

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Чернігівський колегіум імені Т.Г. Шевченка»
Природничо – математичний факультет
Кафедра хімії, технологій та фармації

Кваліфікаційна робота
[освітній рівень: бакалавр]

на тему:

**«Реконструкція насосної станції 3-го підйому із обладнання з доочистки та
зnezалізнення питної води в системі водопостачання в м. Чернігів»**

Виконав:

студент IV курсу групи 46 ФМТ
спеціальності 194 гідротехнічне
будівництво, водна інженерія
та водні технології

Вершинін Ігор Вікторович

Керівник

Корольов Олександр Олександрович

Чернігів 2026

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

Тема проєкту: Реконструкція насосної станції 3-го підйому із обладнання з доочистки та знезалізнення питної води в системі водопостачання в м. Чернігів

Вихідні дані до проєкту:

Встановлення системи доочистки питної води – реконструкція насосної станції третього підйому:

1. Загальна інформація про об'єкт
2. Розрахункові кліматичні константи (м. Чернігів)
3. Будівельні параметри існуючого приміщення
4. Параметри водоспоживання та підключені споживачі
5. Гідравлічні параметри існуючої системи
6. Вихідні фізико-хімічні показники якості води
7. Техніко-економічні вихідні дані

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Реферат

Вступ

**1. РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА УМОВ
БУДІВНИЦТВА**

1.1. Географічне розташування та кліматичні особливості

1.2. Аналіз поточного стану насосної станції та якості води

**2. РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ІНЖЕНЕРНІ
РОЗРАХУНКИ СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ**

2.1. Обґрунтування технологічної схеми та вибір методів доочистки питної води

2.2. Розрахунок та підбір основного фільтрувального обладнання

2.2.1. Вузол попереднього механічного очищення

2.2.2. Блок каталітичного знезалізнення та деманганації

2.2.3. Система ультрафіолетового знезараження

2.3. Гідравлічний розрахунок втрат напору та узгодження роботи насосного обладнання

2.4. Водовідведення та розрахунок об'ємів промивних вод

**3. РОЗДІЛ 3. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ ТА
КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ**

3.1. Обґрунтування необхідності просторової реорганізації приміщення

3.2. Демонтажні та земляні роботи

3.3. Влаштування фундаментів та залізобетонних конструкцій

3.4. Гідроізоляція та опоряджувальні роботи

4. РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

4.1. Заходи з охорони праці та електробезпеки

4.2. Оцінка впливу проекрованої діяльності на навколишнє природне середовище (ОВНС)

4.3. Управління відходами

5. РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ВАРТОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

5.1. Методологічні засади визначення вартості будівництва

5.2. Аналіз капітальних інвестицій (кошторисна вартість)

5.3. Оцінка експлуатаційних витрат та соціально-економічної ефективності

5.4. Калькуляція кошторисного прибутку та адміністративних витрат

5.5. Структура прямих витрат на матеріали та експлуатацію машин

5.6. Розрахунок ліміту коштів на ризики та інфляційні процеси

Висновки

Список використаних джерел

Перелік графічних матеріалів:

Креслення плану зали водопідготовки – 1 аркуш.

Креслення схеми демонтажу та влаштування конструкцій фундаментів – 1 аркуш.

Креслення плану опалення та вентиляції – 1 аркуш.

Креслення плану розміщення обладнання – 1 аркуш.

Креслення принципової технологічної схеми – 1 аркуш.

Роботу подано до розгляду « 08 » 06 2026 року.

Студент Вел Вершикин Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Олександр Корольов О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент ДВ Дурко Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Кваліфікаційну роботу (проект) розглянуто на засіданні кафедри хімії, технологій та фармацевції. Протокол № 13 від « 08.06.2026 р.
_____ 2026 року.

Студент допускається до захисту даної роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри Шур Бурсакова Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній (бакалаврській) роботі здійснено комплексний інженерно-технологічний та економічний аналіз проекту реконструкції діючої насосної станції 3-го підйому, що територіально розміщена у м. Чернігів по вулиці Лютній. Основною метою запропонованих рішень є впровадження ефективного комплексу обладнання для глибокого очищення та знезалізнення водопровідної води, аби забезпечити мешканців прилеглих багатоквартирних будинків якісною питною водою, що цілком відповідає сучасним гігієнічним вимогам (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

В процесі виконання роботи були проведені детальні розрахунки добового та годинного водоспоживання для мікрорайону, який налічує 1132 мешканці. Встановлено, що максимальне добове споживання сягає 141 м³/добу, а пікова годинна витрата становить 20 м³/год. На основі цих показників оптимізовано гідравлічні параметри мережі та підібрано фільтрувальне устаткування.

Доведено високу технологічну доцільність застосування багатоступеневої системи очищення: механічної фільтрації за допомогою самопромивного фільтра BWT MULTIPUR 80 AP, каталітичного знезалізнення на базі семи установок ECOSOFT FI 2472 CE150 та фінального ультрафіолетового знезараження лампами ECOSOFT EB-45. Комплекс архітектурно-будівельних рішень охоплює демонтаж старих фундаментів, облаштування нових монолітних опор та гідроізоляцію робочих приямків.

Економічна ефективність проекту підтверджується зведеним кошторисним розрахунком, згідно з яким загальна вартість реконструкції становить 3053,936 тис. Грн. Тривалість виконання всього циклу будівельно-монтажних робіт складає 1,5 місяці.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА УМОВ БУДІВНИЦТВА.....	9
1.1. Географічне розташування та кліматичні особливості.....	9
1.2. Аналіз поточного стану насосної станції та якості води.....	11
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ	16
2.1. Обґрунтування технологічної схеми та вибір методів доочистки питної води.....	16
2.2. Розрахунок та підбір основного фільтрувального обладнання	18
2.2.1. Вузол попереднього механічного очищення.....	18
2.2.2. Блок каталітичного знезалізнєння та деманганізації.....	18
2.2.3. Система ультрафіолетового знезараження.....	21
2.3. Гідравлічний розрахунок втрат напору та узгодження роботи насосного обладнання.....	23
2.4. Водовідведення та розрахунок об'ємів промивних вод.....	24
РОЗДІЛ 3. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ ТА КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ.....	26
3.1. Обґрунтування необхідності просторової реорганізації приміщення.....	26
3.2. Демонтажні та земляні роботи.....	26
3.3. Влаштування фундаментів та залізобетонних конструкцій.....	27
3.4. Гідроізоляція та опоряджувальні роботи.....	27
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	30

4.1. Заходи з охорони праці та електробезпеки	30
4.2. Оцінка впливу проектованої діяльності на навколишнє природне середовище (ОВНС).....	31
4.3. Управління відходами.....	32
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ВАРТОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ	32
5.1. Методологічні засади визначення вартості будівництва.....	32
5.2. Аналіз капітальних інвестицій (кошторисна вартість).....	33
5.3. Оцінка експлуатаційних витрат та соціально-економічної ефективності...36	
5.4. Калькуляція кошторисного прибутку та адміністративних витрат.....	38
5.5. Структура прямих витрат на матеріали та експлуатацію машин.....	39
5.6. Розрахунок ліміту коштів на ризики та інфляційні процеси.....	40
Висновки	41
Список використаних джерел.....	43

ВСТУП

Забезпечення міського населення чистою питною водою є одним із ключових пріоритетів комунального господарства. Проблема погіршення якості води у централізованих мережах, зокрема через вторинне забруднення, наявність підвищеного вмісту розчиненого заліза, марганцю та загальної каламутності, вимагає оперативного втручання та модернізації існуючих насосних станцій.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці проекту реконструкції діючої насосної станції третього підйому, що забезпечує водою мешканців багатоквартирних будинків по вулиці Лютній у м. Чернігів. На сьогодні існуюче обладнання лише підвищує тиск у мережі, не здійснюючи при цьому коригування хімічного складу води. Відповідно, вода, яка надходить до споживачів, періодично не відповідає нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Метою роботи є розробка технічно досконалої, екологічно безпечної та економічно виправданої системи доочистки води. Запропоновані інженерні рішення базуються на інтеграції сучасних каталітичних завантажень та автоматизованих систем керування.

Для реалізації цієї мети були поставлені такі **завдання**:

- Проаналізувати вихідні дані щодо якості водопровідної води та визначити основні параметри споживання.
- Розробити багатоступеневу технологічну схему очищення (механічна фільтрація, знезалізнення, УФ-зnezараження).
- Здійснити підбір необхідного насосного та фільтрувального устаткування із врахуванням гідравлічних втрат.
- Спроекувати архітектурно-будівельні зміни в існуючому приміщенні станції.
- Скласти кошторисну документацію для підтвердження рентабельності проекту.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ТА УМОВ БУДІВНИЦТВА

1.1. Географічне розташування, інженерно-геологічні та кліматичні особливості району локалізації об'єкта

Проектований об'єкт – підвищувальна насосна станція третього підйому з інтегрованим комплексом водопідготовки – територіально розташований у межах урбанізованої зони міста Чернігів, адміністративного центру Чернігівської області. З точки зору фізико-географічного районування, дана територія належить до зони поліської низовини, розташовуючись на правобережжі річки Десна.

Особливості рельєфу та геологічного середовища. Рельєф будівельного майданчика та прилеглих територій мікрорайону характеризується як спокійний, переважно рівнинний, зі слабо вираженими ухилами, що є типовим для лісостепової зони північної України. Рівнинний характер місцевості відіграє позитивну роль у процесі проектування та прокладання інженерних комунікацій (водопровідних та каналізаційних мереж), оскільки мінімізує потребу у масштабних земляних роботах та вертикальному плануванні території. Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика, базуючись на даних попередніх вишукувань свердловинами, свідчить про відсутність виходів ґрунтових вод на глибинах, що відповідають позначкам закладання фундаментів насосної станції (до -3,71 м). Цей фактор є вкрай сприятливим, адже він дозволяє уникнути проектування складних і високовартісних систем штучного водопониження (кесонних установок чи глибинного дренажу) під час виконання робіт із поглиблення приямків для встановлення фільтрувального обладнання.

