

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод

Назва теми

КВРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ

Рівень вищої освіти перший

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

Виконав:

студент III курсу, група АКІТс-22-1

Підпис

Олег ЗУБЧЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
зав. кафедри АКІТтаР

Підпис

Валерій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«20» червня 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКІТтаР

Валерій МАРТИНЮК

07 лютого 2025р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Зубченко Олег Олегович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема роботи Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод

Керівник роботи Корецька Людмила Олександрівна, канд., техн. наук

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. №23

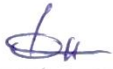



2 Строк подання студентом роботи на кафедру 02.06.2025р.

3 Вихідні дані до роботи завдання на кваліфікаційну роботу

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Аналіз існуючих методів очищення забруднених вод. Розробка алгоритмічного забезпечення автоматизованої системи керування попереднім очищенням промислових забруднених вод. Проектування системи моніторингу та керування процесом попереднього очищення води. Висновки

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
презентаційні матеріали (слайди)

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 07 лютого 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строк виконання	Примітка
Вступ	15.02.2025р.	Виконано
1 Аналіз існуючих методів очищення забруднених вод.	07.03.2025р.	Виконано
2 Розробка алгоритмічного забезпечення автоматизованої системи керування попереднім очищенням промислових забруднених вод.	17.04.2025р.	Виконано
3 Проектування системи моніторингу та керування процесом попереднього очищення води.	27.05.2025р.	Виконано
Висновки	30.05.2025р.	Виконано

Студент



Підпис

Олег ЗУБЧЕНКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи



Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод.

Автор роботи: Зубченко Олег Олегович.

Керівник роботи: Корецька Людмила Олександрівна

Пояснювальна записка: 70 с., 22 рис., 4 табл., 44 джерел.

Графічна частина: 9 презентаційних слайдів.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД,
АЛГОРИТМ, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА

Мета роботи: Метою кваліфікаційної роботи є проектування автоматизованої системи керування очищенням промислових забруднених вод. У процесі виконання кваліфікаційної роботи було вирішено такі завдання: проведено опис та аналіз технології попереднього очищення промислових забруднених вод; розроблено функціональну схему автоматизованої системи керування; здійснено вибір програмованого логічного контролера та вимірювальних засобів; здійснено розробку інтерфейсу у SCADA системі.



Підпис студента



Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД	6
1.1 Екологічна небезпека промислових забруднених вод та значення їх очищення	6
1.2 Методи очищення забруднених вод	10
1.2.1 Механічний метод очищення	13
1.2.2 Фізичний метод очищення	15
1.2.3 Хімічний метод очищення	16
1.2.4 Біологічний метод очищення	18
1.2.5 Фізико-хімічний метод очищення	19
1.3 Висновки до першого розділу	20
2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОПЕРЕДНІМ ОЧИЩЕННЯМ ПРОМИСЛОВИХ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД	21
2.1 Розробка технологічної схеми очищення промислових забруднених вод	21
2.2 Розробка алгоритму очищення промислових забруднених вод	32
2.2 Розробка технологічного процесу	34
2.3 Розробка структури автоматизованої системи	36
2.5 Вибір компонентної бази	39
2.5.1 Вибір контролера	39
2.5.2 Вибір давачів та аналізатора рН	44
2.6 Висновки до другого розділу	49

КвРАКІТ.2022120.01.06 ПЗ								
Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата		Літ.	Лист	Листів
				10.06.25	Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод	1	2	2
Розроб.		Зубченко О.О.						
Перевір.		Корецька Л.О.		10.06.25	Пояснювальна записка	ХНУ, АКІТс-22-1		
Н. Контр.		Корецька Л.О.		10.06.25				
Затв.		Мартинюк В.В.		10.06.25				

ВСТУП

Очищення промислових забруднених вод є одним із пріоритетних завдань у сфері охорони навколишнього природного середовища. Зростання обсягів промислового виробництва, урбанізація, інтенсифікація сільського господарства та збільшення чисельності населення призводять до істотного навантаження на водні ресурси. У зв'язку з цим проблема ефективної очистки промислових забруднених вод набуває особливої актуальності як на глобальному, так і на регіональному рівнях.

У сучасних умовах індустріалізації та розвитку виробничих потужностей зростає кількість і складність промислових забруднених вод, що надходять до водних екосистем. Промислові підприємства є одним з основних джерел забруднення довкілля, оскільки у процесі виробництва утворюються значні обсяги промислових забруднених вод, які містять широкий спектр токсичних компонентів – важкі метали, нафтопродукти, феноли, сірководень, хлорорганічні сполуки, барвники, кислоти, луги тощо.

Без ефективного очищення промислові забруднені води становлять серйозну загрозу для водних ресурсів, ґрунтів, атмосфери, а також для здоров'я населення, яке проживає поблизу промислових зон. Потрапляння недостатньо очищених або необроблених промислових забруднених вод у природні водойми призводить до деградації екосистем, порушення балансу водної флори і фауни, накопичення токсичних речовин у харчовому ланцюгу, що в кінцевому результаті відображається на якості життя людини.

У зв'язку з посиленням екологічного контролю, гармонізацією українського законодавства з європейськими стандартами, а також переходом на прин-

					КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ципи сталого розвитку, проблема очищення промислових забруднених вод є надзвичайно актуальною. Підприємства зобов'язані не лише знижувати обсяги водоспоживання, а й мінімізувати негативний вплив своїх відходів на довкілля.

Сучасні технології очищення промислових стоків, зокрема мембранні методи, сорбція, коагуляція, біологічна очистка та іонний обмін, дозволяють досягати високого ступеня очищення навіть складних і токсичних забруднень. Окрім цього, стає все більш актуальним підхід до ресурсозбереження – відновлення та повторне використання води й вилучення цінних компонентів із промислових забруднених вод.

Таким чином, впровадження ефективних систем очищення промислових забруднених вод є не лише екологічною вимогою, але й стратегічним інструментом зниження витрат, підвищення конкурентоспроможності підприємства та збереження природного середовища.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування автоматизованої системи керування очищенням промислових забруднених вод.

Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів очищення вод;
- обрати метод очищення вод;
- розробити алгоритмічне та програмне забезпечення автоматизованої системи.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД

1.1 Екологічна небезпека промислових забруднених вод та значення їх очищення

Промислові стічні води – це складна багатокomпонентна суміш, яка утворюється внаслідок різних технологічних процесів на виробництві. До їх складу входять відпрацьовані технологічні розчини, виробничі та промивні води, рідини з систем охолодження, стоки від хімічного водоочищення, а також вода, що утворюється під час миття обладнання, приміщень і під час транспортування чи нейтралізації промислових відходів [1, 2].

Висока складність і мінливість хімічного складу промислових стоків зумовлена значною різноманітністю джерел їх утворення. Основними чинниками, що впливають на якісний та кількісний склад забруднень, є:

- галузь промисловості та специфіка виробництва;
- режим роботи підприємства (перервний, безперервний, змінний);
- частота та обсяг залпових скидів;
- кількість та якість споживаної води;
- типи використовуваної сировини;
- методи зберігання та утилізації відходів.

Через велику різноманітність забруднюючих речовин виникає необхідність у виділенні та аналізі груп забруднень, які впливають на вибір методів очищення. Одним із найбільш ефективних підходів до первинної обробки таких вод є використання коагулянтів та флокулянтів. Їх ефективність прямо залежить від фізико-хімічних властивостей забруднень: концентрації завислих речовин, наявності органіки, рН середовища, температури, іонного складу тощо.

					КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, очищення промислових забруднених вод вимагає індивідуального підходу до кожного підприємства, що ґрунтується на попередньому аналізі складу стоків. Це дозволяє не лише забезпечити відповідність екологічним нормам, а й оптимізувати витрати на реагенти та обладнання.

1. Промислові забруднені води класифікуються залежно від типу забруднень, які в них переважають. Така класифікація є важливою для правильного вибору методів очищення, визначення необхідності попередньої обробки, а також для оцінки потенційної загрози для навколишнього середовища [3-5].

2. Умовно промислові стоки можна поділити на кілька основних груп [6-9]:

– стічні води підприємств важкої металургійної промисловості та виробництв мінеральних добрив – ці стоки, як правило, містять значні концентрації важких металів (свинець, кадмій, хром, нікель, мідь, цинк), а також неорганічні солі, кислоти, луги та залишки реагентів. Вони є токсичними та стійкими, важко піддаються біологічному розкладанню й потребують складних фізико-хімічних методів очищення.

– стічні води харчової, мікробіологічної та целюлозно-паперової промисловості – основними забрудненнями є органічні речовини природного походження: білки, жири, вуглеводи, клітковина, а також зважені частинки, що легко розкладаються. Такі стоки характеризуються високим біологічним кисневим споживанням і добре очищуються біологічними методами.

– стічні води нафтохімічної та фармацевтичної промисловості – ці стоки містять широкий спектр органічних синтетичних сполук, включно з токсичними, канцерогенними та біологічно стійкими речовинами: вуглеводнями, фенолами,

						КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

спиртами, альдегідами, барвниками, антибіотиками, гормонами. Для їх очищення застосовують комбіновані методи – сорбцію, окиснення, мембранні технології, адсорбцію та інші.

У таблиці 1.1 наведено класифікацію забруднених промислових вод за концентрації шкідливих речовин у ній. На рисунку 1.1 наведено рівень забруднення вод України.

