.

Розрядність АЦП визначаємо за наступним виразом (2.7):

$$n = \log_2 N \quad (2.7)$$

де N - кількість квантових рівнів - дискрет;

Обираємо АЦП з кількістю розрядів $n=16$. Визначимо роздільну здатність АЦП за (2.8), тобто значення вхідної напруги, що відповідає значенню логічної «1» в молодшому розряді вихідного коду:

$$Q = \frac{U_{\text{вх}}}{2^n - 1}, \quad (2.8)$$

де $2^n - 1$ – максимальна вага вхідного коду, $U_{\text{вх}} = U_{\text{max}} - U_{\text{min}}$.

При значеннях $U_{\text{max}} = 10\text{В}$, $U_{\text{min}} = 0\text{В}$, $n=16$ роздільна здатність АЦП за 2.8 становитиме:

$$Q = \frac{10}{2^{16} - 1} = 0,15 \text{ мВ}.$$

Для підвищення точності перетворення цифрового сигналу з аналогового потрібно обрати АЦП з більшим значенням розрядів n .

Відносне значення роздільної здатності становитиме (2.9):

$$\theta_{\text{АЦП}} = \frac{\Delta}{U_{\text{max}}} = \frac{1}{2^{n-1}} = \frac{1}{2^{16-1}} = 0,2 \cdot 10^{-4}, \quad (2.9)$$

де Δ - найменша помітна сходинка вхідного сигналу.

Тому, Δ - найменша сходинка вхідного сигналу. АЦП сигнал меншого значення не зареєструє. Отже роздільну здатність ототожнюють з чутливістю АЦП.

Похибка перетворення має наступні складові:

- статичну;
- динамічну.

У свою чергу статична складова включає:

- інструментальну похибку, що спричинена неідеальністю елементів, та викликана принципом подання сигналу квантованими рівнями, які посунені один по відношенню до іншого на певний обраний інтервал;
- методичну похибку квантування (дискретності).

Роздільна здатність це і є інтервал квантування. В загальному випадку найбільша похибка квантування може становити половину роздільної здатності (2.10):

$$\delta_{\text{кв}} = \pm \frac{Q}{2} = \frac{0,15}{2} = \pm 0,075 \text{ мВ.} \quad (2.10)$$

Максимальне значення відносної похибки квантування становитиме (2.11):

$$\delta_{\text{кв}} = \pm 0,5 \frac{1}{2^n - 1} = 0,5 \frac{1}{2^{16} - 1} = \pm 0,1 \cdot 10^{-4}. \quad (2.11)$$

Значення інструментальної похибки є більшим за значенням похибки квантування. При цьому статична повна абсолютна похибка становить (2.12):

$$\delta_{\text{ст}} = \pm \frac{U_{\text{max}}}{2^n - 1} = \frac{10}{2^{16} - 1} = \pm 0,15 \cdot 10^{-3}. \quad (2.12)$$

Повна відносна статична похибка визначається за (2.13):

$$\delta = \pm \frac{\delta_{ст}}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100\% = \frac{0,15 \cdot 10^{-3}}{10} \cdot 100\% = \pm 0,15 \cdot 10^{-2}\%. \quad (2.13)$$

2.4 Висновки до другого розділу

Другий розділ кваліфікаційної роботи присвячено розробці структурної та функціональної схем автоматизованої системи очищення стічних вод. Показано, що для функціонування автоматизованої системи потрібно використовувати контролер для управління, датчикову апаратуру та виконавчі механізми. Проведено розрахунок регулюючого органу та параметрів АЦП.

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			47

3 АЛГОРИТМІЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

3.1 Розробка алгоритму керування для мікропроцесорної системи автоматичного керування

Блок-схема алгоритму функціонування автоматизованої системи наведена на рисунку 3.1.

У системі передбачено два режими управління автоматизованою системою очищення стічних вод: ручний, автоматичний. У ручному режимі є можливість управління механізмом електричним одноперевертним фланцевим, а також можливість управління клапанами. Після ввімкнення мікроконтролера згідно блок-схеми здійснюється ініціалізація змінних, опитування модулів та зчитування даних з входів. Далі відбувається запис вихідних даних та формування за послідовними інтерфейсами відповідних сигналів. Алгоритм заціклюється на зчитування даних з входів або здійснюється завершення роботи.

В пристрій керуючого обчислювального пристрою надходить інформація з виходів відповідних елементів у цифровому вигляді через перетворювачі. У цьому пристрої із використанням спеціальних програм, отримана інформація обробляється та моделюється «поведінка» автоматизованої системи управління.

Алгоритм повинен виконувати наступні функції:

- отримання вхідних даних про заплановану дію на об'єкт управління;
- отримання інформації про результати управління системою;
- збір, обробка, аналіз та збереження отриманих даних;
- прийняття рішень на основі отриманих даних;
- формування управляючого сигналу у канал управління.