Будівельна кліматологія. Для забезпечення довговічності будівельних конструкцій та безперебійної роботи технологічного обладнання, вибір матеріалів та розрахунок теплових втрат здійснено з урахуванням кліматичних параметрів регіону. Згідно з діючим нормативним документом ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», місто Чернігів територіально відноситься

до II (північно-західного) архітектурно-будівельного кліматичного району України.

Кліматичний режим регіону визначається як помірно-континентальний, якому притаманна відносно м'яка, але затяжна зима та помірно тепле літо з достатнім рівнем зволоження. Прийняті у проекті розрахункові кліматичні константи мають наступні значення:

- **Температурний режим:** середньорічна температура зовнішнього повітря фіксується на рівні $+7^{\circ}\text{C}$. При цьому середня температура впродовж опалювального сезону становить $-0,96^{\circ}\text{C}$. Для теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожувальних конструкцій підземного та надземного сегментів будівлі визначальним є показник температури найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92, який у даному районі сягає -23°C .
- **Вітрове та снігове навантаження:** розрахункове характеристичне значення вітрового тиску (W_0) для проектування становить 410 па. Характеристичне значення ваги снігового покриву на горизонтальну поверхню (S_0) регламентується на рівні 1720 па. Стійкий сніговий покрив зазвичай формується наприкінці листопада – на початку грудня, зберігаючись у середньому до початку березня, із середньою товщиною від 8 до 16 см.
- **Тривалість теплого періоду:** кількість днів у році, коли середньодобова температура повітря стабільно перевищує позначку $+8^{\circ}\text{C}$, становить близько 204 доби.

Враховуючи вищезазначені параметри, існуюча напівзаглиблена споруда насосної станції опиняється у сприятливих умовах терморегуляції, оскільки ґрунтовий масив навколо підземної частини виступає природним теплоізолятором, згладжуючи різкі температурні коливання у зимовий та літній періоди.

1.2. Аналіз поточного стану насосної станції, інфраструктури та показників якості питної води

Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення. Функціонуюча підвищувальна насосна станція розміщена в окремо розташованій споруді капітального типу. До будівлі підведено повноцінний асфальтований під'їзд, що створює безперешкодні умови для підвезення будівельних матеріалів, габаритного фільтрувального устаткування та проведення регламентних сервісних робіт.

Конструктивно будівля має прямокутну форму з внутрішніми габаритами в осях 5,00 x 6,34 м. Специфікою об'єкта є його заглиблений характер: висота приміщення від нульової позначки (рівня землі) вгору становить 2,8 метра, тоді як підземна частина заглиблена на 3,71 метра. Корисна площа залу водопідготовки складає 16,22 м², а загальний будівельний об'єм приміщення дорівнює 110,95 м³.

Відповідно до класифікації ДСТУ 8855:2019, об'єкту присвоєно клас наслідків (відповідальності) СС2 (середні наслідки), оскільки його безаварійна робота критично важлива для життєзабезпечення понад тисячі осіб. З точки зору пожежної безпеки, споруда належить до II ступеня вогнестійкості, а саме приміщення класифікується за категорією «Д» (знижена пожежна небезпека), оскільки технологічний процес водоперекачування не супроводжується виділенням горючих газів, пилу чи іскроутворенням.

Поточне технологічне оснащення. Основне функціональне призначення станції до реконструкції зводилося виключно до стабілізації та підвищення тиску у розподільчій мережі. Вода з міського водопроводу (під середнім тиском 3,8 бар) потрапляє на станцію через два вводи діаметром 100 мм. Для забезпечення необхідного робочого тиску (4,2 бар) у мережах будинків, на об'єкті експлуатується:

- Автоматизована насосна станція *WILO COR3 MVI 805-1/CR-EB* виробництва Німеччини, до складу якої входять три відцентрові насоси.

Її номінальна продуктивність складає 20 м³/год при створенні напорі у 35 метрів водяного стовпа.

- Мембранний гідроакумулятор *WILO-A 500/100* об'ємом 500 літрів, який слугує демпфером для гасіння гідроударів у системі.
- Дренажна система з насосом *WILO TMR 32/8*, що активується автоматично у разі аварійного затоплення приямку.
- Облік ресурсів здійснюється турбінним водолічильником *GROSS WPK-UA 65/200*.

Управління процесами повністю автоматизовано за допомогою системи «АСУ ІНТЕГРА», яка транслює дані телеметрії (тиск, стан насосів, сигнал про несанкціонований доступ) на центральний диспетчерський пункт водоканалу. Проте, незважаючи на надійність насосного парку, станція не має у своєму складі жодного елемента водоочищення.

Характеристика споживачів та водоспоживання. Об'єкт генерує тиск для групи багатопверхових житлових будинків по вул. Льотна та вул. О. Кошового. Сумарна кількість мешканців, які користуються послугами даної станції, сягає 1132 осіб (розподілених за 543 особовими рахунками). Виходячи з норм водоспоживання для будівель, оснащених централізованим гарячим водопостачанням, максимальна добова потреба цього житлового масиву у воді становить 141 м³/добу. У години пікового ранкового та вечірнього розбору максимальна годинна витрата досягає 20 м³/год.

Для наочності розподілу навантаження на проектовану систему водопідготовки, розрахункові дані щодо водоспоживання зведено у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахункові витрати питної води для підключених споживачів

Об'єкт водоспоживання	Кількість мешканців, осіб	Кількість особових рахунків	Середньо добова витрата, м³/добу	Максимальна годинна витрата, м³/год
-----------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

Житловий будинок (вул. Льотна)	368	189	45,8	6,5
Житловий будинок (вул. Льотна)	367	174	45,7	6,5
Житловий будинок (вул. О. Кошового)	397	180	49,5	7
Разом по об'єкту:	1132	543	141	20

Проблематика якості питної води. Головним аргументом на користь термінової модернізації об'єкта є критичний стан води, що подається споживачам. Транспортування води застарілими сталевими та чавунними магістралями міського водопроводу неминуче призводить до її вторинного забруднення продуктами корозії. Проведені сертифікованою лабораторією КП «Чернігівводоканал» дослідження зафіксували стабільні відхилення від державних санітарних норм (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Основними забруднювачами виступають:

1. **Залізо загальне (Fe):** концентрація у вихідній воді коливається в межах 0,1 – 0,4 мг/дм³, що у періоди максимуму вдвічі перевищує встановлену норму ($\leq 0,2$ мг/дм³). Присутність двовалентного (розчиненого) заліза призводить до того, що під час контакту з киснем повітря вода набуває бурого забарвлення, специфічного металічного присмаку та залишає іржавий наліт на санітарній кераміці.
2. **Марганець (Mn):** фіксуються показники до 0,08 мг/дм³, що порушує норматив у 0,05 мг/дм³. Разом із залізом, марганець сприяє заростанню труб чорним осадом та є токсичним для організму людини при тривалому вживанні.
3. **Каламутність:** показник сягає 1,9 мг/дм³ (при нормі до 1,5 мг/дм³), що свідчить про наявність значної кількості зважених часток, дрібнодисперсного піску та відшарованої окалини з труб.

Інші показники (такі як жорсткість у межах 2,0–3,7 моль/дм³, аміак, нітрати та нітрити) залишаються в межах гігієнічної норми.

Висновки щодо стану об'єкта. Існуюча технологічна схема станції є функціонально неповноцінною в умовах сучасних вимог до комунальної інфраструктури, оскільки забезпечує лише механічне перекачування забрудненої води без її очищення. З огляду на це, виникає гостра інженерна необхідність розробки проекту реконструкції, що передбачатиме впровадження блоку попередньої механічної фільтрації для зниження каламутності та каскаду каталітичних фільтрів для глибокого знезалізнення та деманганзації води безпосередньо перед її подачею у розподільчі мережі споживачів.

Рис. 1.1. План приміщення насосної станції 3-го підйому (План зали водопідготовки)

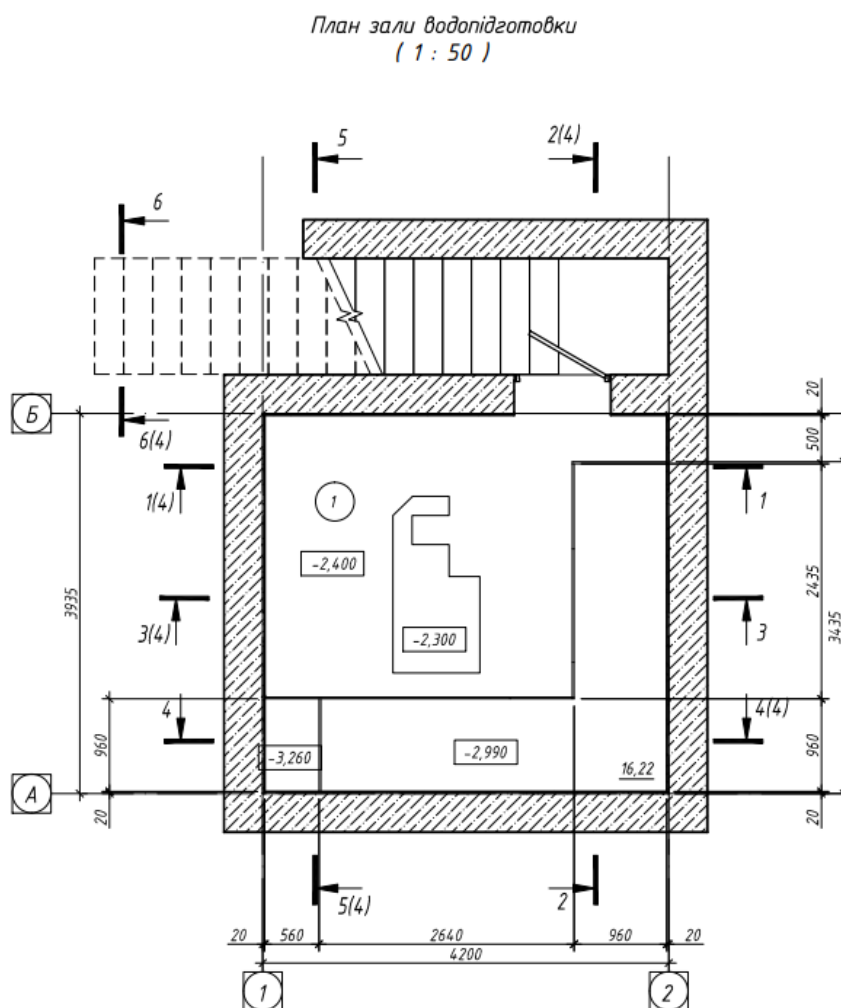


Рис. 1.2. План приміщення насосної станції 3-го (Розріз 1-1)