Таблиця 1.1 – Класифікація забруднених промислових вод

Забруднені води	Вміст забруднень, мг/л
слабко концентровані	до 500
середньо концентровані	від 500 до 5000
концентровані	від 5000 до 30000
високо концентровані	від 30000

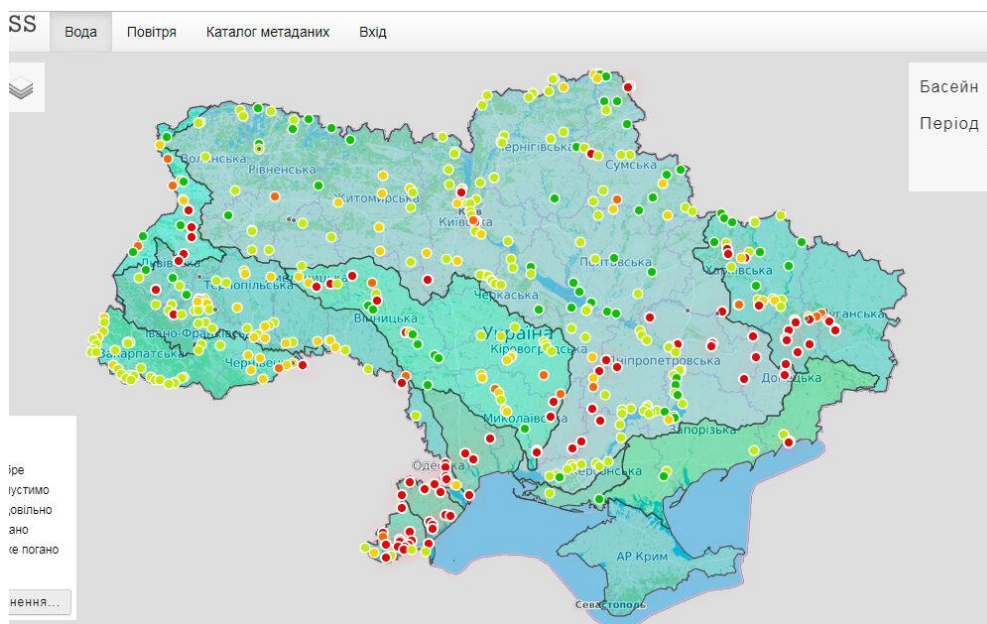


Рисунок 1.1 – Рівень забруднення вод України [10]

Одним із найнебезпечніших для довкілля та здоров'я людини чинників є забруднення природних водойм промисловими та комунально-побутовими стічними водами. Цей тип забруднення має особливо серйозні наслідки, оскільки забруднена вода потрапляє у річки, озера, підземні горизонти, порушуючи екосистеми, загрожуючи біорізноманіттю та створюючи потенційну небезпеку для населення. З кожним роком проблема забезпечення якості очищених промислових забруднених вод набуває все більшої актуальності через зростання антропогенного навантаження та посилення екологічного контролю.

Промислові, господарсько-побутові та зливові стоки містять широкий спектр токсичних речовин, зокрема: нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, олії, важкі метали (свинець, кадмій, ртуть, хром), феноли, пестициди, гербіциди та різноманітні органічні сполуки. Особливо небезпечними є іони важких металів та хлорорганічні сполуки, оскільки вони мають виражені мутагенні властивості, негативно впливають на репродуктивну систему, порушують ембріональний розвиток і мають здатність до накопичення в організмах.

Окрім хімічного, важливими є й інші види забруднення. Зокрема, механічне забруднення проявляється у вигляді зважених частинок і твердих включень; теплове – через підвищення температури води, що скидається у водойми; біологічне – через наявність патогенних мікроорганізмів; а в деяких специфічних галузях можливе й радіоактивне забруднення.

У сучасних умовах дедалі більшого значення набуває впровадження оборотного водопостачання – систем, у яких стічні води після очищення повторно використовуються у виробничому циклі. В деяких галузях промисловості до 90–95% стічної води повертається у використання, що значно зменшує загальне споживання природної води. Такі системи передбачають не лише очищення, але й

охолодження, знезараження та хімічну обробку води. У результаті вдається зменшити витрати водних ресурсів у 10–50 разів, що має вирішальне значення в умовах зростаючої водної кризи та необхідності екологічного балансу.

1.2 Методи очищення забруднених вод

Очищення забруднених вод – це сукупність технологічних процесів і заходів, спрямованих на видалення з води шкідливих домішок природного чи антропогенного походження з метою зниження негативного впливу на довкілля, забезпечення безпеки для здоров'я людини та можливості повторного використання водних ресурсів [11-13]

У результаті господарської та промислової діяльності вода забруднюється механічними, хімічними, біологічними та радіоактивними речовинами. Якщо така вода потрапляє у природні водойми без попереднього очищення, це може призвести до серйозних екологічних наслідків, включаючи загибель водної флори та фауни, порушення біоценозу, забруднення джерел питної води та нагромадження токсичних речовин у харчовому ланцюгу [14, 15].

Метою очищення є приведення складу води до нормативних вимог (ДСТУ, СанПіН, європейських директив), що дозволяє скидання у природні водойми, використання у технічних цілях або, за потреби, повторне застосування у виробничому циклі.

При розробці та впровадженні систем очищення промислових забруднених вод ключовим етапом є аналіз складу забруднень, що визначає доцільність застосування тих чи інших технологій. Класифікація домішок дозволяє систематизувати типи забруднень і на цій основі обрати ефективні методи їх видалення.

Залежно від фізико-хімічних властивостей, домішки, що містяться у промислових забруднених водах, поділяються на наступні основні групи [16-19]:

					КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- механічні домішки;
- органічні домішки;
- неорганічні домішки;
- біологічні забруднення;
- поверхнево-активні речовини (ПАР);
- нафтопродукти та масла.

У таблиці 1.2 наведено інформацію щодо типів домішок та методів очищення забруднених вод.

Таблиця 1.2 – Типи домішок та відповідні методи очищення промислових забруднених вод [20-22]

Тип домішок	Характеристика	Методи очищення
Механічні (зважені речовини)	Частки піску, глини, мулу, волокон, залишків сировини. Потрапляють у воду під час миття обладнання, сировини, зливу відходів	Відстоювання, фільтрація, гідроциклонування, сепарація
Органічні речовини	Сполуки природного або синтетичного походження: білки, жири, вуглеводи, спирти, феноли. Переважають для харчової, целюлозно-паперової, мікробіологічної промисловості.	Біологічне очищення (аеробне/анаеробне), ферментація, окиснення
Неорганічні сполуки	Солі важких металів (Pb, Cd, Cr, Ni, Zn), кислоти, луги, сульфати, фосфати. Характерні для металургії, гальваніки, виробництва мінеральних добрив.	Нейтралізація, коагуляція, осадження, іонний обмін

Методи очищення забруднених вод



Рисунок 1.2 – Класифікація методів очищення забруднених вод

1.2.1 Механічний метод очищення

Механічне очищення промислових забруднених вод – це процес, спрямований на видалення зі стоків нерозчинених мінеральних та органічних домішок, що містяться у вигляді завислих частинок, піску, волокон, жирів, уламків сировини тощо. Цей метод не змінює хімічного складу води, а ґрунтується виключно на фізичному розділенні фаз (вода – тверді включення) [24].

Сутність механічного методу полягає у застосуванні обладнання та пристроїв, які реалізують принципи гравітаційного осадження, фільтрації, ситації,

відцентрового поділу або флотації. Найпоширенішими пристроями для механічного очищення є решітки, ґратки, пісколовки, відстійники, фільтри, гідроциклони, нафтовловлювачі.

Відстоювання – це один із основних процесів механічного очищення промислових забруднених вод, який застосовується для видалення зважених та частково колоїдних домішок за рахунок сили гравітації. Процес полягає в тому, що тверді частинки, які мають вищу густину, ніж вода, осідають на дно відстійника, тоді як легкі включення (наприклад, жири, олії, плівки) спливають на поверхню.

У результаті відстоювання дисперсійне середовище розділяється на три основні шари: верхній шар – плівки, легкі речовини, що спливають; середній шар – очищена вода; нижній шар – осад зважених частинок, піску, мулу, продуктів коагуляції.

Для реалізації процесу відстоювання використовують спеціальні конструкції – відстійники, які класифікують за напрямом руху води на три основні типи: вертикальні відстійники – вода рухається знизу вгору; застосовуються при обмежених площах території; горизонтальні відстійники – вода рухається горизонтально; забезпечують триваліший час осадження, ефективні при великому дебіті стоків; радіальні відстійники – круглі у плані, з центральною подачею та периферійним відведенням води; використовуються для великих об'ємів.

На рисунку 1.3 представлено приклад вертикального відстійника, що широко застосовується для попереднього очищення промислових забруднених вод на підприємствах із середньою або низькою концентрацією завислих речовин.

Призначення механічного очищення полягає у підготовці промислових забруднених вод до наступних стадій очищення – біологічного, фізико-хімічного чи мембранного. Видалення крупнодисперсних частинок значно зменшує навантаження на очисні споруди, підвищує ефективність подальших процесів та забезпечує стабільність експлуатації обладнання.

ефективними при очищенні промислових забруднених вод, які містять кислоти, луги, токсичні метали, окислювальні або відновлювальні сполуки.

Незважаючи на обмежену кількість типів хімічних взаємодій, що реально відбуваються у промислових забруднених водах, методи очищення в межах цієї групи поділяють за принципом дії на: нейтралізацію – реакції кислот і лугів до утворення солей; окиснення – перетворення шкідливих речовин (наприклад, сірководню, ціанідів, амонійних сполук) у менш токсичні або нетоксичні форми; відновлення – зниження ступеня окиснення речовин, наприклад, перетворення Cr(VI) у Cr(III), або осадження металів з розчину.

На рисунку 1.5 наведено схематичне зображення пристрою для нейтралізації забруднення вод.

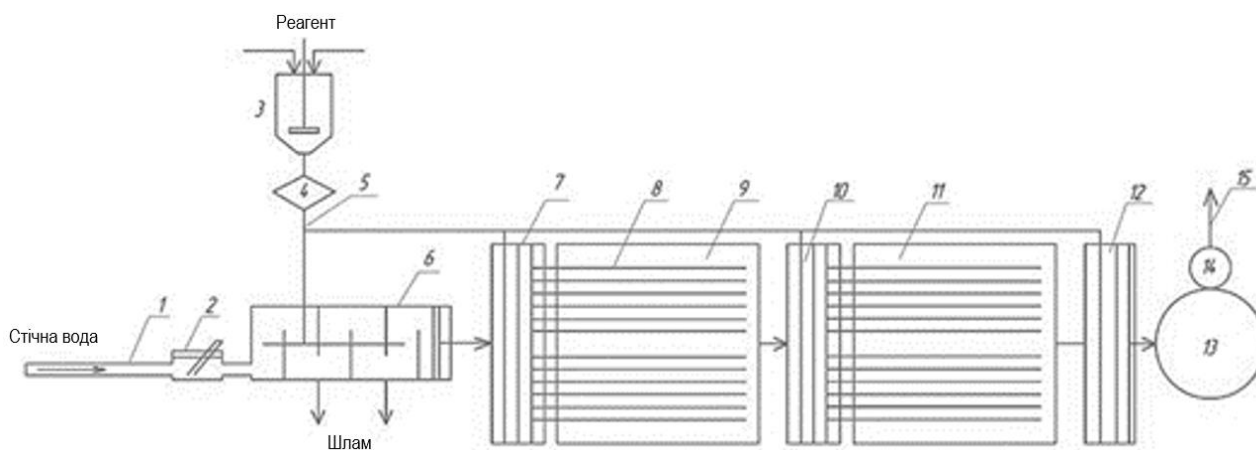


Рисунок 1.5 – Схематичне зображення пристрою для нейтралізації забруднення вод

На рисунку 1.5 введені наступні позначення: 1 - колектор; 2 - грати ручні; 3 – мішалка; 4 – дозатор; 5 – центральна труба, що призначена для подачі розчину; 6 – нейтралізатор; 7, – проміжний відстійник; 8 – набір труб для подачі

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

промислових забруднених вод; 10 – проміжний відстійник; 9 – біоплато поверхневе; 11 - біопруд; 12 – проміжний відстійник; 13 – резервуар, що призначений для очищених вод; 14 – насосна станція; 15 – труба, що призначена для подачі очищених вод

1.2.4 Біологічний метод очищення

Біологічні (біохімічні) методи очищення промислових забруднених вод є основними при видаленні органічних забруднень, що можуть бути окиснені мікроорганізмами. У своїй основі ці методи спираються на процеси біологічного окислення, які є природними й відбуваються як у водоймах, так і в умовах штучно створених очисних споруд. За допомогою мікроорганізмів, що формують так званий біоценоз (спільноту бактерій, водоростей, грибів, найпростіших та інших форм життя), відбувається розкладання органічних речовин, що надходять із забрудненою водою.