3.2 Розробка програми для автоматизованої системи очищення стічних вод

Для очищення стічних вод обрано фізико-хімічний метод очищення. Автоматизована система очищення стічної води працює наступним чином. Після натискання кнопки «СТАРТ» відбувається ввімкнення клапану Кл1. Після цього відбувається потрапляння стічної води у резервуар. Резервуар наповниться до межі, що обмежується сигналом з давача рівня ДР. У резервуар також подаються необхідні реагенти для очищення води, які потрапляють у резервуар після відкриття клапану Кл2. Їх об'єм регулюється показами давача рівня ДР. При спрацюванні давача рівня ДР на певному значенні завершується етап заповнення резервуару стічною водою та необхідними реагентами. Після цього формується сигнал з мікроконтролера, за яким вмикається мішалка ПМ. Тривалість роботи мішалки ПМ задається величиною витримки часу у таймері. Після завершення часу витримки, тобто часу перемішування стічної води та реагентів, вмикається клапан Кл3 та відбувається витік вже очищеної води. Схема резервуару очищення із давачем рівня та клапанами наведена на рисунку 3.2.

Використання контролерів LOGO! дозволяє проводити їх програмування на виконання задач на мовах:

- релейно-контактних схем РКС (LAD–Ladder Diagram);
- функціональних блокових діаграм ФБД (FBD).

Для програмування контролера Siemens LOGO! обрано середовище програмування LOGO! Soft Comfort. Програму створено на мові FBD (рис. 3.3).

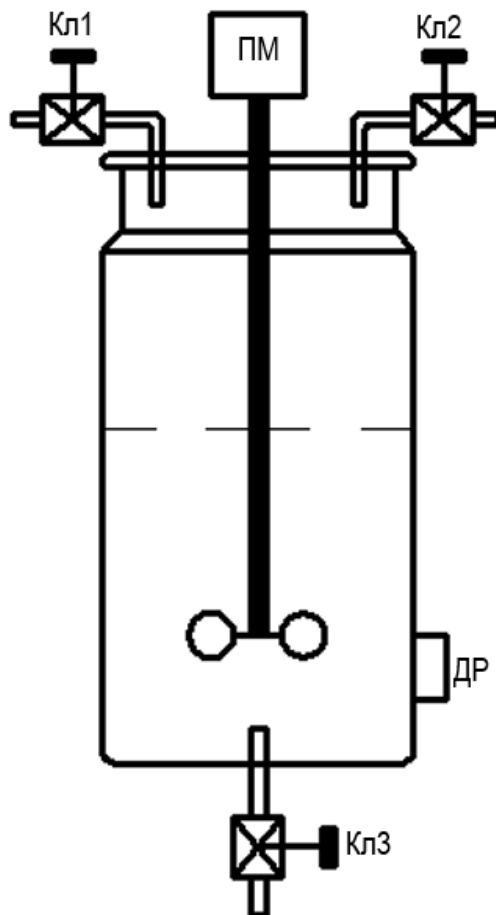


Рисунок 3.2 – Схема резервуару очищення
із давачем рівня та клапанами

На основі вхідних сигналів формуються вихідні сигнали мікроконтролера. Вони представлені Q1, Q2, Q3 і Q4. Сформовані сигнали призначені для управління виконавчими елементами автоматизованої системи. Для задання тривалості роботи мішалки приводу потрібно використовувати таймер. Він представлений блоком В009. Його запуск відбувається при спрацюванні давача рівня, що відповідає максимально встановленому наповненню, тобто стічна вода та реагенти вже знаходяться у резервуарі. Блоки В003 та В005 – це RS-тригери.

фіксованого стану. Тобто при відпусканні кнопки, сигнал знову повертається у стан логічного «0». Тому, щоб не утримувати кнопку тривалий час у ввімкненому положенні, потрібно стан кнопки запам'ятати. Доцільно це зробити за допомогою RS-тригера В003, шляхом подачі сигналу ввімкнення на вхід встановлення S (Set).

Об'єднані кон'юнктором В002 вихідний сигнал В003 та інвертований вихідний сигнал давача рівня ДР, забезпечать відкритий стан Кл1 до моменту досягнення значення на виході давача, що відповідає рівню 2, тобто наповнення резервуару стічною водою (рис. 3.4).

Вхідні сигнали мікроконтролера формуються на основі ввімкнення кнопки «СТАРТ» та показів давача рівня. Сигнал при ввімкненні кнопки – I_1 . Розрізняють 3 значення рівня, вони представлені сигналами I_2, I_3, I_4 .

Коли на виході давача рівня ДР встановиться сигнал, що відповідає рівню наповнення 2, тобто сигнал $I_2=1$, пройшовши через інвертор В001, він встановить значення логічного «0» (замість логічної «1») з верхнього входу В001 і клапан Кл1 перейде у вимкнене положення.

З цього моменту відбувається ввімкнення другого клапану Кл2. Це забезпечує кон'юнктор В008. Ситуацію характеризують кожен стан всіх трьох входів і складається наступним чином:

– стічна вода залита, тому давач рівня ДР продовжує залишатися в стані, що відповідає одиничному значенню сигналу I_3 ;

– логічній одиниці дорівнює вихідний сигнал тригера В003, так як кнопка «СТАРТ» була натиснута на старті циклу роботи, Сигнал скидання тригера поки ще не надійшов.