Розріз 1-1

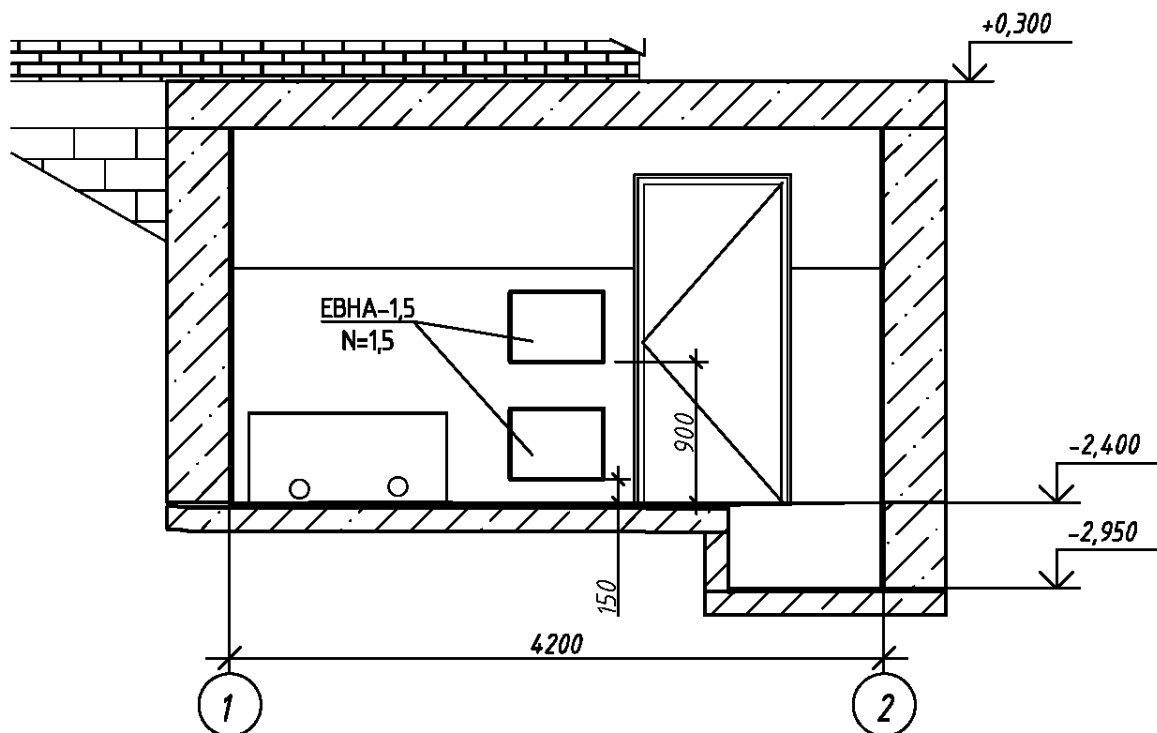
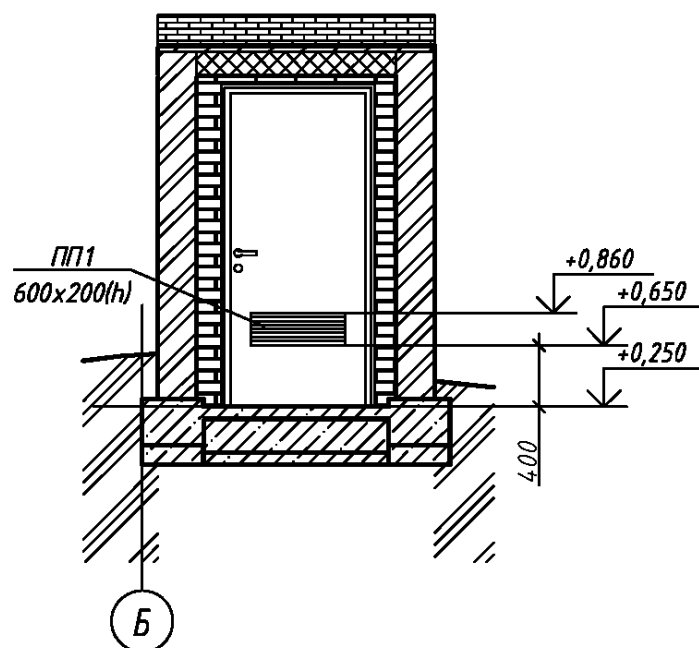


Рис. 1.3. План приміщення насосної станції 3-го підйому (Розріз 2-2)

Розріз 2-2



РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ СИСТЕМИ ВОДОПІДГОТОВКИ

2.1. Обґрунтування технологічної схеми та вибір методів доочистки питної води

Вибір оптимальної технологічної схеми водопідготовки базується на результатах фізико-хімічного аналізу вихідної водопровідної води, розрахункових витратах (максимальна годинна витрата становить 20 м³/год) та жорстких просторових обмеженнях існуючого приміщення насосної станції (загальна площа 16,22 м²). Оскільки головною проблемою є наявність завислих речовин (підвищена каламутність) та розчинених форм заліза і марганцю, проектом передбачено багатоступеневу безреагентну схему очищення.

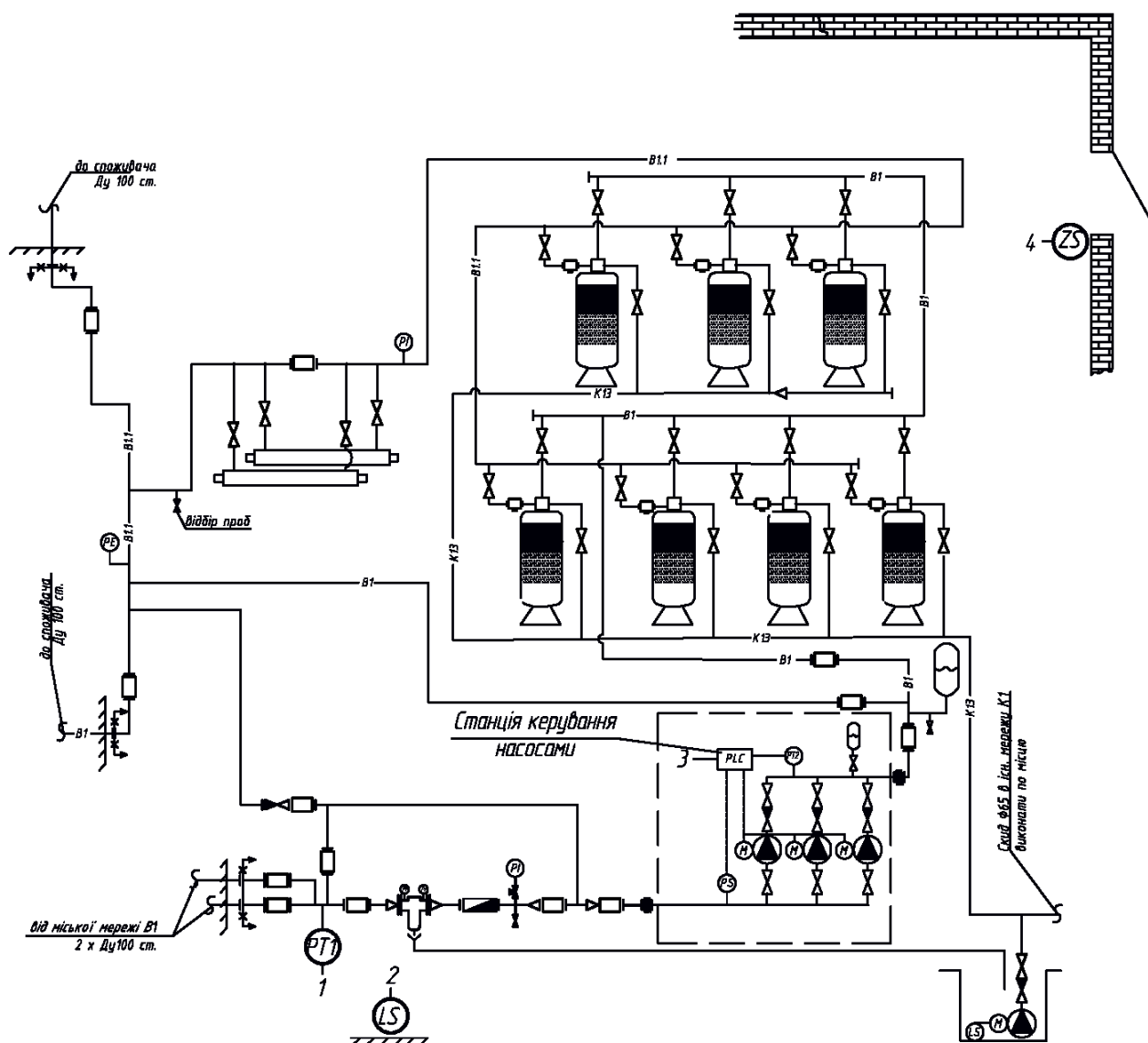
Застосування традиційних реагентних методів (наприклад, дозування гіпохлориту натрію або перманганату калію для окиснення заліза) в умовах житлової забудови та обмеженого простору є технологічно недоцільним і небезпечним з огляду на санітарні норми та вимоги охорони праці. Тому в основу проекту покладено метод **каталітичного окиснення** з подальшим фільтруванням у стаціонарному шарі завантаження та фінальним знезараженням бактерицидним випромінюванням.