Процес біоочищення дозволяє ефективно знижувати біохімічне споживання кисню (БСК), усуваючи органічні сполуки, які можуть викликати забруднення водних ресурсів. Біологічні методи є екологічно безпечними, економічно доцільними та ефективними для очищення промислових забруднених вод багатьох галузей промисловості, зокрема харчової, целюлозно-паперової та мікробіологічної.

Очистка вод біологічними методами здійснюється у спеціальних спорудах, які класифікують за способом розміщення активної біомаси на три основні групи:

– у першій групі біомаса перебуває у зваженому стані, тобто рівномірно розподілена у воді. До таких споруд належать аеротенки, циркуляційні окисні канали, окситенки;

шого поширення. У сучасній водоочисній практиці їх застосування зростає, особливо у випадках, коли необхідно досягти високого ступеня очищення або забезпечити відповідність жорстким екологічним нормам.

1.3 Висновки до першого розділу

У першому розділі було проведено аналіз існуючих методів очищення забруднених вод, що включає механічні, фізичні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні підходи. Кожен із цих методів має свої переваги та обмеження, а їх вибір залежить від типу забруднень, характеристик стічної води та вимог до якості очищення.

Механічні та фізичні методи ефективні для видалення великих зважених часток та осадження, тоді як хімічні та фізико-хімічні методи дозволяють очищати воду від розчинених речовин та колоїдів. Біологічний метод є важливим етапом для руйнування органічних забруднень і забезпечує високу екологічність процесу.

Таким чином, для досягнення високої ефективності очищення часто застосовують комбіновані технології, що поєднують різні методи. Розуміння особливостей кожного методу є ключовим для подальшої розробки автоматизованих систем очищення, що забезпечують надійність і екологічну безпеку водних ресурсів.

					КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОПЕРЕДНІМ ОЧИЩЕННЯМ ПРОМИСЛОВИХ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД

2.1 Розробка технологічної схеми очищення промислових забруднених вод

Технологічна схема процесу очищення промислових забруднених вод наведена на рисунку 2.1. Процес очищення промислових забруднених вод складається з кількох основних етапів, кожен з яких виконує специфічну функцію для забезпечення високої якості очищення.

Першим етапом є приймальна ємність або сміттєзатримувач, де здійснюється збирання стоків і грубе механічне очищення. На цьому етапі видаляються великі включення, такі як ганчір'я, полімери та інші тверді частинки.

Далі стоки надходять на механічне очищення, яке зазвичай реалізується за допомогою відстійників, гравієвих або барабанних сітчастих фільтрів. Тут видаляються зважені частинки, пісок, мул та інші нерозчинні домішки.

У разі наявності у стоках нафтопродуктів чи жирів, застосовується нафтовідділювач – коалесцентний сепаратор або гравітаційний відстійник. Він забезпечує вилучення масел, жирів і нафтопродуктів.

Наступним етапом є реагентна обробка, або фізико-хімічне очищення. До стоків додаються коагулянти і флокулянти (наприклад, сульфат алюмінію чи поліалюмінійхлорид), які сприяють агрегації дрібних колоїдних частинок і утворенню флокул.

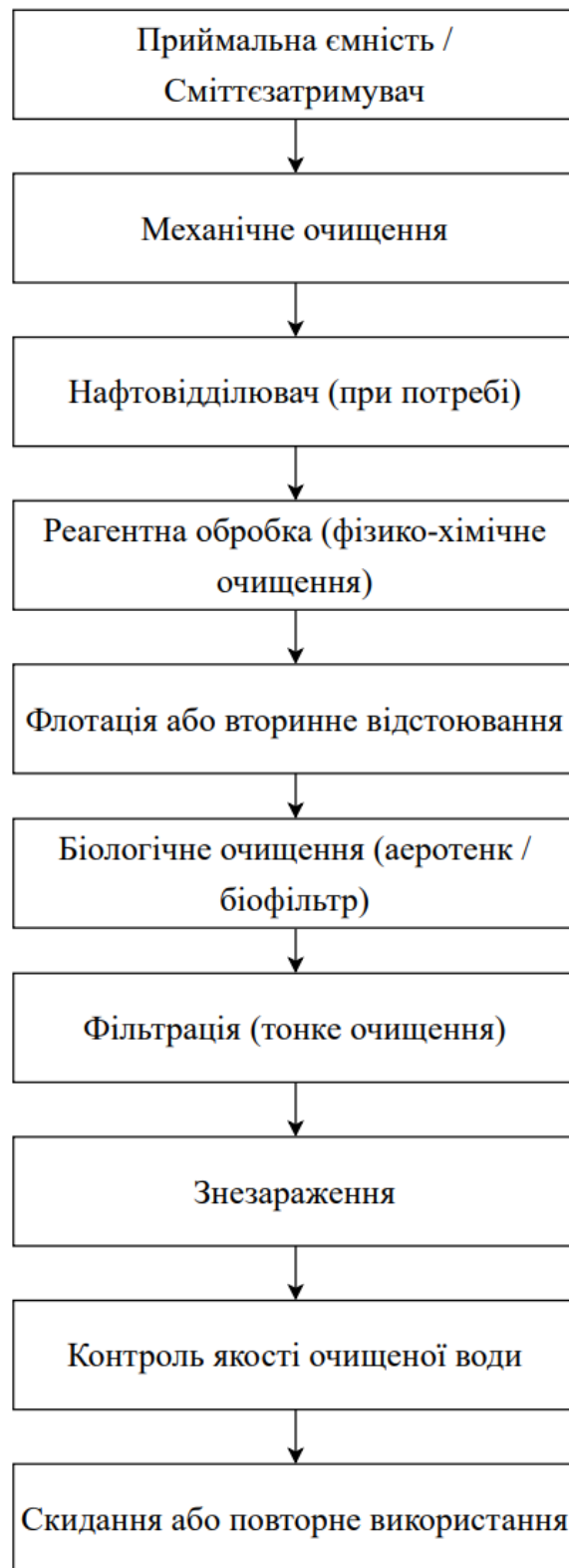


Рисунок 2.1 – Технологічна схема процесу очищення промислових забруднених вод

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Після цього стоки проходять флотацію або вторинне відстоювання. У разі повітряної флотації або використання ламельного відстійника з поверхні або з дна видаляються утворені флокули, завислі речовини і поверхнево-активні речовини (ПАР).

Ключовим етапом є біологічне очищення, яке здійснюється в аеротенках або біофільтрах. За допомогою активного мулу або біоносіїв у присутності кисню відбувається розкладання органічних речовин, зниження біохімічної потреби в кисні (БПК), хімічної потреби в кисні (ХСК) і загальної токсичності води.

Після цього стічна вода підлягає фільтрації, тобто тонкому очищенню. Тут можуть застосовуватися піщані або вугільні фільтри, а також мембранні установки для остаточного вилучення залишкових домішок.

Завершується процес знезараженням, під час якого вода обробляється озonom, ультрафіолетовим випромінюванням або хлором для знищення патогенних мікроорганізмів, бактерій і вірусів.

Після всіх етапів проводиться контроль якості очищеної води. Використовуються автоматизовані аналізатори, які вимірюють показники рН, БПК, ХСК, а також вміст важких металів, щоб перевірити відповідність очищеної води нормативним вимогам.

На завершення очищена вода або скидається у водойму, або повторно використовується для технічних потреб чи в зворотному виробничому циклі.

Процес очищення спрямований на видалення з води зважених частинок, колоїдних домішок, важких металів, залишків органіки та підготовку до подальших етапів очищення (наприклад, демінералізації). Обладнання для попереднього очищення забруднених вод містить у своєму складі такі ємності:

- ємності коагуляції, нейтралізації, флокуляції;
- розподільна ємність;
- резервуари статичного відстою;

утилізованої води. Метою є отримання освітленої води, придатної для подальшого використання або доочищення.

У ємності коагуляції відбувається збір та перемішування різних потоків стічної води. До цієї ємності також дозується коагулянт (наприклад, сульфат заліза або алюмінію), який ініціює процес коагуляції – агрегування зважених частинок і колоїдів у більші флокули. Рівень перемішування у регулюється залежно від витрати та складу води, щоб забезпечити максимальну ефективність коагуляції перед подачею на наступні стадії (нейтралізація, флокуляція, відстій).

У випадках, коли потреба в демінералізованій воді перевищує обсяг очищеної води, що надходить із виробничих установок, у технологічну лінію додається сира вода. Це забезпечує стабільну подачу очищеної води відповідної якості для подальших потреб виробництва. Частина осаду (шламу), який зазвичай виводиться до згущувача шламу, може бути повернена в ємність коагуляції. Це дозволяє повторно використати залишкові коагулянти, що містяться в осаді, а також підвищити ефективність коагуляції за рахунок утворення центрів флокуляції.

У ємності коагуляції збираються різні потоки зворотної утилізованої води. В цю ємність подається коагулянт – хлорид заліза ($FeCl_3$), розчин якого містить близько 40% $FeCl_3$ за вагою, що еквівалентно приблизно 195 г/л заліза. Хлорид заліза забезпечує позитивні заряди, які нейтралізують негативний заряд колоїдних частинок у воді. Унаслідок цього відбувається агрегація частинок у мікрофлокули, що є початком процесу освітлення води.

Для ефективної дії коагулянту необхідне інтенсивне перемішування у ємності. Це сприяє рівномірному розподілу реагенту в усьому об'ємі води. Також важливо контролювати дозування коагулянту, оскільки його надлишок може призвести до рестабілізації колоїдної системи, що знизить ефективність очищення.