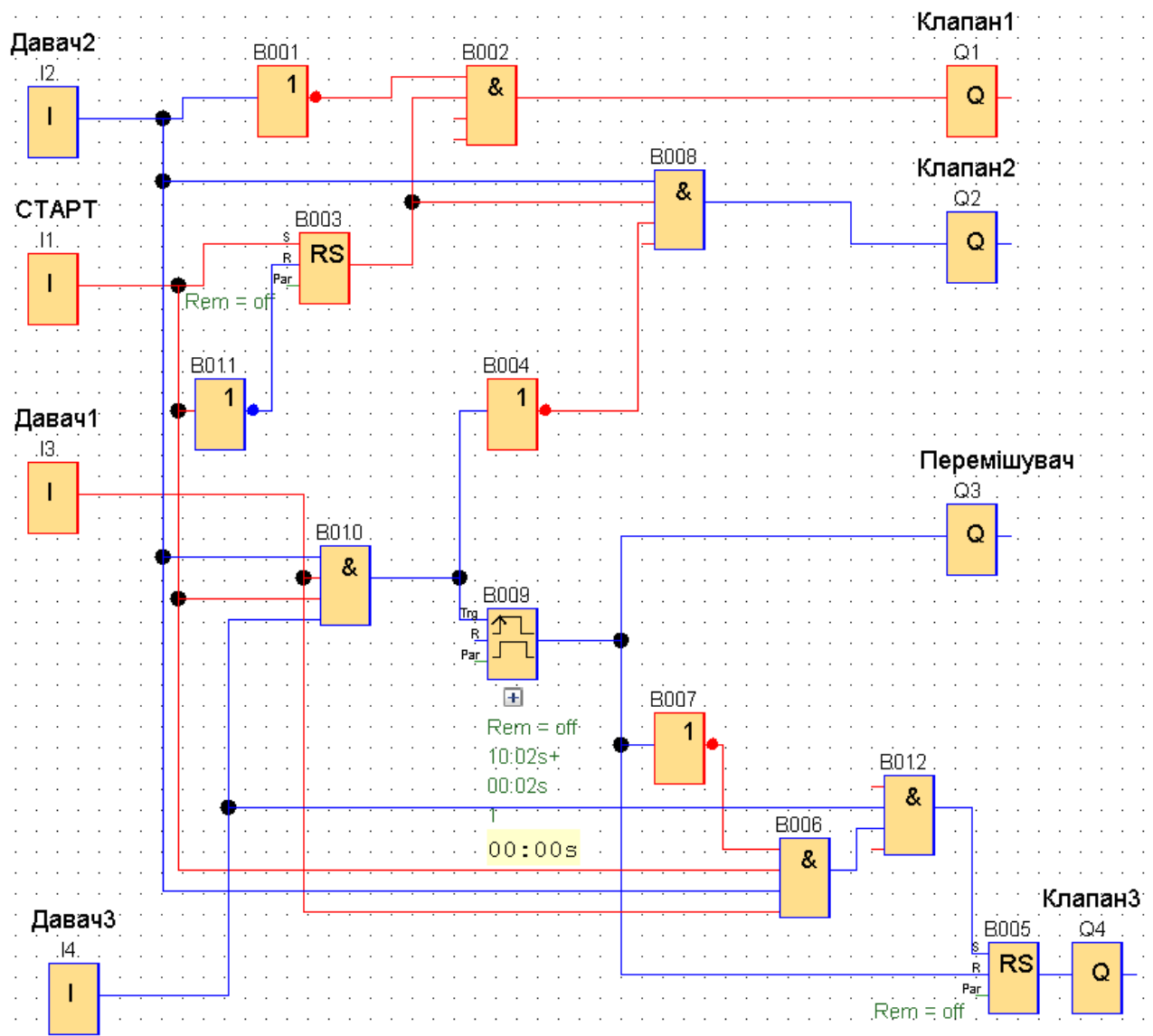


Рисунок 3.4 – Зображення процесу симуляції: встановлення клапану Кл1у відкрите положення

Цих двох ланцюгів було б цілком достатньо для відкриття Кл2. Але потрібно врахувати той факт, що при досягненні рівня заповнення резервуару реагентами, клапан Кл2 повинен бути вимкнений. При цьому має відбуватись перемішування стічної води з реагентами. Тому додатково введено сигнал I₄, що відповідає сигналу давача при заповненні резервуару, який подається на кон'юнктор B010 (рис. 3.5)