Принципова технологічна схема модернізованої насосної станції включає три послідовні стадії обробки:

1. **Попередня механічна фільтрація (грубе очищення)** – спрямована на затримання крупнодисперсних домішок, іржі, окалини та піску, що потрапляють із магістральних мереж.
2. **Каталітичне знезалізнєння та деманганація** – основний технологічний етап, де відбувається переведення двовалентного заліза (Fe^{2+}) у тривалентну нерозчинну форму (Fe^{3+}) з її подальшим осадженням на гранулах фільтруючого матеріалу.

3. Ультрафіолетове (УФ) знезараження – фінальний бар'єр, який гарантує мікробіологічну безпеку води перед її подачею у внутрішньобудинкові мережі.

Рис. 2.1. Принципова технологічна схема модернізованої насосної станції



2.2. Розрахунок та підбір основного фільтрувального обладнання

Підбір технологічного обладнання комплексу водопідготовки підвищувальної насосної станції по вул. Лютній здійснено на основі максимальної годинної витрати споживачів ($Q_{\text{год.макс}} = 20 \text{ м}^3/\text{год}$) та базових фізико-хімічних параметрів вихідної води.

2.2.1. Вузол попереднього механічного очищення

З метою захисту чутливих керуючих клапанів систем знезалізнення та запобігання передчасному кольматажу (замуленню) каталітичного завантаження, на вхідному трубопроводі (після лічильника води) передбачено встановлення магістрального сітчастого фільтра зі зворотною промивкою.

У проекті прийнято до встановлення самопромивний фільтр **BWT MULTIPUR 80 AP** (виробництва концерну BWT, Австрія/Німеччина) з розміром чарунок сітки 100 мкм. Вибір даної моделі обґрунтований її високою пропускною здатністю (номінальна продуктивність сягає $58 \text{ м}^3/\text{год}$ при перепаді тиску $\Delta p = 0,2 \text{ бар}$), що створює майже триразовий запас міцності по відношенню до максимальної годинної витрати станції ($20 \text{ м}^3/\text{год}$). Фільтр оснащено модулем автоматичного промивання, який ініціює очищення сітки за сигналами диференційного реле тиску або за попередньо встановленим часовим інтервалом, що забезпечує повну автономність вузла.

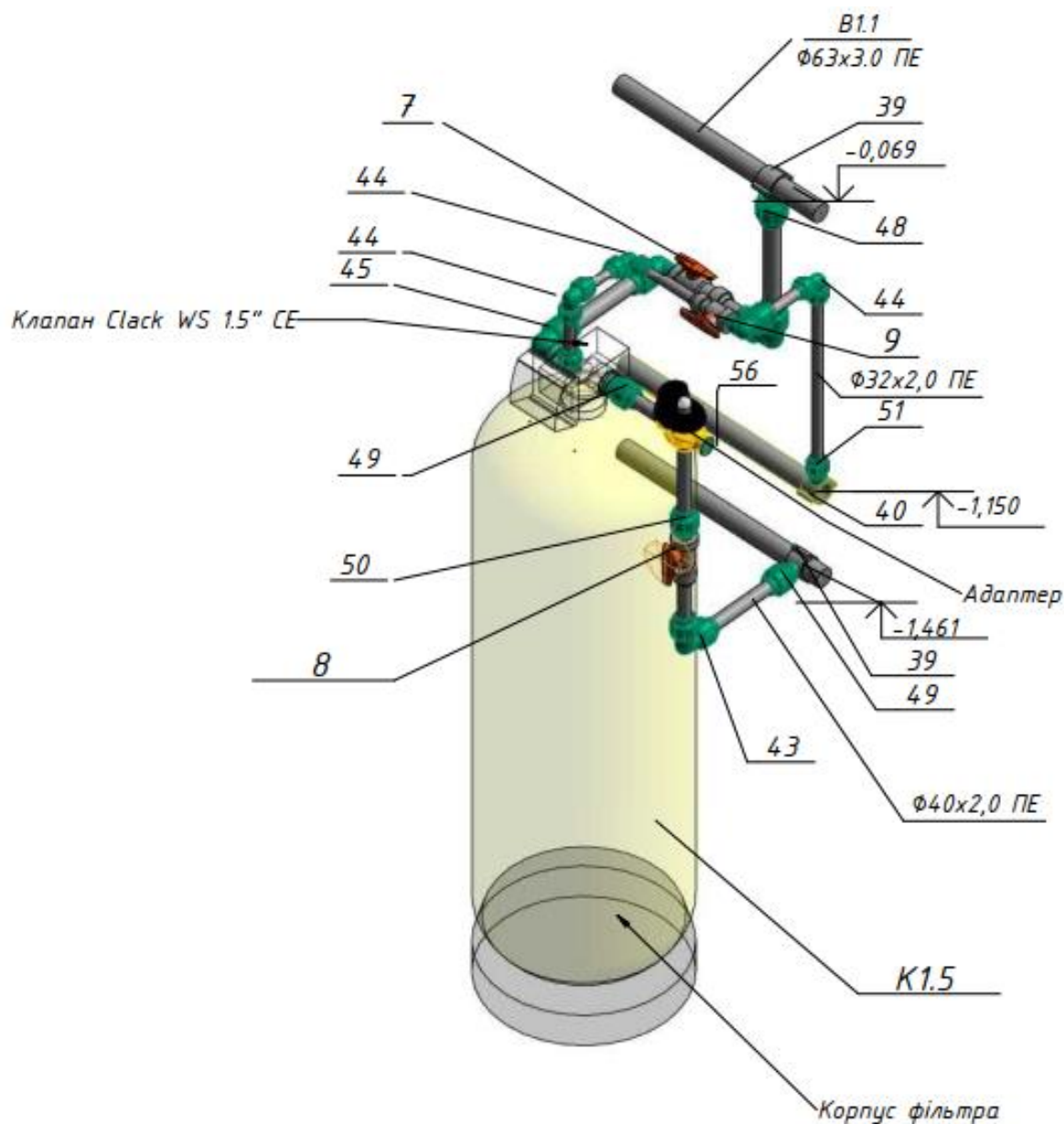
2.2.2. Блок каталітичного знезалізнення та деманганациї

Видалення сполук заліза та марганцю є найбільш складним гідродинамічним процесом у даній схемі. Для досягнення продуктивності у $20 \text{ м}^3/\text{год}$ було вирішено застосувати не одну моноблочну установку промислового типу (через неможливість її монтажу у підвальному приміщенні з висотою стелі 2,8 м), а каскад із паралельно підключених фільтрувальних колон середньої продуктивності.

Проектом передбачено монтаж семи (7) паралельно працюючих установок знезалізнення типу **ECOSOFT FI 2472 CE150**, схема яких наведена на рис. 2.1.

- **Корпуси фільтрів:** виконані з корозійностійкого композитного матеріалу (скловолокно, армоване епоксидною смолою). Габарити одного балона (типорозмір 2472) становлять 610 мм у діаметрі та близько 2150 мм у висоту (з керуючим клапаном – понад 2,4 м).
- **Фільтруюче завантаження:** як робоче середовище використовується спеціалізований багатокомпонентний каталітичний матеріал (наприклад, типу BIRM, CENTAUR або комплексне завантаження FERROMIX). Принцип дії матеріалу базується на тому, що він виступає нерозчинним каталізатором, який багаторазово прискорює реакцію окиснення розчиненого двовалентного заліза розчиненим у воді киснем. Утворений гідроксид заліза Fe(OH)_3 випадає у вигляді пластівців і механічно затримується у товщі завантаження.
- **Гідравлічні параметри блоку:** номінальна продуктивність однієї колони становить близько 3,0 – 3,5 м³/год. Сумарна продуктивність 7 установок дорівнює $7 \times 3,0 = 21,0$ м³/год, що повністю задовольняє пікові потреби об'єкта.
- **Керуюча автоматика:** кожен фільтр оснащений електромеханічним клапаном керування **CLACK WS 1.5 CE** (США) з вбудованим мікропроцесором. Регенерація (відновлення робочих властивостей) завантаження відбувається без застосування хімічних реагентів – виключно шляхом інтенсивної зворотної промивки (BACKWASH) вихідною водою. Процес розпушування шару триває 15-25 хвилин, під час яких накопичений осад змивається у каналізаційну мережу. Автоматика налаштовується таким чином, щоб регенерація колон відбувалася по чергово у нічний час (період мінімального водоспоживання), що гарантує безперебійне постачання очищеної води.

Рис. 2.1 Установок знезалізнення типу ECOSOFT FI 2472 CE150



Вибір саме цього типорозміру обладнання базується на його габаритно-технічних характеристиках, які оптимально підходять для умов даної насосної станції. Основні експлуатаційні параметри обраної установки наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики установки каталітичного знезалізнення Ecosoft FI 2472 CE150 (з розрахунку на 1 колону)

Найменування параметра	Одиниця виміру	Значення
Продуктивність (робоча / максимальна)	м³/год	3,0 / 3,5
Об'єм каталітичного завантаження (FERROMIX)	літрів	225
Робочий тиск у системі	бар	2,0 – 6,0
Витрата води на зворотну промивку (регенерацію)	м³/год	4,5 – 5,0
Тривалість циклу регенерації	хвилин	15 – 25
Габаритні розміри (Діаметр × Висота)	мм	610 × 2150
Електроживлення керуючого клапана CLACK	В / Гц	220 / 50

2.2.3. Система ультрафіолетового знезараження

Для забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки (відповідно до вимог ДСанПіН) впроваджено блок УФ-стерилізації. УФ-випромінювання з довжиною хвилі 254 нм проникає крізь клітинні стінки бактерій та вірусів, руйнуючи їх ДНК/РНК, що унеможливає подальше розмноження патогенної мікрофлори. На відміну від хлорування, УФ-обробка не змінює смакових якостей води та не утворює токсичних канцерогенних сполук (тригалометанів). У проекті прийнято дві УФ-установки промислового класу **ECOSOFT EB-45**, змонтовані паралельно на вихідному колекторі.