									Арк.
									25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ				

Окрім хлориду заліза, до ємності коагуляції також додається гіпохлорит натрію (NaOCl), який виконує функцію дезінфекції. Його основне призначення – запобігання зростанню біоорганізмів на обладнанні, розташованому нижче по технологічному ланцюгу. Гіпохлорит натрію також сприяє зниженню мікробіологічного навантаження на систему та підтриманню санітарно-гігієнічних умов.

2. Ємність нейтралізації

Ємність нейтралізації виконує функцію збору очищеної сирії (технологічної) води після етапу коагуляції. Основною задачею даної ємності є регулювання водневого показника (рН) води до нейтрального значення в межах 6,5–8,0. Це значення є обов'язковим для відповідності технічним вимогам до пом'якшеної води, яка подається на подальші стадії очищення або використовується у технологічних процесах. Регулювання рН в ємності здійснюється шляхом дозованої подачі сірчаної кислоти (H_2SO_4) для зниження рівня рН або їдкого натрію (NaOH) для його підвищення. Усі дії контролюються автоматизованою системою, яка включає аналізатор рН, що безперервно вимірює рівень кислотності води та керує дозуванням реагентів для досягнення потрібного значення.

Після стабілізації рН вода самопливом надходить у ємність флокуляції, де продовжується процес хімічного очищення.

Окрему увагу необхідно приділяти температурному контролю ємності. У процесі нейтралізації, внаслідок реакцій між кислотою та лугом, може виділятися тепло. У нормальних умовах температура води в ємності повинна залишатися близькою до температури навколишнього середовища. Якщо під час експлуатації спостерігається відчутне нагрівання стінок ємності, це може свідчити про надмірні або неконтрольовані хімічні реакції. У таких випадках необхідно перевірити дозування реагентів і роботу системи автоматичного регулювання.

3. Ємність флокуляції.

						КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

Флокуляція – це процес, у якому полімери, додані у воду, утворюють зв'язки між частинками, створюючи "містки". Ці містки сприяють агрегації частинок у більші агломерати, які легше виділяються в процесі відстою. Поліелектроліт – речовина, що виконує роль флокулюючого агента – подається у ємність флокуляції за допомогою дозуючого насоса.

Ємність флокуляції призначена для збору технологічної води, яка надходить з попередніх етапів очищення. У цій ємності відбувається важливий процес флокуляції – хімічне об'єднання дрібнодисперсних частинок у великі пластівці для подальшого їхнього видалення.

Міксер, встановлений у ємності флокуляції, активується автоматично під час запуску установки і працює безперервно протягом усього періоду її експлуатації. Його основна задача – забезпечити рівномірне змішування поліелектроліту з водою для досягнення максимальної ефективності флокуляції.

Розчин поліелектроліту готується автоматично. Оператор періодично додає порошок у бункер завантажувальний. Воду для приготування розчину подають під стабільним тиском, і її рівень регулюється поплавковим рівнеміром у ємності. Цей рівнемір встановлює верхні та нижні межі для автоматичного відкриття і закриття двопозиційного клапана, який подає воду. Якщо рівень опускається нижче нижнього граничного значення – клапан відкривається, коли перевищує верхній рівень – клапан закривається.

Порошок поліелектроліту має високу гігроскопічну здатність, тобто швидко поглинає вологу. Для зберігання порошку в сухому стані використовується протиконденсаційний обігрівач, що попереджає утворення грудок.

Рекомендоване дозування поліелектроліту становить близько 0,5 ppm при концентрації розчину 1 г/л. Для визначення оптимальної дози проводиться тестування: до проби сирової води додають різну кількість поліелектроліту й спостерігають за ефективністю випадання пластівців. Найменша доза, яка забезпечує

максимальне осадження без перевитрати реагенту, вважається оптимальною. Такий тест рекомендовано проводити щонайменше раз на тиждень, оскільки органічний склад води змінюється залежно від сезону та умов.

Після завершення процесу флокуляції вода самопливом надходить до резервуарів статичного відстою, де відбувається остаточне осадження утворених пластівців.

4. Резервуари статичного відстою води.

Резервуари статичного відстою води призначені для первинного освітлення технологічної води шляхом гравітаційного осадження зважених механічних частинок. Внутрішній простір кожного резервуара оснащено пластинчастими (ламельними) блоками, розташованими під нахилом. Їх завдання – збільшити ефективну поверхню осадження, що значно підвищує продуктивність процесу поділу.

Технологічна вода подається у вхідний жолоб, після чого спрямовується униз і проходить між нахиленими пластинами. Механічні домішки осідають на поверхні пластин і, ковзаючи по них, накопичуються в бункері прийому шламу, розташованому в нижній частині резервуара.

Освітлена (очищена від важких частинок) вода піднімається вгору між пластинами та виходить з резервуара самопливом. Періодично, згідно з заданою програмою, двопозиційні клапани на дні резервуарів відкриваються для виведення осадженого шламу.

Осаджений шлам надходить до згущувача шламу, який забезпечує подовжений час перебування шламу з метою його ущільнення під дією сили тяжіння. Подача флокулянта (поліелектроліту) додатково сприяє агрегації частинок і покращенню поділу твердої і рідкої фаз.

						КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

Згущувач обладнаний обертовою лопаткою з приводом, яка переміщує шлам для рівномірного ущільнення та спрямовує його до нижньої частини згущувача для подальшого відведення.

Надлишкова вода, що відділяється в процесі згущення, переливається у дренажну систему, тоді як освітлена вода з верхнього шару повертається в ємність коагуляції – для повторного циклу очищення.

Освітлена вода з резервуарів статичного відстою самопливом надходить до буферної ємності. Тут встановлено аналізатор-регулятор рН, який контролює рівень кислотності/лужності та дозується гіпохлорит натрію (NaOCl) – для дезінфекції та запобігання біологічному обростанню обладнання на подальших етапах.

Після завершення всіх обробок освітлена вода перекачується з буферної ємності до відповідного технологічного або очищувального процесу, або спрямовується до систем зворотного осмосу чи інших установок доочистки.

На рисунку 2.3 наведено зображення відстійника.

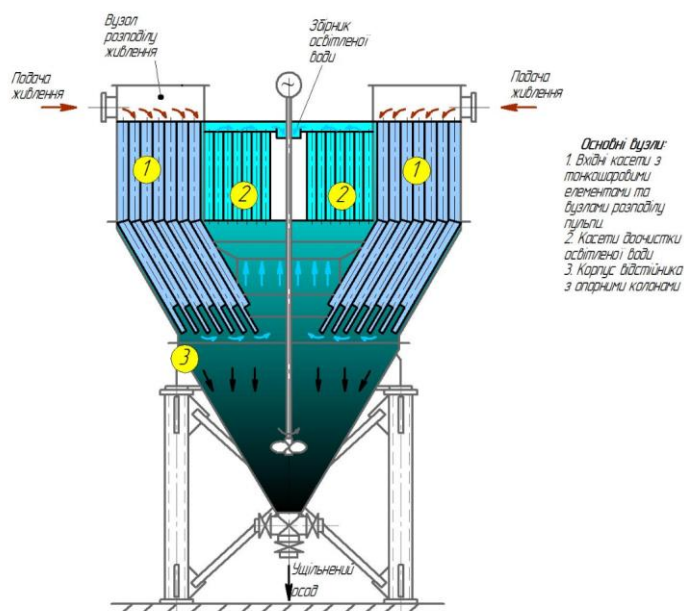


Рисунок 2.3 – Зображення відстійника [28]

5. Ємність буферна освітленої води.

Буферна ємність призначена для збирання освітленої води, що надходить із резервуарів статичного відстою. Вона виконує функцію проміжного накопичення та забезпечення стабільного запасу води для наступних стадій очищення, зокрема для установок зворотного осмосу.

Перед надходженням у цю ємність, в освітлену воду дозується гіпохлорит натрію (NaOCl). Метою цього є пригнічення розвитку біоорганізмів, а також запобігання накопиченню органіки в елементах обладнання, розташованого нижче за технологічним потоком, включно з мембранними системами.

Освітлена вода, що зберігається у цій ємності, далі відкачується насосом у ємність зберігання освітленої води. Звідти вона надходить на доочищення до стану демінералізованої води.

Рівень води контролюється автоматичним регулятором рівня, який: забезпечує баланс подачі та витрати води на установці, запобігає переливам або надмірному осушенню ємності та узгоджується з роботою насосного обладнання та блоків попереднього очищення.

Буферна ємність таким чином відіграє ключову роль у стабільності роботи системи водопідготовки, підтримуючи постійний тиск і витрату води перед установками тонкого очищення.

У таблиці 2.1 наведено характеристики хімреагентів, що використовуються при очищенні забруднених вод.

									Арк.
									30
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ				

Таблиця 2.1 - Характеристика хімреагентів

Назва хімікату	Призначення	Густина, г/см ³	Температура застигання, °С	В'язкість, сп	Додаткові відомості
Поліелектроліт BakerHughes	Аніонний флокулянт для коагуляції та осадження зважених часток	1.00 – 1.25 (при 25 °С)	0	1200 (при 25 °С)	Висока в'язкість вимагає дозування насосами з можливістю роботи з густими рідинами. Необхідне попереднє розбавлення перед подачею.
Хлорид заліза (40% FeCl ₃)	Коагулянт для освітлення сирової води	1.45 (при 40 °С)	-5	1.3 (при 40 °С)	Має корозійну активність – потребує зберігання у корозійностійких резервуарах; при взаємодії з органікою утворює осад.
Бісульфіт натрію (35–40% NaHSO ₃)	Видалення залишкового хлору після дезінфекції	1.30 – 1.37 (при 20 °С)	<0	4.0 (при 20 °С)	Чутливий до кисню – зазнає окислення при контакті з повітрям; зберігати в герметичній тарі. Використовується в процесах перед подачею на фільтрацію.
Гіпохлорит натрію (14–15% NaClO)	Окиснювач і дезінфектант у водопідготовці та знезараженні	1.07 (при 40 °С)	-6	3.5 (при 20 °С)	Під дією світла та температури розкладається з виділенням хлору – зберігати у темному, прохолодному місці. Вибухонебезпечний при контакті з кислотами.
Гідроксид натрію (25% NaOH)	Коригування рН середовища; нейтралізація кислот	1.28 (при 30 °С)	-20	5.0 (при 30 °С)	Їдка речовина, здатна викликати хімічні опіки. Під час зберігання абсорбує CO ₂ з повітря, що може знижувати його ефективність. Використовувати з обережністю.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ

Арк.
31

2.2 Розробка алгоритму очищення промислових забруднених вод

Алгоритм очищення промислових забруднених вод наведено на рисунку 2.4. Робота системи очищення промислових забруднених вод починається з перевірки живлення, датчиків та насосів. На цьому етапі система виконується перевірка чи всі технічні компоненти справні й готові до роботи. У разі виявлення помилок, система зупиняється, а оператор отримує відповідне повідомлення про несправність.