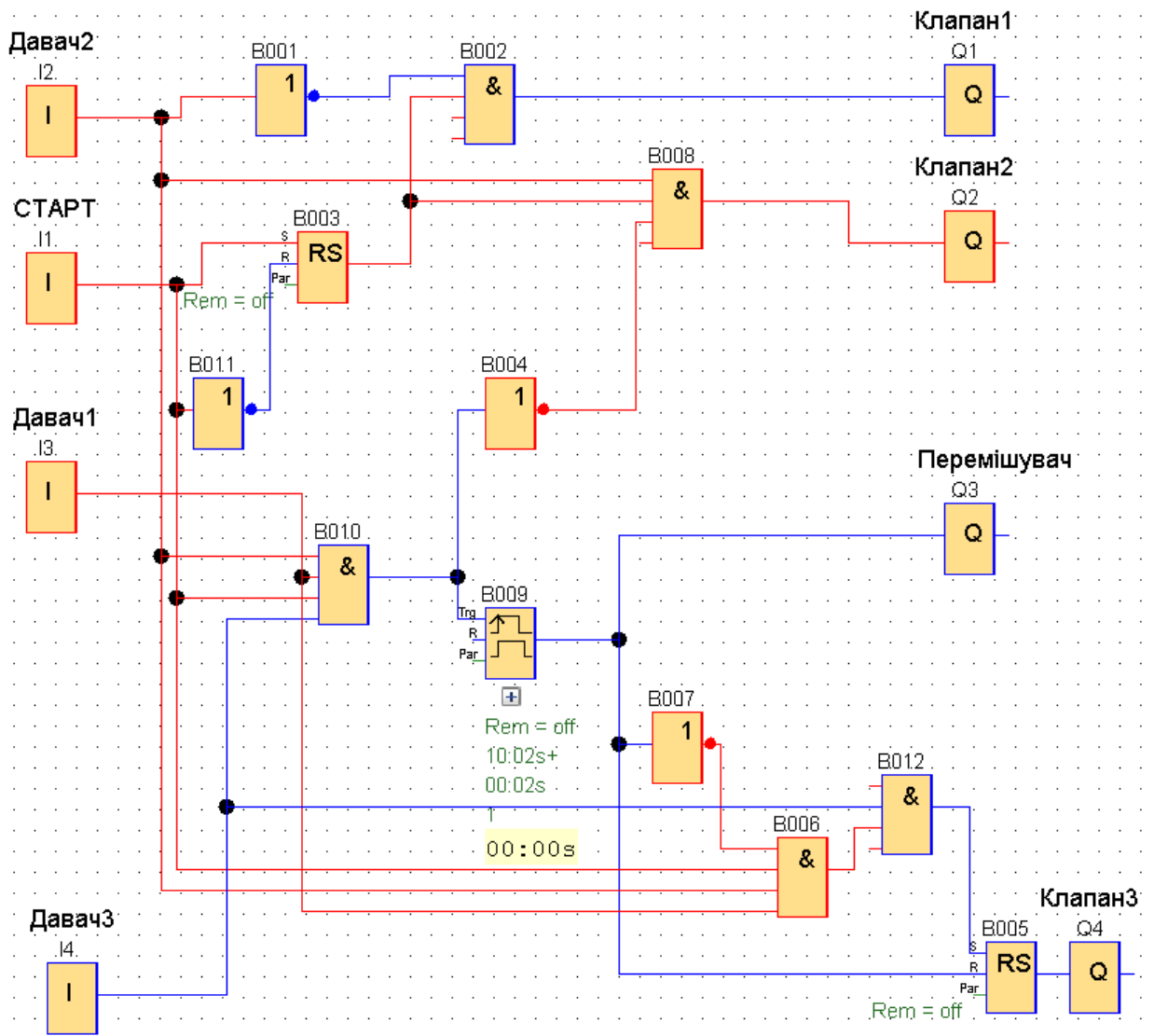


Рисунок 3.5 — Зображення процесу симуляції: встановлення клапану Кл2 у відкрите положення

При досягненні суміші стічної води та реагента рівня 3, давач рівня подає відповідний сигнал, а всі клапани переходять у закритий стан. Цьому рівню відповідає значення I₄. При цьому відбувається ввімкнення перемішувача на заданий період часу (оберемо час 10 с). За допомогою таймера В009 забезпечується відлік заданого часового інтервалу (рис. 3.6).