- Продуктивність однієї установки сягає понад 10 м³/год. Сумарна пропускна здатність двох модулів становить понад 20 м³/год.

- Кожна установка оснащена двома бактерицидними лампами потужністю по 85 Вт (сумарна споживана потужність одного модуля – 170 Вт).
- Корпус реактора виготовлено з високоякісної харчової нержавіючої сталі AISI 304, що витримує робочий тиск до 8-10 бар. Ефективність УФ-знезараження безпосередньо залежить від прозорості води. Оскільки перед УФ-лампами вода проходить стадію глибокої механічної та каталітичної очистки (де каламутність знижується до нормативних 1,5 мг/дм³ і нижче), коефіцієнт пропускання ультрафіолету (УФ-трансмісія) наближається до 95-98%, що гарантує 99,9% інактивацію мікроорганізмів.

Принципова технологічна схема

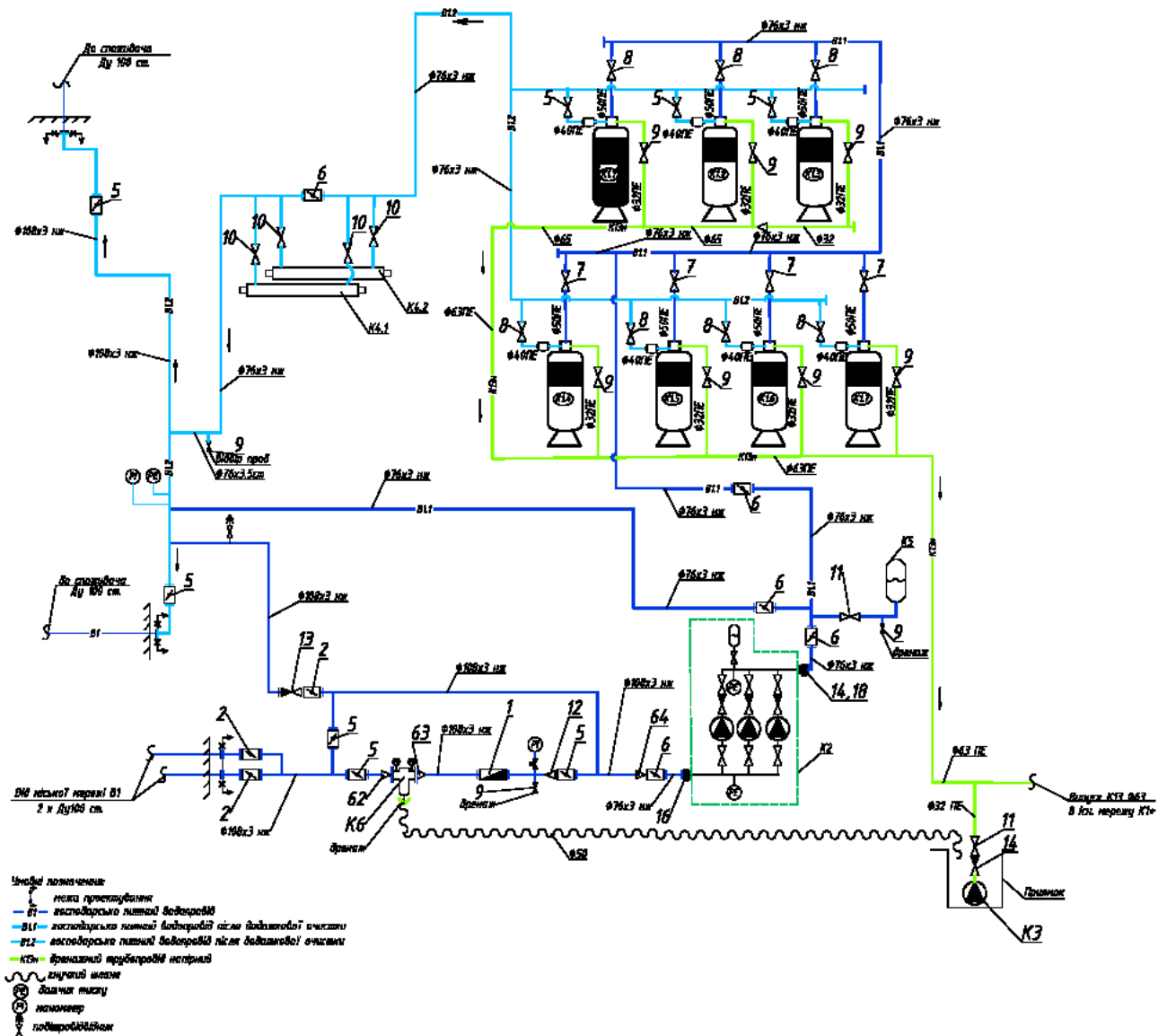


Рис. 2.1. Принципова технологічна схема багатоступеневої доочистки та знезалізнення питної води

2.3. Гідравлічний розрахунок втрат напору та узгодження роботи насосного обладнання

Впровадження потужного комплексу водопідготовки суттєво змінює гідравлічний опір системи, що вимагає перерахунку режимів роботи існуючої насосної станції *WILO COR3 MVI 805-1/CR-EB*.

Загальні лінійні та місцеві втрати тиску у модернізованій системі розраховуються як сума втрат на кожному елементі:

$$\sum \Delta H = \Delta h_{\text{мех}} + \Delta h_{\text{ліч}} + \Delta h_{\text{фільтр}} + \Delta h_{\text{УФ}} + \Delta h_{\text{труб}}$$

1. **Втрати на попередньому фільтрі (BWT MULTIPUR 80):** при витраті 20 м³/год втрати тиску не перевищують 0,1 бар (1,0 м.вод.ст.).
2. **Втрати на лічильнику (GROSS WPK-UA 65):** близько 0,1 бар (1,0 м.вод.ст.).
3. **Втрати в каскаді знезалізнення (ECOSOFT FI 2472):** робота фільтруючого завантаження створює найбільший динамічний опір. Перепад тиску на чистому завантаженні становить близько 0,3 бар, а перед початком регенерації може зростати до 0,5-0,6 бар (5,0 - 6,0 м.вод.ст.).
4. **Втрати на УФ-стерилізаторах та трубопровідній обв'язці:** близько 0,1 бар (1,0 м.вод.ст.).

Сумарні максимальні втрати тиску в системі очищення становлять орієнтовно: $\sum \Delta H = 0,1 + 0,1 + 0,6 + 0,1 = 0,9$ бар (або 9,0 метрів водяного стовпа).

Регулювання вихідного тиску. Вхідний тиск води з міської мережі становить $P_{\text{вх}} = 3,8$ бар. Після проходження системи фільтрації тиск впаде до $3,8 - 0,9 = 2,9$ бар. Існуюча насосна установка WILO здатна додати ще 35 метрів напору (3,5 бар). Відповідно, теоретичний тиск на виході зі станції може скласти: $2,9 + 3,5 = 6,4$ бар. Оскільки необхідний робочий тиск у внутрішньобудинкових мережах споживачів має становити рівно 4,2 бар, надлишковий тиск у розмірі 2,2 бар має бути редукований. У проєкті це досягається двома шляхами:

- **Автоматичне частотне регулювання:** вбудовані частотні перетворювачі насосів WILO автоматично знижують оберти двигунів, зменшуючи напір та економлячи електроенергію, орієнтуючись на покази датчика тиску, перенесеного на вихідний колектор (після УФ-ламп).
- **Монтаж дросельної діафрагми:** як механічний дублюючий захід захисту мереж від гідроударів (у випадку збою автоматики), на вихідному трубопроводі встановлюється спеціальна дросельна діафрагма.

Таблиця 2.2 – розрахункові втрати напору на елементах системи водопідготовки (при $q = 20 \text{ м}^3/\text{год}$)

Елемент технологічної схеми	Втрати напору, бар	Втрати напору, м.вод.ст.
Механічний самопромивний фільтр BWT MULTIPUR 80	0,05	0,5
Турбінний лічильник води GROSS WPK-UA 65	0,1	1
Блок каталітичних фільтрів ECOSOFT FI 2472 (у робочому режимі)	0,5	5
Супутні місцеві та лінійні опори трубопроводів	0,15	1,5
Сумарний гідравлічний опір системи до насосів:	0,8	8

2.4. Водовідведення та розрахунок об'ємів промивних вод

Важливою складовою технологічного процесу є утилізація стічних вод, що утворюються під час зворотної промивки (регенерації) фільтрів. Процес регенерації одного фільтра ECOSOFT FI 2472 CE150 вимагає потоку води з інтенсивністю близько $4,5\text{-}5,0 \text{ м}^3/\text{год}$ протягом 15-20 хвилин. Відповідно, на одну промивку витрачається близько $1,5 \text{ м}^3$ води.

За умови регенерації кожного фільтра раз на 3-4 доби (залежно від фактичної концентрації заліза у вихідній воді), загальний об'єм промивних вод, що скидається у міську каналізацію, становить приблизно $5\,440 \text{ м}^3$ на рік (або близько 10-12% від загального об'єму очищеної води). Згідно з проектом, скидання здійснюється через існуючий дренажний приямок насосної станції, оснащений занурювальним насосом *WILO TMR 32/8*, у внутрішньомайданчикову мережу водовідведення. Оскільки промивні води містять лише природні домішки (оксиди заліза) без домішок агресивних хімічних реагентів, їх скидання не порушує правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення м. Чернівців.