Якщо початкових помилок не виявлено, запускається автоматична діагностика аварійних станів. У випадку виявлення аварійної ситуації, система також зупиняється, і оператор інформується про причину зупинки.

У разі відсутності аварій, система переходить до відкриття клапана подачі стоків у резервуар, після чого починається контроль рівня води. Якщо рівень води знаходиться у допустимих межах, процес продовжується.

Наступним кроком є механічне очищення, яке включає проходження стоків через решітки, фільтри або відстійники для видалення великих частинок і зважених домішок.

Далі відбувається фізико-хімічне очищення. На цьому етапі дозуються коагулянти та флокулянти, здійснюється змішування реагентів із водою, а потім проводиться відстоювання для осадження забруднень.

Після цього стоки надходять на біологічне очищення, яке включає аерацію, контроль рівня розчиненого кисню (DO), рН, температури та періодичне видалення надлишкового активного мулу.

Очищена вода далі проходить через фільтрацію, зокрема через мікрофільтри або пісочні фільтри. Контролюється перепад тиску (ΔP), і при потребі проводиться зворотне промивання фільтрів.

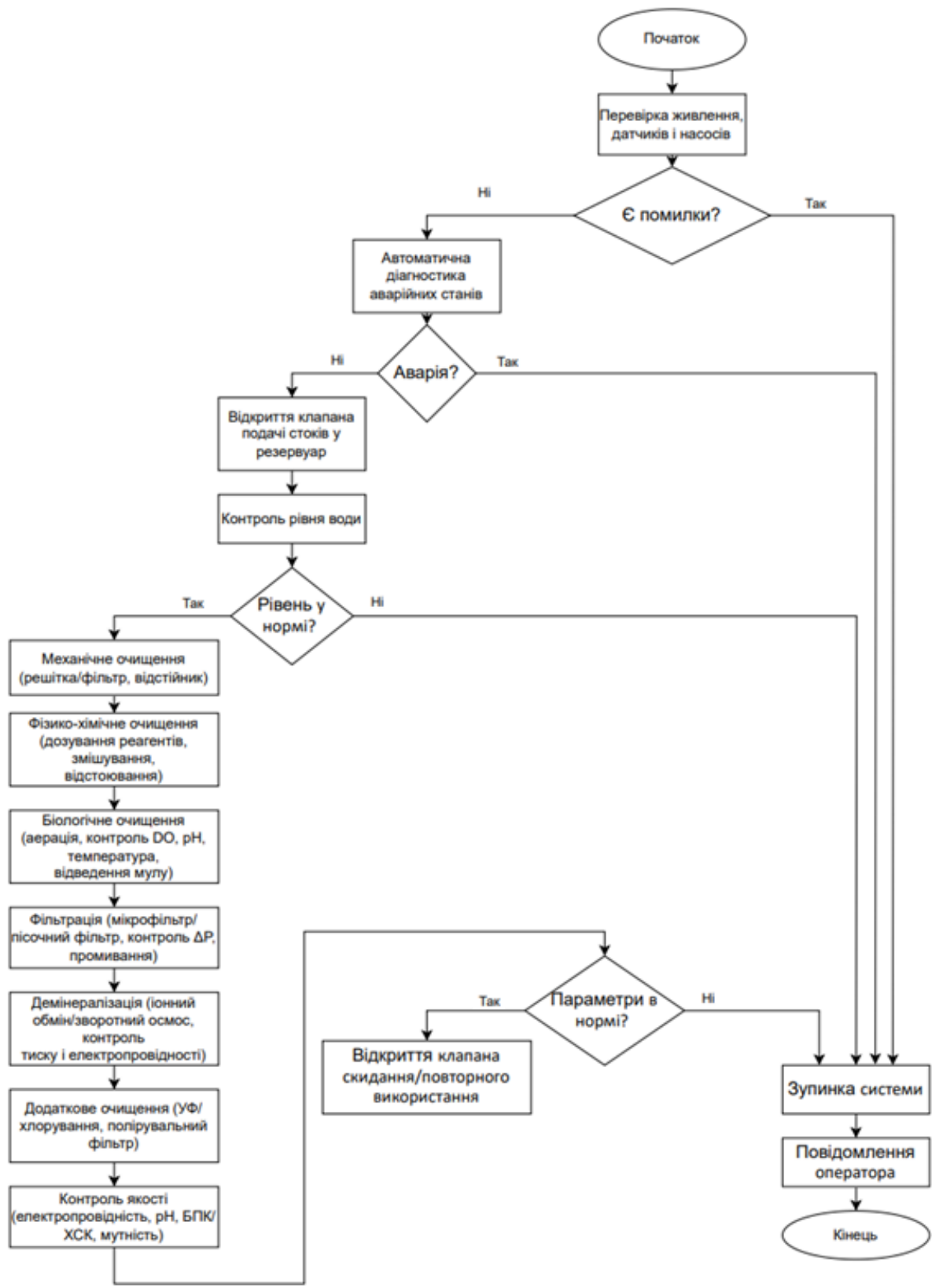


Рисунок 2.4 – Алгоритм очищення промислових забруднених вод

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

– зниженню витрат реагентів через точне дозування,

На досліджуваній установці автоматизація обмежується контролем рівнів води в резервуарах, регулюванням витрати води та основними параметрами насосного обладнання. Незважаючи на обмеженість автоматизації, установка виконує повний цикл попереднього очищення і підготовки води до демінералізації.

Розглянута установка є комплексною спорудою, яка реалізує низку послідовних технологічних етапів, кінцевою метою яких є отримання демінералізованої води у необхідному обсязі та з заданими показниками якості.

Структура секції попереднього очищення наведена на рисунку 2.5.

До складу секції входять такі основні технологічні компоненти:

- реагентне господарство – забезпечує зберігання, приготування та дозування коагулянтів, флокулянтів, нейтралізуючих речовин і дезінфектантів;
- накопичувальні та очисні резервуари – включають ємності для коагуляції, нейтралізації, флокуляції, а також буферні ємності;
- відстійник (резервуари статичного відстою) – реалізують процес осадження зважених частинок із попередньо обробленої води;
- згущувач шламів – призначений для ущільнення осаду, що утворюється в процесі очищення;
- резервуар демінералізованої води – фінальна ємність, у яку надходить вода після процесів зворотного осмосу або іншої доочистки.

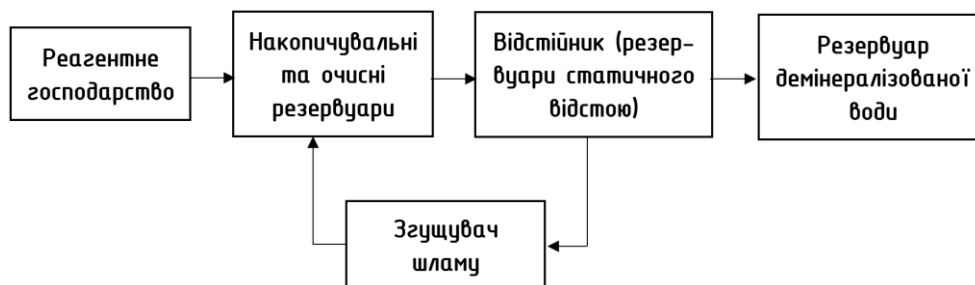


Рисунок 2.5 – Структура секції попереднього очищення

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

або подачі в технологічні процеси. При цьому важливо не лише досягти високих показників очищення, але й оптимізувати витрати ресурсів, таких як енергія, реагенти, технічне обслуговування та експлуатаційний персонал.

Структурний аналіз водоочисної станції дає змогу поділити її на окремі, взаємопов'язані споруди та елементи, кожен з яких виконує конкретне функціональне завдання. Основним принципом організації етапів попереднього очищення є ієрархічність – це означає, що всі компоненти станції розташовані у певній послідовності та підпорядковані один одному згідно з логікою та умовами технологічного процесу.

Отже, автоматизована система керування водоочисною установкою також повинна будуватись за ієрархічним принципом.

Перший (нижній) рівень охоплює виконавчі механізми – такі як насоси, засувки, клапани, затвори та вентиля, а також пристрої збору даних: датчики тиску, витрати, температури, рівня, і прилади для контролю параметрів якості води. Цей рівень безпосередньо взаємодіє з технологічним процесом.

Другий рівень – це локальні системи управління (ЛСУ) окремих технологічних споруд. Через різноманітність процесів, які виконуються на різних етапах очищення, системи цього рівня відрізняються за структурою та функціональністю. Вони забезпечують автономне управління конкретними об'єктами, оптимізуючи їхню роботу відповідно до заданих умов. Зв'язок між програмованими логічними контролерами (ПЛК) і автоматизованими робочими місцями (АРМ) операторів здійснюється через Ethernet за допомогою витої пари.

Третій (верхній) рівень відповідає за візуалізацію роботи всієї установки, централізований збір і обробку даних, формування звітів, а також за попереджувальну й аварійну сигналізацію. Крім того, передбачена можливість інтеграції з іншими автоматизованими системами підприємства.

захисту IP20, що дозволяє монтувати їх на 35-мм DIN-рейку або на монтажну панель. Температурний діапазон експлуатації становить від 0 до +50 °С.

Залежно від конфігурації, контролери можуть підтримувати від 10 до 284 дискретних каналів введення/виводу та від 2 до 51 аналогового каналу. Завдяки оптимізованим габаритам пристрою, він займає на 35% менше монтажного простору, ніж контролери попереднього покоління при аналогічній конфігурації.

До центрального процесора (CPU) можуть бути підключені додаткові модулі:

- сигнальні модулі (SM) – для розширення кількості входів/виходів;
- сигнальні плати (SB) – для компактного підключення дискретних або аналогових сигналів;
- комунікаційні модулі (CM) – для реалізації інтерфейсів RS232 або RS485;
- комутатор CSM 1277 – чотирьохпортовий Ethernet-комутатор для організації мереж;
- блок живлення PM 1207 – для стабільної роботи системи.

Сімейство S7-1200 включає три типи центральних процесорів, кожен із яких має три варіанти виконання для різного живлення, тринадцять типів сигнальних модулів та два типи сигнальних плат. Контролери підтримують різні варіанти обміну даними – через послідовні інтерфейси, Ethernet, а також можливе підключення до мереж Profibus, AS-Interface, GSM/GPRS.