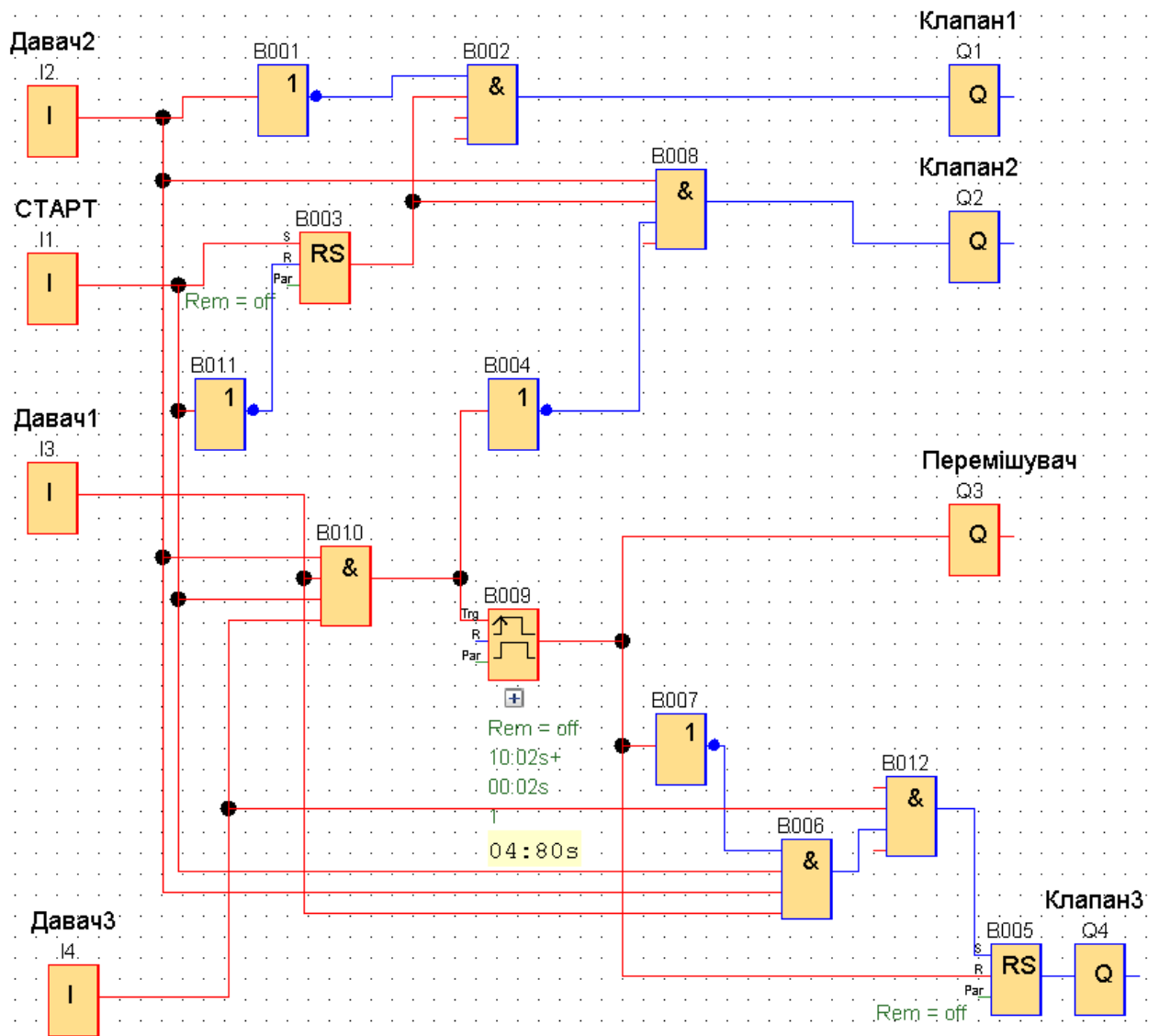


Рисунок 3.6 — Зображення процесу симуляції: встановлення всіх клапанів у закриті положення, запуск перемішувача

По завершенню відведеного часу перемішувач вимикається та відкривається клапан Кл3 і очищена вода витікає із резервуару (рис. 3.7).

3.4 Висновки до третього розділу

Третій розділ кваліфікаційної роботи присвячено розробці алгоритму функціонування автоматизованої системи очищення стійної води, побудовано блок-схему функціонування системи та розроблено програмний код управління автоматизованою системою на мові FBD [37, 38] у середовищі LOGO! Soft Comfort [39]. Програма дозволяє управляти станами автоматизованої системи:

- наповнення резервуару стічною водою;
- додавання необхідного об'єму реагента для проведення очищення води фізико-хімічним методом;
- перемішування стічної води з реагентом протягом встановленого часу;
- злив очищеної води у навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Чуб І. М. Мікробіологія і хімія води : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 122 с
2. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування : монографія. Київ : Видво Українського фітосоціологічного центру, 2013. 297 с
3. Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Білінська І.С. Мікробіологія : підручник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 360 с.
4. Гудзенко Т.В. та ін. Мікробіологічна і санітарнохімічна характеристика стічних вод фармацевтичного підприємства. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2021. № 2. С. 40–53.
5. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод : навч. посібник. Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. 622 с.
6. Смірнова О. Л., Лещенко С. А. Ресурсозберігаючі електрохімічні виробництва : навчальний посібник. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2019. 120 с.
7. Водопостачання та водовідведення промислових підприємств : навчальний посібник / Уклад.: Прутцьков Д.В та ін. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2018. 194 с.
8. Водопостачання та водовідведення : курс лекцій / Укладач: О.В. Рибалова. Х: НУЦЗУ, 2017. 195с.
9. Фізико–хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський та ін. К.: Лібра, 2000.
10. Гіроль М. М., Гіроль А. М., Гіроль А. М. Технології водовідведення промислових підприємств : навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 625с.
11. Айрапетян Т. С. Технологія очистки стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 120 с.