РОЗДІЛ 3. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ ТА КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ

3.1. Обґрунтування необхідності просторової реорганізації приміщення

Впровадження комплексу сучасного обладнання для глибокого очищення води в існуючій споруді насосної станції третього підйому супроводжується низкою просторових та конструктивних викликів. Основна технічна проблема полягає у жорстких габаритних обмеженнях підземного приміщення: висота стелі від існуючої відмітки чистої підлоги до низу плит перекриття становить лише 2,8 метра. У той же час, висота проєктованих фільтрувальних колон ECOSOFT FI 2472 CE150 у зборі з керуючими клапанами CLACK та необхідною трубою обв'язкою перевищує 2,4 метра. Зважаючи на потребу забезпечення нормативних монтажних зазорів для обслуговування автоматики та засипки фільтруючого матеріалу (мінімум 0,6–0,8 м вільного простору зверху), встановлення обладнання на існуючу позначку підлоги є технічно неможливим.

З огляду на це, архітектурно-будівельним розділом проєкту передбачено радикальну просторову реорганізацію залу водопідготовки, яка полягає у влаштуванні спеціалізованого заглибленого технологічного приймку (каналу) вздовж стіни для розміщення каскаду фільтрів.

3.2. Демонтажні та земляні роботи

На початковому етапі будівельно-монтажних робіт передбачається виконання комплексу демонтажних операцій у зоні майбутнього розташування обладнання. Згідно з проєктною документацією, виконується розбирання існуючого бетонного покриття підлоги товщиною до 150 мм із застосуванням електричних відбійних молотків та перфораторів.

Після розкриття бетонної підготовки здійснюється виїмка ґрунту (переважно піщано-суглинистого складу) на глибину до 600 мм нижче відмітки 0,000. Враховуючи обмежені габарити вхідних дверей та неможливість

застосування великогабаритної землерийної техніки, розробка ґрунту виконується ручним способом. Вилучений ґрунт та будівельне сміття фасуються у мішки та підіймаються на поверхню з подальшим вивезенням на спеціалізований полігон будівельних відходів.

3.3. Влаштування фундаментів та залізобетонних конструкцій

Створення надійної опорної бази для масивних фільтрувальних колон (робоча вага одного балона з водою та завантаженням перевищує 400 кг) вимагає влаштування нових монолітних залізобетонних конструкцій.

Процес бетонування технологічного прямокутника включає наступні стадії:

1. **Підготовка основи:** на дно відритого котловану влаштовується ущільнена піщано-щебенева подушка товщиною 100 мм, яка виконує функцію капілярного розриву та рівномірно розподіляє навантаження на материковий ґрунт.
2. **Армування:** виконується просторове армування дна та стінок прямокутника. Для армування застосовуються стрижні з гарячекатаної сталі періодичного профілю класу А400С (діаметром 10-12 мм), з'єднані у сітку за допомогою в'язального дроту.
3. **Бетонування:** заливка конструкцій здійснюється товарним бетоном класу міцності на стиск С16/20 (марка м250). Бетонна суміш подається у підготовлену опалубку з обов'язковим віброущільненням глибинними вібраторами для видалення повітряних порожнин та забезпечення проектної щільності моноліту.

3.4. Гідроізоляція та опоряджувальні роботи

Зважаючи на те, що насосна станція є об'єктом підвищеної вологості, а підземне розташування створює ризик капілярного підсосу вологи з ґрунту, особлива увага приділена гідроізоляційним заходам та опоряджувальним роботам, обсяги яких наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість обсягів опоряджувальних та будівельних робіт

№ П/п	Найменування будівельних та опоряджувальних робіт	Одиниця виміру	Кількість	Матеріал суміші
1	Вирівнювання підлоги зали водопідготовки стяжкою (5- 50 мм)	М²	29,486	SILTEK F-22
2	Влаштування гідроізоляційного шару підлоги (товщина 5 мм)	М²	29,486	SILTEK V-30
3	Укладання покриття підлоги з керамічної неслизької плитки	М²	29,486	АТЕМ ГРЕС 300X300 ММ
4	Влаштування гідроізоляційного шару по стінках нових примків	М²	12,2	SILTEK V-30
5	Штукатурення внутрішніх стін залу цементною сумішшю (11-20 мм)	М²	51,533	SILTEK PM-11
6	Фінішне фарбування стін та прямків на висоту до 1,5 м	М²	36,72	Водоемульсійна RAL 6035
7	Фарбування стін вище відмітки 1,5 м від рівня підлоги	М²	15,023	Клейова RAL 9010
8	Вирівнююче шпаклювання та побілення стелі приміщення	М²	16,41	FEROMAL KALKTUNCHE

Внутрішні поверхні залізобетонного прямоку, а також примикання нової підлоги до існуючих стін обробляються обмазувальною гідроізоляційною сумішшю проникаючої дії **SILTEK V-30**. Цей матеріал кристалізується в порах бетону, створюючи надійний бар'єр проти проникнення води як ззовні, так і зсередини (у випадку аварійних витоків).

Оздоблення підлоги. В якості фінішного покриття підлоги у залі водопідготовки та всередині прямоку застосовано керамічну плитку (керамограніт) підвищеної міцності «АТЕМ ГРЕС». Плитка має спеціальну антиковзну рифлену поверхню, що відповідає вимогам охорони праці для

вологих приміщень. Укладка плитки виконується з формуванням технологічного ухилу (0,1–0,3 градуси) у напрямку до існуючого дренажного колодязя, де змонтовано автоматичний насос водовідведення. Це гарантує оперативне відведення води у разі розгерметизації трубопроводів.

Оздоблення стін та стелі. Існуючі стіни очищаються від старих покриттів, покриваються лугостійкою ґрунтовкою глибокого проникнення (SILTEK UNIVERSAL E-100) та вирівнюються цементно-піщаною штукатурною сумішшю SILTEK PM-11 із застосуванням армуючої склосітки у місцях примикань. Для фінішного фарбування стін (на висоту до 1,5 м від підлоги) та металевих елементів використовується вологостійка фарба на акриловій основі оливкового кольору (відтінок RAL 6035). Стеля та верхня частина стін фарбуються паропроникною білою водоемульсійною фарбою SNIEZKA WHITE EFFECT для покращення освітленості приміщення.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ (ОВНС)

4.1. Заходи з охорони праці та електробезпеки

Експлуатація насосної станції третього підйому з інтегрованою системою водопідготовки передбачає використання потужного електрообладнання (насоси, УФ-лампи, електроприводи клапанів) у приміщенні з підвищеною вологістю. Відповідно, забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу є пріоритетним завданням проекту.

Електробезпека. Для захисту від ураження електричним струмом у проекті реалізовано систему заземлення типу TN-S, де нульовий робочий (N) та нульовий захисний (PE) провідники розділені по всій довжині мережі. Усі металеві корпуси технологічного обладнання, шафи керування, металеві лотки та фланці трубопроводів підлягають обов'язковому приєднанню до існуючого контуру заземлення будівлі. Крім того, у ввідно-розподільчому пристрої (ВРП) передбачено встановлення пристроїв захисного відключення (ПЗВ) зі струмом витоку 30 мА для освітлювальних та штепсельних мереж.

Мікроклімат та ергономіка. Об'єкт спроектовано для роботи в повністю автоматичному режимі, що виключає необхідність постійного перебування чергового персоналу. Контроль за роботою обладнання здійснюється дистанційно через систему телеметрії. Для запобігання промерзанню трубопроводів та замерзанню води у фільтрах у зимовий період, проектом передбачено систему електричного опалення на базі конвекторів «термія» потужністю 1,5 кВт, які обладнані автоматичними термостатами для підтримки мінімально допустимої температури повітря на рівні +5...+8 °С. Вентиляція приміщення забезпечується природним шляхом через вентиляційні канали з дефлекторами.

4.2. Оцінка впливу проектованої діяльності на навколишнє природне середовище (ОВНС)

Проект реконструкції насосної станції розроблявся з урахуванням жорстких вимог природоохоронного законодавства України (зокрема, закону України «про оцінку впливу на довкілля» та водного кодексу). Комплексний аналіз показав, що реалізація проекту не несе значного негативного техногенного навантаження на екосистеми району.

Вплив на атмосферне повітря. Технологічний процес очищення води (фільтрація, знезалізнення, УФ-опромінення) є повністю закритим і відбувається у герметичних корпусах під тиском. Викиди забруднюючих речовин, парникових газів, аерозолів чи специфічних запахів у атмосферне повітря відсутні як у штатному режимі роботи, так і під час регенерації фільтрів.

Вплив на геологічне середовище та ґрунти. Оскільки всі будівельно-монтажні роботи здійснюються виключно в межах існуючої капітальної споруди (у підземній частині будівлі), порушення ґрунтового покриву, вирубка зелених насаджень чи зміна рельєфу прилеглої території не відбуваються.

Вплив на водне середовище (гідросферу). Основним фактором взаємодії об'єкта з водним середовищем є утворення стічних вод під час регулярної зворотної промивки фільтрів ECOSOFT FI 2472. За розрахунковими даними, загальний об'єм промивних вод становить орієнтовно 5,44 тис. м³/рік.

Вкрай важливо зазначити, що процес регенерації каталітичного завантаження відбувається без використання хімічних реагентів (сіль, марганцівка тощо). Стічні води містять виключно механічні домішки та природні оксиди заліза і марганцю (Fe(OH)_3 , MnO_2), які були вилучені з водопровідної води. Такі стоки не є токсичними і відводяться у існуючу загальноміську систему побутової каналізації, що повністю відповідає нормам приймання стічних вод і не порушує біохімічні процеси на міських очисних спорудах.