Окрім основного обладнання, система може доповнюватися картою пам'яті, імітаційними пристроями для налагодження програм та операторськими панелями, що забезпечують взаємодію між людиною та системою управління.

У таблиці 2.2 наведено порівняльний аналіз програмованих логічних контролерів SIMATIC S7-1200 та SIMATIC S7-300.



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд ПЛК Siemens SIMATIC S7-1200 [32]

Таблиця 2.2 - Порівняльний аналіз програмованих логічних контролерів SIMATIC S7-1200 та SIMATIC S7-300

Критерій	SIMATIC S7-300	SIMATIC S7-1200
Позиціонування	Класичний модульний ПЛК для систем середньої складності; до 2020-х був «робочою конячкою» дискретного та процесного виробництва	Мікроконтролер нового покоління для малих і середніх задач; добра стартова платформа для TIA Portal
Архітектура	19"-рейка (SIMATIC Rail), до 32 модулів в одній стійці; розподілені ІО через ET 200	Компактний блок-CPU + правобічні розширення (SB/SM/CM); до 8 модулів у локальному рядку
Лінійка CPU	CPU 312 → 319 (+ S7-300F failsafe) з пам'яттю 16 кБ – 1,6 МБ та циклом 0,1-0,3 мкс/інстр.	CPU 1211C → 1217C (+ S7-1200 F) з пам'яттю 50 кБ – 1 МБ та циклом 0,08-0,1 мкс/інстр.
Комунікації	Стандартно Profibus-DP; PROFINET, Ethernet/IP, Modbus TCP через CP-модулі	PROFINET/Ethernet уже в CPU; доп. CM-модулі для RS-232/485, AS-i, GSM/GPRS; опційно Profibus master/slave
Введення/виведення	> 4 000 дискр. / > 1 000 аналог. каналів (з розподіленим ІО – десятки тисяч)	10 – 284 дискр. / 2 – 51 аналог. каналів у межах локальної шини
Інженерія	STEP 7 V5.x (Classic) або імпорт у TIA Portal; мови LAD, FBD, STL, SCL, GRAPH	TIA Portal з першої версії; мови LAD, FBD, SCL (+ KOP/FUP для failsafe)

2.5.2 Вибір давачів та аналізатора рН

У якості рівнеміра обрано поплавковий рівнемір Trafag TFC/МК (рисунок 2.8). Поплавковий рівнемір Trafag TFC/МК є надійним приладом для вимірювання рівня рідин у резервуарах та технологічних ємностях. Пристрій працює за принципом переміщення магнітного поплавка вздовж напрямної труби, оснащеної герконовими контактами. Положення поплавка визначає зміну опору, яка перетворюється на аналоговий вихідний сигнал, що передається у систему автоматизації.



Рисунок 2.8 – Поплавковий рівнемір Trafag TFC/МК [33]

Основні технічні характеристики рівнеміра Trafag TFC/МК:

- діапазон вимірювання – до 2000 мм, залежно від моделі;
- крок вимірювання – 5, 10 або 20 мм;
- вихідний сигнал – аналоговий (4–20 мА), можливі інші формати;
- матеріал корпусу – нержавіюча сталь, що забезпечує стійкість до корозії та тривалу експлуатацію;
- ступінь захисту – IP65 або IP68, що дозволяє застосовувати рівнемір у складних умовах;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

– робочий температурний діапазон – від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$, деякі моделі до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$;

– максимальний робочий тиск – до 50 бар;

– живлення – 12–36 В постійного струму.

Конструкція пристрою модульна, з можливістю монтажу за допомогою різьбових з'єднань або фланців, що забезпечує легкість установки у різних технологічних системах.

Завдяки стандартному вихідному сигналу 4–20 мА рівнемір Trafag TFC/МК легко інтегрується з системами автоматичного керування, контролю та SCADA. Це робить його універсальним рішенням для широкого спектру промислових застосувань, де необхідний точний, надійний та довговічний контроль рівня рідин.

Для вимірювання швидкості потоку води в системі розподілу буде використовуватися витратомір. У якості витратоміра обрано витратомір WPZ. Витратомір WPZ – це металевотрубний поплавковий витратомір змінного перерізу, призначений для вимірювання об'ємної витрати рідин, газів і пари у промислових процесах (рисунок 2.9). Прилад належить до класу ротаметрів і базується на принципі закону Архімеда: поплавок, занурений у потік, під дією сили підйому займає таке положення, у якому площа живого перерізу каналу забезпечує рівність гідродинамічної сили і ваги поплавка. Вертикальне переміщення поплавка зчитується за допомогою магнітної системи та передається на шкалу або перетворюється в електричний сигнал.

Конструктивно витратомір WPZ складається з двох основних частин: датчика та індикатора.

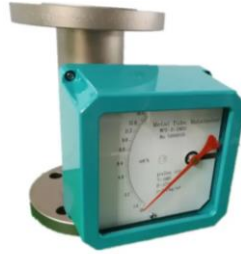


Рисунок 2.9 – Витратомір WPZ [34]

Датчик представляє собою конічну трубку, виготовлену з нержавіючої сталі, всередині якої розташований поплавковий механізм. Поплавок вільно переміщується у вертикальному напрямку відповідно до величини потоку. Для стабілізації руху поплавка передбачені верхня та нижня напрямні. Підключення до трубопроводу здійснюється за допомогою фланцевих приєднань.

Індикатор розміщений у корпусі зі ступенем захисту IP65 і виконує функцію відображення вимірної витрати. Він може містити як механічну шкалу для локальної індикації, так і електронний перетворювач, що забезпечує формування аналогового сигналу 4–20 мА. У разі необхідності можливе використання версії з цифровим інтерфейсом HART для інтеграції у сучасні автоматизовані системи керування.

Змочувані частини витратоміра виготовляються з високоякісної нержавіючої сталі марок SUS304 або SUS316/316L, що забезпечує хімічну стійкість та довговічність пристрою. Для агресивних або спеціальних середовищ можливе виконання з тефлоновим футеруванням або з використанням титанових сплавів.

Галузі застосування:

- хімічні й нафтохімічні цехи.
- системи водо- й теплопостачання, станції водоочищення.
- металургія та енергетика (вимір пари, конденсату, технічних газів).

– харчова та фармацевтична промисловість (у тому числі СІР-процеси з футеруванням РТФЕ).

Для розробки системи контролю якості води обрано професійний водозахищений аналізатор НМ Digital PH200, призначений для високоточного вимірювання рівня рН – тобто концентрації вільних іонів водню у водному середовищі.

Прилад НМ Digital PH200 (рисунок 2.10) вирізняється компактністю, зручністю у використанні та простотою експлуатації. Його основне призначення – оперативний аналіз електрохімічного складу водних розчинів. Апарат дозволяє вимірювати кислотність розчину, а також визначати водневий показник та температуру.

Цей пристрій знаходить широке застосування в технологічних і виробничих процесах, де необхідний постійний контроль якості води. Його використовують у промисловості, сільському господарстві, лабораторних дослідженнях, екологічному моніторингу тощо.

Рівень рН є одним із ключових показників, що визначає якість води, її стабільність, здатність утворювати накип, а також корозійну активність. Точне вимірювання цього параметра дозволяє прогнозувати хімічні та біологічні процеси, які відбуваються у природних і технологічних водах, забезпечуючи ефективне управління водоочисними процесами.

Аналізатор рН НМ Digital PH200 має низку важливих особливостей, які забезпечують його ефективне використання у системах автоматизованого контролю якості води. Перш за все, прилад відзначається високою точністю вимірювання – похибка становить лише $\pm 0,02$ рН, що дозволяє використовувати його у професійній сфері для надійного моніторингу хімічного складу води.

Одна з ключових переваг – наявність функції автоматичної температурної компенсації (АТС), яка забезпечує коректність показань при зміні температури

водного розчину. Вбудований термометр дозволяє одночасно вимірювати температуру в діапазоні від 0 до +80 °С з точністю ± 1 °С.



Рисунок 2.10 - Аналізатор НМ Digital PH200 [35]

Корпус приладу має водозахищене виконання (ступінь захисту IP67), що дозволяє експлуатувати пристрій навіть в умовах підвищеної вологості або безпосередньо біля джерел води. Для зручності роботи у слабоосвітленому середовищі передбачений цифровий дисплей з підсвічуванням.

Прилад підтримує трьохточкове автоматичне калібрування, що дозволяє точно адаптувати його до конкретних умов експлуатації. Знімний електрод спрощує обслуговування і дає змогу замінювати його без необхідності купівлі нового приладу. НМ Digital PH200 живиться від стандартних батарейок, що забезпечує автономність і мобільність використання.

Завдяки компактним розмірам, легкій вазі та простоті використання, цей аналізатор є надійним інструментом для контролю якості води як у промислових, так і в лабораторних або побутових умовах.

2.6 Висновки до другого розділу

У другому розділі було розроблено технологічну схему та алгоритм очищення промислових забруднених вод на етапі попереднього очищення. Запропонований алгоритм забезпечує ефективне управління процесом, що включає контроль ключових параметрів води та взаємодію різних етапів очистки.

Також була розроблена структура автоматизованої системи керування, яка інтегрує обрані компоненти, зокрема програмований логічний контролер та датчики, зокрема аналізатор рН. Вибір компонентної бази здійснено з урахуванням технічних характеристик та умов експлуатації, що забезпечує надійність і точність роботи системи.

Таким чином, створена алгоритмічна база і вибрана апаратна платформа є основою для подальшої реалізації ефективної автоматизованої системи управління попереднім очищенням промислових стічних вод, що сприятиме підвищенню якості очищення та оптимізації виробничих процесів.

					КвРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

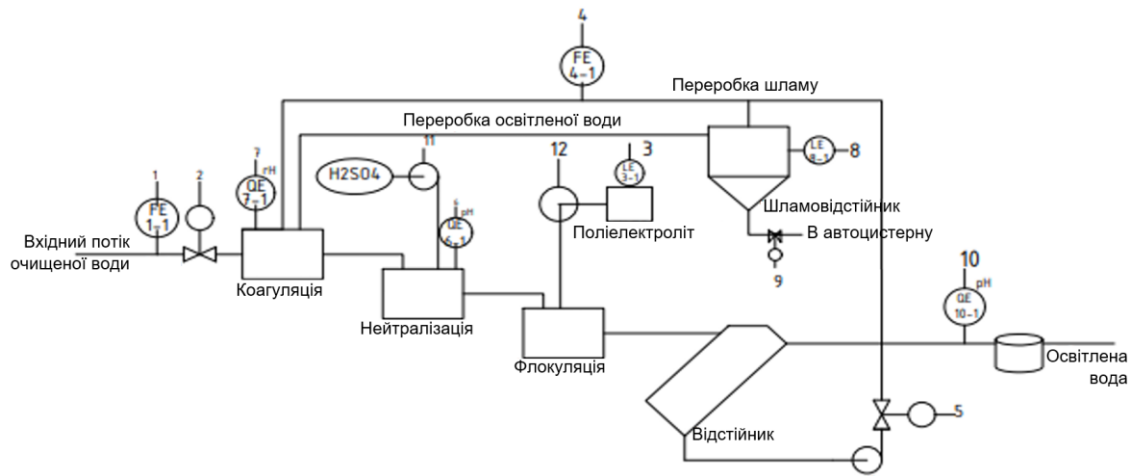


Рисунок 3.1 – Функціональна схема

У процесі створення функціональної схеми автоматизації технологічного процесу було реалізовано такі основні завдання:

- збір первинних даних про параметри процесу та технічний стан обладнання;
- здійснення цілеспрямованого впливу на технологічний процес для його регулювання та підтримки стабільних умов;
- контроль і фіксація значень технологічних параметрів і стану апаратури.

3.2 Опис середовища розробки та програмних інструментів

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) – це універсальне середовище для створення прикладного програмного забезпечення систем промислової автоматизації, розроблене компанією SIEMENS. Платформа забезпечує зручну та ефективну інтеграцію автоматизації з цифровими технологіями, що робить її потужним інструментом для керування промисловими процесами [43, 44].

TIA Portal є наступним етапом розвитку систем автоматизації серії Simatic і реалізує концепцію комплексної автоматизації. Візуалізацію в межах даної кваліфікаційної роботи було виконано у версії TIA Portal V14, яка підтримує низку функціональних компонентів, зокрема:

- Simatic WinCC V14 – створення інтерфейсів HMI та SCADA-систем;
- Sinamics Startdrive V14 – налаштування приводів;
- Simatic Energy Suite V14 – енергоефективне управління;
- Simocode ES V14 – параметрування систем керування двигунами;
- Simatic Step 7 Professional/Basic V14 – програмування ПЛК;
- Simatic Step 7 Safety V14 – конфігурація систем безпеки.

Хоча STEP7 досі залишається основним інструментом для програмування контролерів SIMATIC S7 і не втратив своєї актуальності, його архітектура, закладена понад п'ятнадцять років тому, вже не відповідає сучасним вимогам до зручності та ефективності роботи. Постійне вдосконалення з метою збереження сумісності з попередніми версіями призвело до ускладнення програмного середовища, перевантаження інтерфейсу та зниження загальної продуктивності користувача.

У зв'язку з цим виникла потреба у переході на новий рівень – використання сучасних інтерфейсів, інтеграції різнорідних частин проекту в єдиному середовищі та впровадження більш гнучких і продуктивних методів розробки. Такий якісний стрибок реалізовано у середовищі TIA Portal, яке прийшло на зміну традиційному STEP7.

Підсумком багаторічної розробки та значних інвестицій став новий програмний продукт – Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal), який об'єднав у собі всі ключові інструменти для створення, налаштування та обслуговування систем автоматизації.

Контролер CPU 1211C здатний обслуговувати:

- від 10 до 284 дискретних каналів введення/виведення,
- від 2 до 51 аналогового каналу введення/виведення.

При цьому він займає на 35% менше монтажного об'єму, ніж аналогічні конфігурації попереднього покоління S7-200.

До центрального процесора S7-1200 можуть бути підключені:

- комунікаційні модулі (CM),
- сигнальні модулі (SM),
- сигнальні плати (SB) для роботи з аналоговими та дискретними сигналами.

Для побудови мережевих топологій у складі системи також можуть застосовуватися чотирьохканальний Ethernet-комутатор CSM 1277 та модуль живлення PM 1207.

Це дозволяє створювати гнучкі, масштабовані та надійні системи автоматизації з високим рівнем функціональності та інтеграції.

Таблиця символів у середовищі Simatic Manager є важливим елементом для організації роботи з програмою. Вона базується на списку параметрів, які використовуються у програмному коді контролера, і виконує роль зв'язувальної ланки між фізичними адресами вхідних/вихідних сигналів та логічними іменами (символами), зручними для розуміння та використання програмістом.

Символічна таблиця є частиною інтегрованого середовища розробки і дозволяє:

- задавати зрозумілі імена змінним, що значно полегшує читання і налагодження програм;
- уникати помилок, пов'язаних із використанням адрес у вигляді числових значень;

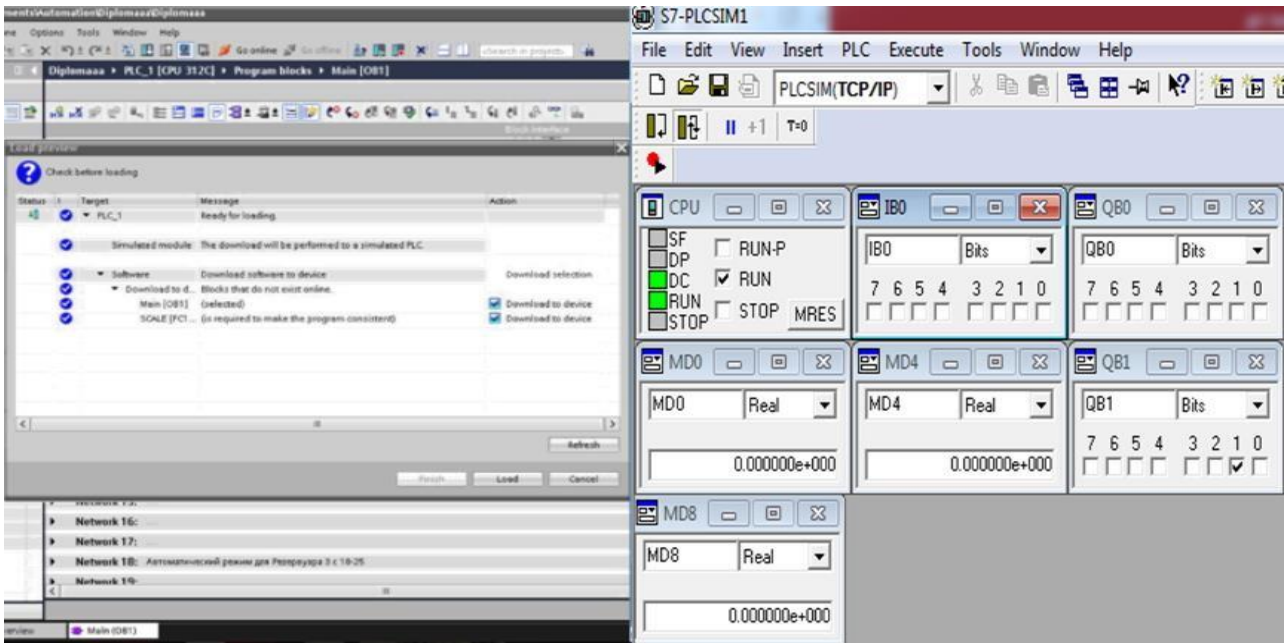


Рисунок 3.3 - Вікна Load Preview і S7-PLCSIM

На рисунку 3.4 наведено зображення вікна, в якому необхідно обрати автоматичний або ручний режим.

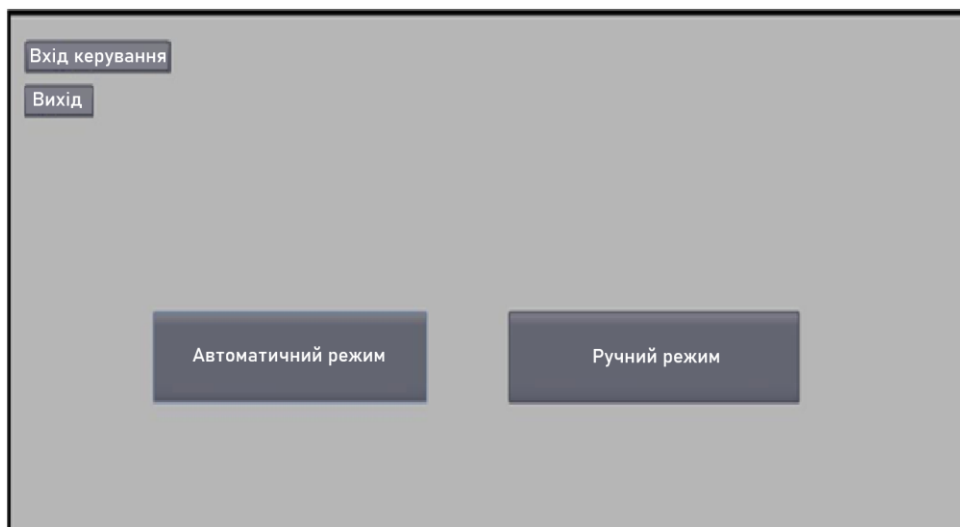


Рисунок 3.4 – Вікно вибору режиму

У режимі автоматичного керування програма візуалізації відображає поточний стан обладнання та значення датчиків для кожного резервуара. Інтерфейс містить елементи керування: кнопки для відкриття меню, переходу до ручного режиму та зупинки роботи системи. Крім того, на екрані виводяться показники тиску та температури в трубопроводі, що наочно представлено на рисунку 3.5.