					КвРАКІТ. 2019051.01.12 ПЗ	
		№ докум.	Підпис			

12. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник / В. Г. Петрук та ін. Херсон : Олді-плюс, 2019. 298 с.

13. Біотехнологія очищення стічних вод. URL: https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/pl_3_4.pdf

14. Біологічне очищення стічних вод. URL: https://pidru4niki.com/1333122241666/ekologiya/biologichne_ochischennya_stichnih_vod

15. Технології захисту водного середовища : навчально-методичний посібник / укладачі: О.В. Степова, Г.Г. Трохименко. Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». 2022. 306 с.

16. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.

17. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Дейкун І.М. Очисні споруди. Основи проектування : навч. посіб. К.: НТУУ „КПІ”, 2007.

18. Гомеля М.Д., Радовенчик В.М., Шаблій Т.О. Основи проектування очисних споруд : навч. посіб. К.: ТОВ „Інфодрук”, 2013. 175 с.

19. Пушкар, М.С. Проценко С.М. Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник. Д.: Національний гірничий університет, 2013. 268 с.

20. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування : навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2010. 557 с.

21. Черевко О.І., Кіптєла Л.В., Михайлов В.М. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Харків: ХДУХТ, 2014. 186с.

22. Ельперін І. В., Пупєна О. М., Сідлецький В. М., Швед С. М. Автоматизація виробничих процесів : підручник. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харчових технологій. Київ : Ліра-К, 2019. 378 с.

34. SIMATIC S7-1200, модуль дискретного вводу-виводу SM 1223, 8DI AC / 8DO RLY, 8DI ~120/230 В, 8DO, реле 2А. URL: <https://abr.com.ua/simatic-s7-1200-modul-dyskretnogo-vvodu-vyvodu-sm-1223-8di-ac-8do-rly-8di-120-230-v-8do-rele-2a-6es7223-1qh32-0xb0>

35. Механізми виконавчі електричні МЕВ, МЕОФ. URL: <https://ukrspecavtomat.com.ua/uk/products/mehanizmyi-ispolnitelnyie-meo-meof/>

36. Датчик тиску МЕТРАН-100. URL: <http://standart-m.com.ua/kipia/datchiki-davleniya/datchik-davleniya-metran-100/?mova=uk>

37. Тігарєв А.М. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Програмування ПЛК. Вивчення мови функціональних блокових діаграм (FBD). Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2016. 32 с.

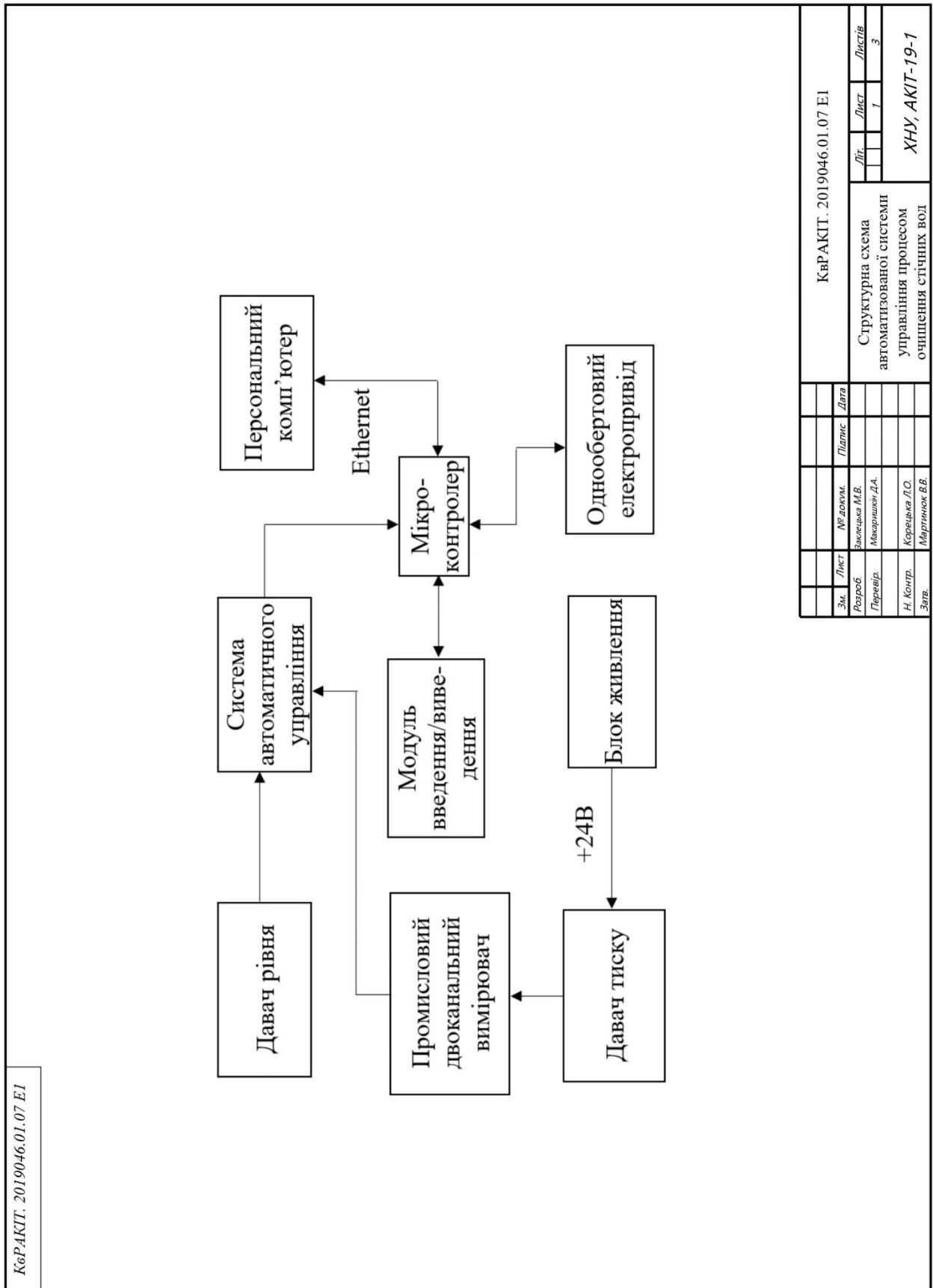
38. Невлюдов І.Ш., Новоселов С.П., Сичова О.В. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS : навчальний посібник. Харків : ХНУРЕ, 2019. 264с.