4.3. Управління відходами

В процесі експлуатації оновленої насосної станції утворюватимуться два специфічні види твердих відходів, які потребують регламентованого поводження:

1. **Відпрацьовані ультрафіолетові бактерицидні лампи (I клас небезпеки).** Лампи установок ECOSOFT EB-45 містять у своєму складі пари ртуті. Їх термін ефективної експлуатації становить 9000-10000 годин (близько 14 місяців безперервної роботи), після чого вони підлягають заміні. Категорично забороняється викидати відпрацьовані лампи у контейнери для побутового сміття. Згідно з проектом, вони повинні зберігатися у спеціальних герметичних тубусах і передаватися спеціалізованим підприємствам, які мають відповідну ліцензію міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України на їх демеркуризацію (знешкодження).
2. **Відпрацьоване фільтруюче завантаження (IV клас небезпеки).** Термін служби каталітичного матеріалу у колонах знезалізнення становить 3–5 років, після чого відбувається його стирання та втрата каталітичних властивостей. Відпрацьований матеріал, який являє собою інертні гранули, покриті плівкою оксиду заліза, є малонебезпечним відходом (IV клас). Він підлягає вивантаженню та вивезенню на міський полігон твердих побутових відходів (ТПВ) згідно з укладеними договорами комунального підприємства.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ВАРТОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ

5.1. Методологічні засади визначення вартості будівництва

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) є невід’ємною складовою будь-якого інженерного проекту, оскільки воно дозволяє оцінити фінансову доцільність прийнятих технологічних та архітектурно-будівельних рішень. Визначення кошторисної вартості реконструкції насосної станції третього підйому по вул. Льотній здійснювалося відповідно до діючих в Україні національних стандартів з ціноутворення у будівництві (зокрема, настанови з визначення вартості будівництва та відповідних ДСТУ серії Д).

Для виконання максимально точних розрахунків було застосовано ліцензований програмний комплекс АВК-5 (редакція 3.5.4). Кошторисна документація формувалася на основі розроблених локальних кошторисів, які враховують:

- Обсяги будівельних та монтажних робіт за робочими кресленнями (демонтаж підлог, земляні роботи, бетонування прямоку, гідроізоляція, опорядження);
- Вартість основного технологічного устаткування (система механічної фільтрації BWT, каскад установок ECOSOFT FI 2472 CE150, блоки УФ-знезараження ECOSOFT EB-45);
- Вартість допоміжних матеріалів (трубопроводи, запірно-регулююча арматура, кабельно-провідникова продукція, щити автоматики);
- Витрати на експлуатацію будівельних машин та механізмів;
- Трудовитрати робітників-будівельників та монтажників;
- Витрати на проведення пусконаладжувальних робіт комплексної системи автоматизації.

5.2. Аналіз капітальних інвестицій (кошторисна вартість)

Згідно зі зведеним кошторисним розрахунком вартості будівництва (ЗКР), загальна сума капітальних вкладень, необхідних для повної реалізації проекту реконструкції, становить **3 053,936 тис. грн** (у поточних цінах на момент складання проектної документації). Основні кошторисні параметри та статті витрат наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Структура Зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва

№ П/п	Номери розрахунків	Найменування глав, робіт та витрат	Кошторисна вартість за статтями, тис. Грн.
1	Глава 2 (ЛК 2-1)	Об'єкти основного призначення (всього за главою)	1942,134
	У тому числі:	– будівельні роботи (розділ АБ, ОВ, ТХ, ЕМ)	775,145
		– ВАРТІСТЬ УСТАТКУВАННЯ (ФІЛЬТРИ, УФ-ЛАМПИ, КВП)	1166,989
2	Глава 8 (ЛК П-81)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових споруд (0,95%)	7,364
3	Глава 9 (ЛК П-929)	Кошти на відрядження працівників будівельних організацій	234,513
4	Глава 10	Утримання служби замовника та технагляд (2,5%)	54,741
5	Глава 12	Проектні роботи, експертиза та авторський нагляд	175,3
6	Розрахунок П-130	Кошторисний прибуток будівельної організації	33,547
7	Розрахунок П-147	Адміністративні витрати будівельних організацій	4,139
8	Розрахунок П-131	Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва (2%)	48,404
9	Розрахунок П-145	Кошти на покриття додаткових витрат від інфляції	38,698

10	Нарахування пдв	Податок на додану вартість (20% від базової вартості)	508,989
-	Вступна сума:	Разом по зведеному кошторису:	3 053,936

Структура капітальних витрат розподіляється наступним чином:

- 1. Будівельні роботи:** сюди входять витрати на перепланування приміщення, влаштування монолітного залізобетонного прямоку для фільтрів, нанесення проникаючої гідроізоляції SILTEK V-30, укладання керамогранітної плитки та загальнобудівельне опорядження залу водопідготовки. Ця стаття витрат є оптимізованою завдяки використанню існуючої капітальної споруди.
- 2. Монтажні роботи:** прокладання внутрішніх мереж водопроводу (монтаж сталевих та полімерних труб), влаштування системи водовідведення промивних вод, монтаж електротехнічного обладнання та силових кабелів.
- 3. Вартість устаткування, меблів та інвентарю:** це найбільша та найвагоміша стаття витрат у даному проекті (понад 60% загального кошторису). Левова частка коштів спрямовується на закупівлю високотехнологічних фільтрувальних колон з композитних матеріалів, мікропроцесорних керуючих клапанів CLACK, дороговартісного каталітичного завантаження та промислових ультрафіолетових реакторів з нержавіючої сталі.
- 4. Пусконаладжувальні роботи:** інтеграція нового обладнання у діючу систему диспетчеризації «АСУ ІНТЕГРА», налаштування циклів зворотної промивки, калібрування датчиків тиску та налаштування частотних перетворювачів насосів WILO.
- 5. Інші витрати:** кошти на утримання служби замовника, проектування, проведення експертизи проектної документації, а також податки та збори (ПДВ 20%).

Розрахункова нормативна тривалість виконання всього комплексу будівельно-монтажних та пусконаладжувальних робіт складає **1,5 місяці**. Загальна нормативна трудомісткість робіт становить **368,67 люд.-днів**, що свідчить про необхідність залучення кваліфікованої підрядної організації з відповідним штатом монтажників та інженерів КВПіА.

5.3. Оцінка експлуатаційних витрат та соціально-економічної ефективності

Крім капітальних витрат, важливим аспектом є оцінка майбутніх операційних (експлуатаційних) витрат (ОРЕХ) комунального підприємства «Чернігівводоканал» на утримання даного об'єкта. До основних статей експлуатаційних витрат належать:

- **Електроенергія:** річна потреба в електроенергії для функціонування насосів, автоматики, конвекторів опалення та УФ-ламп становить близько 41,766 МВт·год. Завдяки використанню частотного регулювання (VFD) двигунів насосної станції, яке адаптує оберти до реального споживання води, досягається економія електроенергії на рівні 25-30% у порівнянні з прямим пуском.
- **Технічне обслуговування:** регулярна заміна УФ-ламп (раз на 14 місяців), заміна фільтруючого каталітичного завантаження (раз на 3–5 років) та сервісне обслуговування клапанів керування.
- **Відсутність витрат на реагенти:** ключовою економічною перевагою обраної технології є безреагентний метод регенерації фільтрів. Очищення каталітичного матеріалу відбувається лише за допомогою зворотної промивки вихідною водою, що дозволяє підприємству повністю уникнути постійних витрат на закупівлю, транспортування та зберігання небезпечних хімікатів (таких як перманганат калію або гіпохлорит натрію).

Соціально-економічний ефект. Оскільки проект реалізується у сфері комунального господарства, його головним критерієм успішності є не пряма комерційна окупність, а соціальний та санітарно-епідеміологічний ефект.

Річна потужність станції доочистки по виробленню очищеної води складає 51,465 тис. м³/рік. Експлуатаційні показники та річні потреби в енергоресурсах наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Відомість річних експлуатаційних потреб об'єкта після реконструкції

Назва ресурсу	Одиниця виміру	Річна потреба об'єкта	Технологічне призначення
Вхідна водопровідна вода	тис. м³/рік	56,905	Подача споживачам + власні потреби
Скидання промивних вод	тис. м³/рік	5,44	Зворотна промивка завантаження Ferromix
Електроенергія (всього):	тис. кВт·год	41,766	Експлуатація силового комплексу станції
– у тому числі:	кВт·год	28,301	Робота насосів Wilo та УФ-ламп ЕВ-45
– у тому числі:	кВт·год	13,464	Автоматичне електроопалення приміщення

Реалізація проекту дозволить:

1. Забезпечити 1132 мешканців мікрорайону питною водою, що повністю відповідає нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10.
2. Суттєво знизити рівень захворюваності населення, пов'язаної зі споживанням неякісної води.

3. Збільшити термін служби внутрішньобудинкових водопровідних мереж, запірної арматури та побутової техніки мешканців (завдяки усуненню механічних домішок та агресивного заліза), що дає значний непрямий економічний ефект у масштабах мікрорайону.

5.4. Калькуляція кошторисного прибутку та адміністративних витрат

Розрахунок планового кошторисного прибутку (П) та коліс на покриття адміністративних витрат (АВ) будівельної організації виконується на основі нормативної трудомісткості робіт за формулами:

$$П = Т_{заг} * Н_{пр}$$

$$АВ = Т_{заг} * Н_{адм}$$

де:

- $T_{заг}$ – загальна кошторисна трудомісткість, яка для даного об'єкта становить 2,94933 тис. люд.-год;
- $N_{пр}$ – усереднений показник для визначення розміру кошторисного прибутку, що становить 11,37 грн/люд.-год;
- $N_{адм}$ – усереднений показник для визначення розміру адміністративних витрат, що становить 1,40 грн/люд.-год.

1. Розрахунок кошторисного прибутку:

$$П = 2949,33/\text{люд.-год} * 11,37/\text{люд.-год} \approx 33547 \text{ грн (або 33,547 тис. грн)}$$

2. Розрахунок адміністративних витрат:

$$АВ = 2949,33/\text{люд.-год} * 1,40 \text{ грн/люд.-год} \approx 4139 \text{ грн (або 4,139 тис. грн)}$$

5.5. Структура прямих витрат на матеріали та експлуатацію машин

Базою для нарахування податків, прибутку та ризиків є прямі витрати ($V_{пр}$), які визначаються за формулою:

$$V_{пр} = V_{мат} + V_{зм} + 3П_{пр}$$

де:

- Вмат – відпускна вартість будівельних матеріалів та конструкцій з урахуванням транспортної складової (46,542 тис. грн) та заготівельно-складських витрат (18,721 тис. грн), що разом становить 425,772 тис. грн;
- Взм – вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, що становить 39,757 тис. грн (включаючи витрати на енергоносії – 19,451 тис. грн, мастильні матеріали – 2,514 тис. грн, ремонт – 2,549 тис. грн та заробітну плату машиністів – 13,002 тис. грн);
- ЗПпр – заробітна плата робітників-будівельників та монтажників у прямих витратах, що становить 215,901 тис. грн.