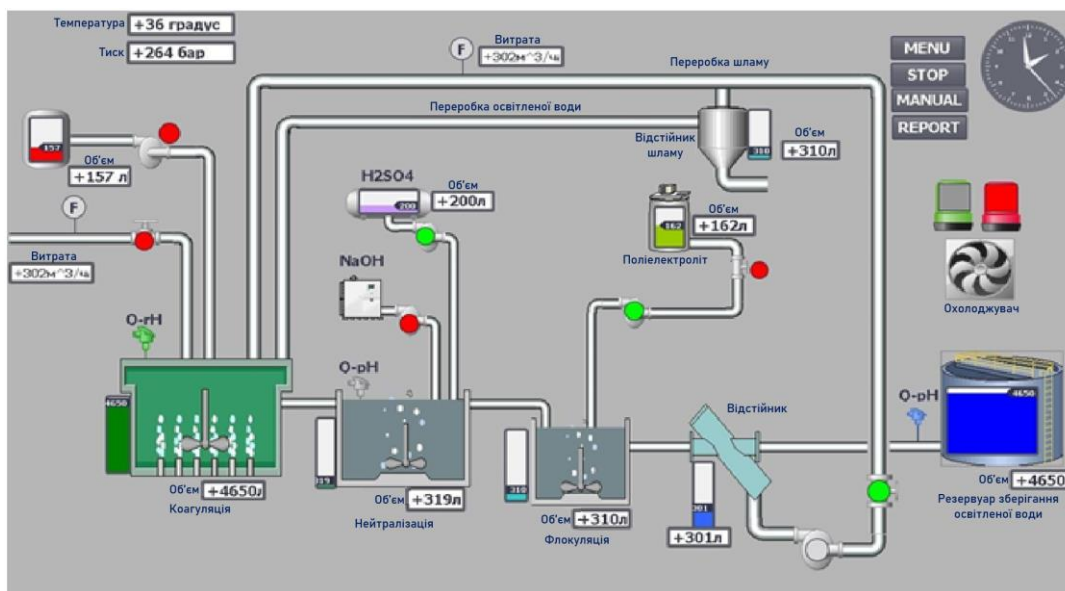


Рисунок 3.5 – Вікно візуалізації автоматичного режиму процесу

У ємності коагуляції відбувається первинне очищення води від зважених твердих частинок шляхом додавання хлориду заліза (FeCl_3), який виступає в ролі коагулянта. Він сприяє зліпленню дрібнодисперсних частинок, що мають однаковий електростатичний заряд, у мікропластівці – дрібні скупчення частинок. Далі очищена вода самопливом переходить до ємності нейтралізації, куди дозовано подаються сірчана кислота (H_2SO_4) та гідроксид натрію (NaOH) з метою стабілізації рівня рН у межах 6,5–8,0.

Після нейтралізації потік води самопливом надходить у ємність флокуляції, куди додається поліелектроліт. Цей реагент сприяє укрупненню мікропластівців у великі флокули, які легко осідають у резервуарах статичного відстою. У

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

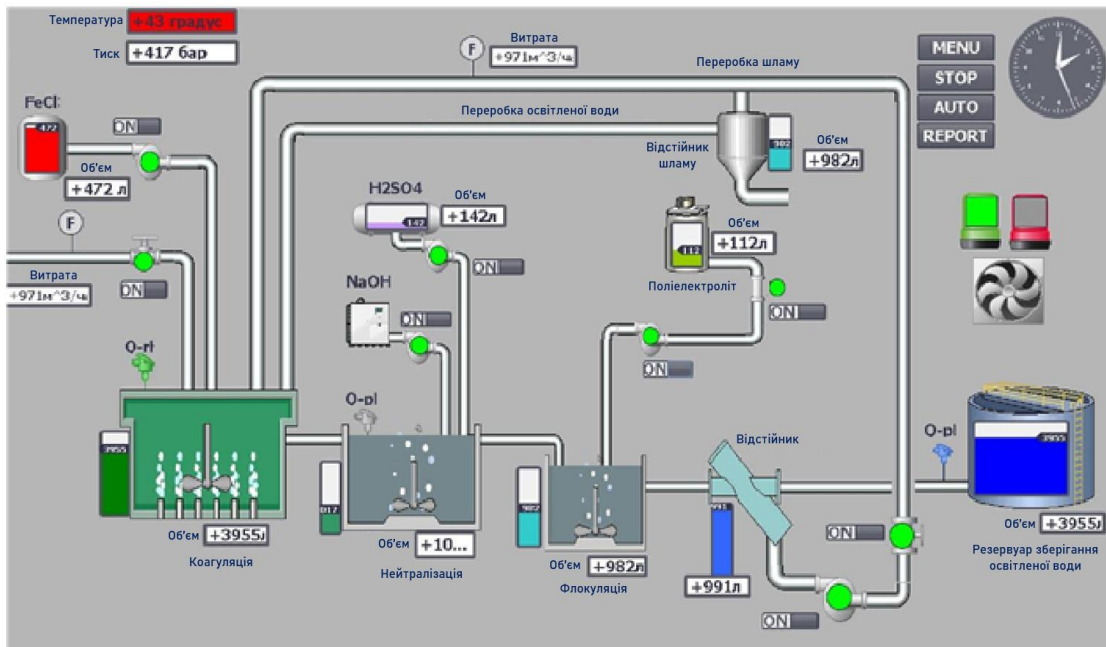


Рисунок 3.7 – Вікно візуалізації ручного режиму процесу

3.5 Висновки до третього розділу

У третьому розділі було виконано проектування системи моніторингу та керування процесом попереднього очищення води. Розроблена функціональна схема автоматизації відображає логіку роботи системи, забезпечуючи послідовність та координацію всіх етапів очищення.

Описано середовище розробки та основні програмні інструменти, які були використані для створення програмної частини системи управління. Це дозволило розробити ефективне і зручне програмне забезпечення, що відповідає вимогам завдання.

Було реалізовано систему візуалізації, яка забезпечує користувача зручним інтерфейсом для контролю та управління процесом очищення. Завдяки цьому підвищується оперативність реагування на зміни в роботі системи та полегшується експлуатація.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ВИСНОВКИ

У підсумку слід зазначити, що в межах кваліфікаційної роботи було розроблено систему автоматизованого керування процесом очищення промислових забруднених вод на підприємстві. Як об'єкт автоматизації обрано установку попереднього очищення, яка є початковим етапом загальної системи очищення. Дана установка забезпечує перетворення забрудненої води у частково очищену шляхом видалення твердих домішок за допомогою фізико-хімічних процесів.

Для досягнення поставлених цілей було проаналізовано існуючі методи очищення промислових забруднених вод, проведено системний аналіз об'єкта керування, розглянуто конструкції та особливості функціонування відповідного технологічного обладнання. На основі цього побудовано функціональну схему автоматизованої системи керування технологічним процесом (АСУ ТП).

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було вирішено такі завдання:

- проведено опис та аналіз технології попереднього очищення промислових забруднених вод;
- розроблено функціональну схему автоматизованої системи керування;
- здійснено вибір програмованого логічного контролера та вимірювальних засобів;
- здійснено розробку інтерфейсу візуалізації процесу очищення із використанням SCADA-системи TIA Portal.

									Арк.
									63
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	КВРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ				

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

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

					КВРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

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

41. Пушкар М.С., Проценко С. М. Проектування систем автоматизації : навч. посібник. Державний ВНЗ "Національний гірничий ун-т".Д.: НГУ, 2013. 267 с.

42. Воробйова О. М. Флейта Ю. В. Технічні засоби автоматизації : навч. посіб. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2018. 208 с,

43. Siemens TIA Portal for S7-1200 PLC Programming. URL: https://www.udemy.com/course/siemens-tia-portal-for-s7-1200-plc-programming/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=Search_DSA_Beta_Prof_la.EN_cc.ROW-English&campaign_type=Search&portfolio=ROW-English&language=EN&product=Course&test=&audience=DSA&topic=&priority=Beta&utm_content=deal4584&utm_term=.ag_162511579404.ad_696197165421.kw_.de_c.dm_.pl_.ti_dsa-1677053911088.li_1012868.pd_.&matchtype=&gad_source=1&gad_campaignid=21168154305&gbraid=0AAAAADROdO0Bzj-V9RVZXGWKkcg7Jze4J&gclid=Cj0KCQjwsNnCBhDRARIsAEzia4DaeDU8OyU1uaLl6VkyDDQK6btD87K1vpe-OjpFqxqA7W_fu5p4vKlQaAsLxEALw_wcB&couponCode=PMNVD2525 (дата звернення: 18.05.2025р.)

44. Totally Integrated Automation (TIA) Portal URL: <https://www.automate.org/products/siemens-industry-inc/totally-integrated-automation-tia-portal> (дата звернення: 18.05.2025р.)

					КВРАКІТ.2022120.01.05 ПЗ	Арк. 68
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Зубченко Олег Олегович

Тема: Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод

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

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 70

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою роботи є проектування автоматизованої системи керування очищенням промислових забруднених вод

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 було проведено аналіз існуючих методів очищення забруднених вод, що включає механічні, фізичні, хімічні, біологічні та фізико-хімічні підходи. Кожен із цих методів має свої переваги та обмеження, а їх вибір залежить від типу забруднень, характеристик стічної води та вимог до якості очищення. У другому розділі було розроблено технологічну схему та алгоритм очищення промислових забруднених вод на етапі попереднього очищення. Запропонований алгоритм забезпечує ефективне управління процесом, що включає контроль ключових параметрів води та взаємодію різних етапів очистки. Також була розроблена структура автоматизованої системи керування, яка інтегрує обрані компоненти, зокрема програмований логічний контролер та датчики, зокрема аналізатор рН. У третьому розділі було виконано проектування системи моніторингу та керування процесом попереднього очищення води. Розроблена функціональна схема автоматизації відображає логіку роботи системи, забезпечуючи послідовність та координацію всіх етапів очищення. Описано середовище розробки та основні програмні інструменти, які були використані для створення програмної частини системи управління. Було реалізовано систему візуалізації, яка забезпечує користувача зручним інтерфейсом для контролю та управління процесом очищення. Завдяки цьому підвищується оперативність реагування на зміни в роботі системи та полегшується експлуатація.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі недостатньо уваги приділяється аналізу 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: задовільно (3,50/D)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Шіман Віктор Васильович,
доцент каф. ТМІТ

“20” 06 2025 р.

 (підпис)

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

Олег ЗУБЧЕНКО

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 3 курс, групи АКІТс-22-1

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 (StrikePlagiarism 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.

02.06.2025

дата



підпис

Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Олег ЗУБЧЕНКО

Співавтор:

Назва: Зубченко антиплагіат

Експерт:

Підрозділ: Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Коефіцієнт подібності 1: 2.3%

Коефіцієнт подібності 2: 0.2%

Мікропробіли: 0

Заміна букв: 2

Інтервали: 0

Білі знаки: 1

Дата створення звіту: 2025-06-21 17:40:05.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-06-22



Доцент Микола Федула

Дата

експерт

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 1.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. **Errors in the documents: 14%**

ID: 247259 Title: БКР Автоматизована система керування очищенням промислових забруднених вод Added in a DB: 2025-06-21 Authors: Олег ЗУБЧЕНКО Heads: Людмила КОРЕЦЬКА Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	70059	1054	1755 (3%)	29 (3%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

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 очищенням промислових забруднених вод

Автор: Зубченко Олег Олегович

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

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

Науковий керівник: Корецька Людмила Олександрівна, 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 загальноживаних 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.

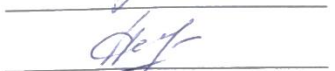
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 2,33% і адресується до 35 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи





Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Людмила КОРЕЦЬКА