39. Siemens. LOGO!Soft Comfort Online Help. Operating Instructions URL: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/852/109768852/att_990434/v1/Help_en-US.pdf

40. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки щодо її виконання для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Ю.В. Форкун, Г.І. Радельчук, І.В. Форкун, А.С. Каштальян, В.В. Мартинюк. Хмельницький : ХНУ, 2020. 50 с.

Додаток А

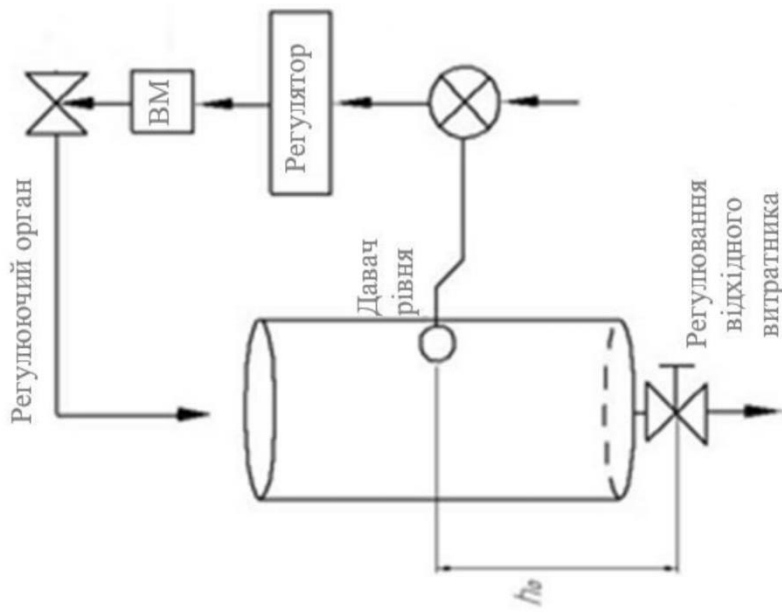
Структурна схема автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод



Додаток Б

Функціональна схема автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод

КвРАКТ. 2019046.01.07 Е2

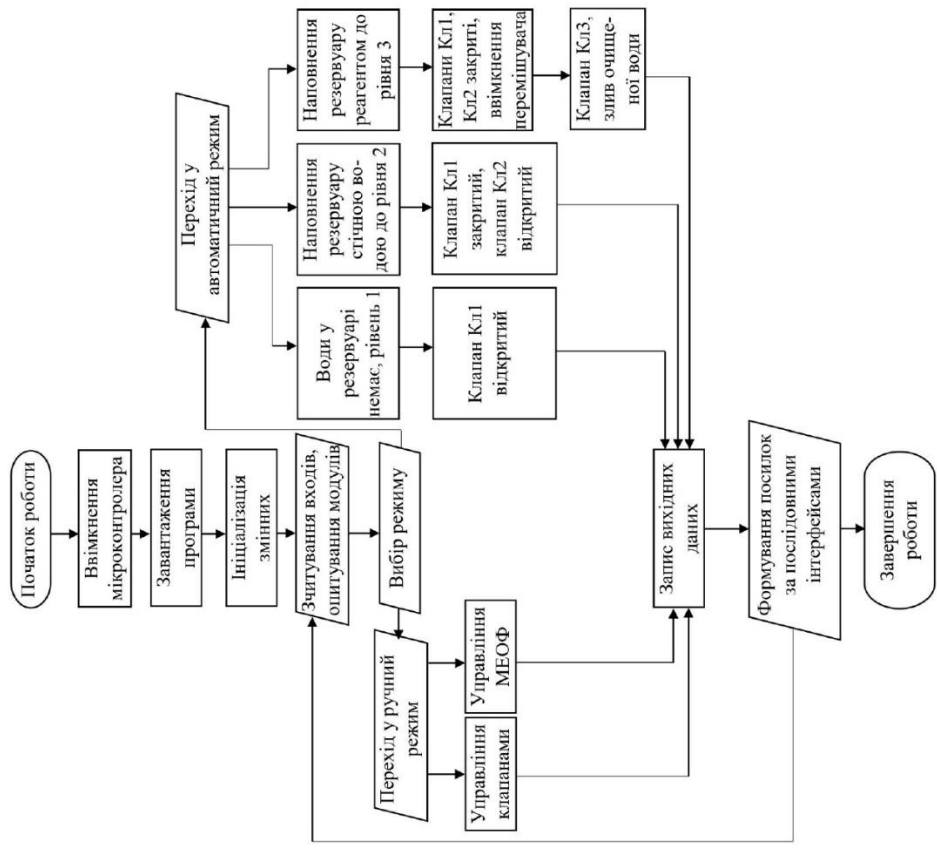


		КвРАКТ. 2019046.01.07 Е2	
Зм.	Лист	№ док.	Підпис
Розроб		Зачека М.В.	Дата
Перевір.		Минершин Д.А.	
Н. Контр.		Корсунь Л.О.	
Затв.		Мартинюк В.В.	
		Функціональна схема автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод	
		Лист	Листів
		2	3
		ХНУ, АКІТ-19-1	

Додаток В

Алгоритм функціонування автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод

КвРАКІТ. 2019046.01.07 Е8



КвРАКІТ. 2019046.01.07 Е8	
Лист	Лист
№ док.м.	Листів
Зав.роб	3
Перевір.	3
Н. Контр.	Листів
Зав.	3
Алгоритм функціонування автоматизованої системи управління процесом очищення стічних вод	
ХНУ, АКІТ-19-1	

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:
20.06.2023 10:07:02 EEST

Дата звіту:
20.06.2023 10:35:18 EEST

ID перевірки:
1015652762

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005862

Назва документа: **Заклецька**

Кількість сторінок: 64 Кількість слів: 6642 Кількість символів: 50196 Розмір файлу: 2.45 MB ID файлу: 1015298395

109 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

3% Схожість

Найбільша схожість: 0.5% з Інтернет-джерелом (<https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/88502/1/M>).

2.6% Джерела з Інтернету 126 Сторінка 66

0.96% Джерела з Бібліотеки 6 Сторінка 66

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання 1 Сторінка 66

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 30

Підозріле форматування 12 сторінок

Anti-Plagiarism v-15.257**Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%****Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 10%**

ID: 117254 Назва: БКР Автоматизована система керування очищення стічних вод Додано в БД: 2023-06-20 Автора: Марія ЗАКЛЕЦЬКА Керівники: Денис МАКАРИШКІН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	41612	439	3074 (7%)	45 (10%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Заклецька Марія Віталіївна

Тема: Автоматизована система керування очищення стічних вод

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 63

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: проаналізовано сучасний стан автоматизації процесу керування очищення стічних вод, спроектовано автоматизовану систему очищення стічних вод, наведено алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої системи очищення стічної води

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено ознайомлення із основами функціонування систем очищення стічних вод, можливість автоматизації процесу очищення та аналіз сучасних методів очищення стічних вод. Встановлено, що процес очищення є досить складним та тривалим, потребує поєднання декількох методів очищення: використання фільтрів, фізико-хімічні методи та ін. У другому розділі розроблено структурну та функціональну схеми автоматизованої системи очищення стічних вод. Показано, що для функціонування автоматизованої системи потрібно використовувати контролер для управління, датчикову апаратуру та виконавчі механізми. У третьому розділі розроблено алгоритм функціонування автоматизованої системи очищення стічної води, побудовано блок-схему функціонування системи та розроблено програмний код управління автоматизованою системою на мові FBD у середовищі LOGO! Soft Comfort.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється огляду існуючих технічних рішень

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

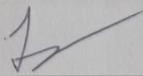
7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (4,75/A)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Тюла І.В.,
доцент кафедри фізики та електротехніки, ХНУ

"10" 06 2023 р.

 (підпис)

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
РОБОТОТЕХНІКИ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система керування очищення стічних вод
 Автор: Заклецька Марія Віталіївна
 Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
 Науковий керівник: Макаришкін Денис Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноновживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

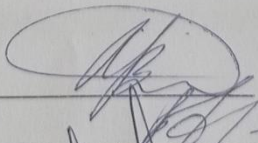
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 3% і адресується до 132 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

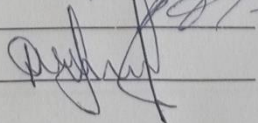
Дата 2006-00d3p.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи





Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Денис МАКАРИШКІН

Завідувачу кафедри АКІТтаР
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Заклецька М.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

02.06.2023р.

дата

MZP

підпис