Розрахунок суми прямих витрат на виконання робіт:

$$Впр = 425,772 + 39,757 + 215,901 = 681,43 \text{ тис. грн}$$

Ураховуючи загальновиробничі витрати всього по будові у розмірі 93,715 тис. грн (де заробітна плата ІТП становить 28,255 тис. грн, а єдиний соціальний внесок ЄСВ – 56,582 тис. грн), сумарна вартість прямих і загальновиробничих витрат складає:

$$Всумя = 1848,419 \text{ тис. грн (прямі витрати з урахуванням ПВР та інших)} + 93,715 \text{ тис. грн} = 1942,134 \text{ тис. грн.}$$

5.6. Розрахунок ліміту коштів на ризики та інфляційні процеси

1. Кошти на покриття ризиків всіх учасників будівництва (Р) обчислюються за встановленим показником $K_{ср} = 2\%$ від підсумку глав 1-12 та інших витрат:
 - Для будівельних робіт: $788,143 * 0,02 = 15,763 \text{ тис. грн};$
 - Для устаткування: $1166,989 * 0,02 = 23,340 \text{ тис. грн};$
 - Для інших витрат: $465,027 * 0,02 = 9,301 \text{ тис. грн};$
 - Сумарний обсяг коштів на ризики: $15,763 + 23,340 + 9,301 = 48,404 \text{ тис. грн.}$
2. Кошти на покриття додаткових витрат від інфляційних процесів (І) розраховані за допомогою прогнозного індексу інфляції першого року

будівництва ($K_{\text{інф}} = 1,081$) з урахуванням тривалості робіт та періоду від дати цін до початку будівництва:

- Для будівельних робіт сума інфляційних відрахувань становить 38,698 тис. грн.

5.7. Фінальний розрахунок повної кошторисної вартості з ПДВ

Повна вартість об'єкта будівництва з урахуванням прибутку, адміністративних витрат, ризиків та інфляції до нарахування податку на додану вартість становить 2 544,947 тис. грн.

Податок на додану вартість (ПДВ) нараховується за ставкою 20%:

$$\text{ПДВ} = 2544,947 \text{ тис. грн} * 0,20 = 508,989 \text{ тис. грн}$$

Кінцевий розрахунок повної кошторисної вартості реконструкції:

$$\text{Всього} = 2544,947 \text{ тис. грн} + 508,989 \text{ тис. грн} = 3053,936 \text{ тис. грн}$$

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній (бакалаврській) роботі вирішено актуальне інженерно-технічне завдання з розробки проекту реконструкції діючої насосної станції 3-го підйому у м. Чернігів (вул. Лютна) із впровадженням комплексу доочистки питної води. На основі проведених досліджень, розрахунків та аналізу проектної документації можна зробити наступні висновки:

1. **Доведено необхідність модернізації:** аналіз фізико-хімічних показників водопровідної води, що надходить до насосної станції, виявив систематичні перевищення гранично допустимих концентрацій за показниками загального заліза (до 0,4 мг/дм³ при нормі 0,2 мг/дм³), марганцю (до 0,08 мг/дм³ при нормі 0,05 мг/дм³) та каламутності (до 1,9 мг/дм³). Існуюче обладнання (насосна установка WILO) виконувало лише функцію підвищення тиску, подаючи споживачам воду неналежної якості.
2. **Оптимізовано гідравлічні параметри:** визначено розрахункові витрати води для обслуговування трьох багатоповерхових будинків (1132 мешканці). Встановлено, що максимальна добова витрата становить 141 м³/добу, а максимальна годинна (пікова) витрата сягає 20 м³/год. Ці показники стали базисом для гідравлічного моделювання всієї системи.
3. **Обґрунтовано вибір безреагентної технології очищення:** спроектовано багатоступеневу систему водопідготовки, що складається з:
 - Магістрального самопромивного фільтра BWT MULTIPUR 80 AP для видалення механічних домішок;
 - Каскаду з семи паралельно працюючих установок каталітичного знезалізнення та деманганації ECOSOFT FI 2472 CE150;
 - Подвійного блоку ультрафіолетового знезараження ECOSOFT EB-45 для гарантування бактеріологічної стабільності.
4. **Розроблено компактні архітектурно-будівельні рішення:** через жорсткі габаритні обмеження існуючого підземного приміщення (висота

стелі 2,8 м), проектом успішно реалізовано нестандартне рішення – влаштування спеціалізованого заглибленого на 600 мм монолітного залізобетонного приймку з посиленою гідроізоляцією (SILTEK V-30) для розміщення високих фільтрувальних колон.

5. **Забезпечено високий рівень екологічної безпеки (ОВНС):** доведено, що експлуатація оновленої станції не чинить негативного впливу на довкілля. Скидання промивних вод (близько 5,44 тис. м³/рік), які містять лише вимиті природні оксиди металів, здійснюється у міську каналізацію без порушень регламенту. Відпрацьовані УФ-лампи утилізуються спеціалізованими компаніями.
6. **Підтверджено економічну доцільність:** згідно зі зведеним кошторисним розрахунком, загальна вартість реконструкції становить 3053,936 тис. грн. Термін будівельно-монтажних робіт складає 1,5 місяці. Використання автоматизованих систем та частотного регулювання насосів гарантує оптимізацію операційних витрат підприємства.

Реалізація даного проекту має високе соціальне значення, оскільки вона кардинально вирішує багаторічну проблему якості питної води для понад тисячі мешканців міста Чернігів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Водний кодекс України : закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-вр (зі змінами та доповненнями) // відомості верховної ради України. – 1995. – № 24. – стаття 189.
2. Про оцінку впливу на довкілля : закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII // відомості верховної ради України. – 2017. – № 29. – стаття 315.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : затверджено наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400.
4. ДБН в.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 171 с.
5. ДБН в.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 136 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
7. ДСТУ 8855:2019. Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 26 с.
8. Настанова з визначення вартості будівництва : затверджено наказом Мінрегіону від 01.11.2021 р. № 281.
9. Михайлов в. А. Водовідведення та водопостачання : підручник / В. А. Михайлов, О. В. Ковальчук, і. М. Труш. – Київ : видавництво КНУБА, 2020. – 340 с.
10. Душкін С. С. Проектування споруд та мереж водопостачання : навч. Посібник / С. С. Душкін, М. В. Степанов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 215 с.
11. Смирнов П. В. Гідравліка та гідравлічні машини : навч. Посібник / П. В. Смирнов. – Львів : Новий Світ-2000, 2021. – 190 с.

12. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою : монографія / В. О. Орлов. – Рівне : НУВГП, 2015. – 164 с.
13. Технічна документація, паспорти та інструкції з експлуатації обладнання ECOSOFT, BWT, WILO (електронні ресурси компаній-виробників).



Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

Реконструкція насосної станції 3-го підйому із обладнання з доочистки та знезалізнення питної води в системі водопостачання в м. Чернігів

Автор

Ігор Вікторович Вершинін

Науковий керівник / Експерт

Андрій Леонідович Котельчук

ІД документу

334420539

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

National University "Chernihiv Collegium"

підрозділ

National University "Chernihiv Collegium"

ЗВІТ

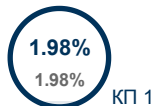
Дата звіту

2026-06-25

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

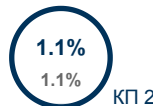
Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

7072

Кількість слів



КЦ

57258

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		46
Інтервали		0
Мікропробіли		7
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		6

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)

КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ
(ФРАГМЕНТІВ)

1	Поводження з радіоактивними відходами ЧАЕС 12/25/2023 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	46 0 (0.65 %)
2	Хлібозавод для виробництва дієтичних сортів хліба 6/19/2025 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	32 0 (0.45 %)
3	Хлібозавод для виробництва дієтичних сортів хліба 6/19/2025 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	21 0 (0.3 %)
4	ПЗ Григорів Андрій 6/3/2026 King Danylo University (King Danylo University)	15 0 (0.21 %)
5	Проект на будівництво ділянки автомобільної дороги III технічної категорії в Вінницькій області 3/1/2024 Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design (Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design)	10 0 (0.14 %)
6	Готельно-ресторанний комплекс «Україна» в м.Чернігів 6/4/2026 National University Chernihiv Politechnika (NUCP) 2 (Інформаційний центр запобігання та виявлення плагіату)	9 0 (0.13 %)
7	Проект на будівництво ділянки автомобільної дороги III технічної категорії в Вінницькій області 3/1/2024 Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design (Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design)	7 0 (0.1 %)

База даних RefBooks



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

Домашня база даних (1.4 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

1	Хлібозавод для виробництва дієтичних сортів хліба 6/19/2025 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	53 (2) (0.75 %)
2	Поводження з радіоактивними відходами ЧАЕС 12/25/2023 National University "Chernihiv Collegium" (National University "Chernihiv Collegium")	46 (1) (0.65 %)

Програма обміну базами даних (0.58 %)



#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
---	-----------	--

3	Проект на будівництво ділянки автомобільної дороги III технічної категорії в Вінницькій області 3/1/2024 Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design (Kamyanets-Podilskyi Instrument Applied College of Construction, Architecture and Design)	17 (2) (0.24 %)
---	---	-----------------

4

ПЗ Григорів Андрій

6/3/2026

King Danylo University (King Danylo University)

15 (1) (0.21 %)

5

Готельно-ресторанний комплекс «Україна» в м.Чернігів

6/4/2026

National University Chernihiv Politechnika (NUCP) 2 (Інформаційний центр запобігання та виявлення плагіату)

9 (1) (0.13 %)



Список прийнятих фрагментів

#

ЗМІСТ

КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)