

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувачка кафедри екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
«__» _____ 2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітній ступінь «бакалавр»

на тему: «Аналіз гранично допустимих скидів речовин зі зворотними
водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції комунального
підприємства «Дніпроводоканал»»

Виконала: здобувачка вищої освіти 5 курсу,
групи Ез-1-20
спеціальності 101 «Екологія»
освітньо-професійної програми «Екологія»

Олександра МАЛЬЦЕВА
(прізвище та ініціали)

Керівник - к.б.н.доц. Наталія ВОРОШИЛОВА

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувачка кафедри екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« ____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Мальцевій Олександрі Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Аналіз гранично допустимих скидів речовин зі зворотними водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції комунального підприємства «Дніпроводоканал»»
затверджена наказом по університету від «16» травня 2025 р. № 1045
2. Термін здачі студентом закінченого кваліфікаційної роботи: «18» червня 2025 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи
Статистичні данні Кайдацької насосно-фільтрувальної станції, нормативно правові документи
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити: РЕФЕРАТ, ВСТУП, ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ, ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ, РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація у вигляді слайдів

6. Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи _____ Наталія ВОРОШИЛОВА
(підпис)

Завдання прийняв до виконання: _____ Олександра МАЛЬЦЕВА
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	ВСТУП		виконано
2	РЕФЕРАТ		виконано
3	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ		виконано
4	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ		виконано
5	МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ		виконано
6	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ		виконано
8	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		виконано
9	ВИСНОВКИ		виконано
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		виконано

Студент-дипломник _____ Олександра МАЛЬЦЕВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Наталія ВОРОШИЛОВА
(підпис)

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	6
	РЕФЕРАТ.....	8
1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1	Водні ресурси України, їх використання та управління в сучасних умовах.....	10
1.2	Основні положення природно-техногенної безпеки водних екосистем.....	11
1.3	Досвід використання санітарно-гігієнічного підходу у системі нормування якісного стану поверхневих вод.....	13
2	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	15
2.1	Кліматичні умови.....	15
2.2	Рельєф.....	16
2.3	Ґрунти.....	17
2.4	Рослинний і тваринний світ.....	19
3	МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	21
3.1	Характеристика Кайдацької насосно-фільтрувальної станції комунального підприємства «Дніпроводоканал»....	21
3.1.1	Загальна характеристика комплексу водопровідних споруд КНФС.....	21
3.1.2	Характеристика випусків зворотних вод.....	22
3.1.3	Характеристика зворотних вод КНФС, що скидаються в р. Дніпро.....	23
3.2	Методика відбору проб води та підготовка їх до аналізів....	26
3.2.1	Загальні вимоги до відбору проб.....	27
3.2.2	Інструменти і посуд.....	27
3.2.3	Умови відбору.....	28
3.2.4	Консервація проб.....	28
3.2.5	Підготовка проб до аналізу.....	28
3.3	Методика розрахунку допустимих концентрацій і розробка проекту ГДС речовин.....	29
3.3.1	Розрахунок величин допустимих концентрацій.....	30
4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	37
4.1	Характеристика якості води р. Дніпро в районі водовипусків КНФС.....	37
4.2	Показники якості зворотних вод і води водотоків, які контролюються.....	38
4.3	Розрахунок величин гранично допустимих концентрацій речовин у скидних водах.....	41

5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
5.1	Нормативно-правова база охорони праці.....	55
5.2	Основні принципи охорони праці.....	56
5.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	57
5.4	Практичні заходи для забезпечення безпеки.....	58
	ВИСНОВКИ.....	59
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	61

ВСТУП

Ефективне управління водними ресурсами та захист водного середовища є ключовими перевагами для забезпечення сталого розвитку сучасного суспільства. З огляду на зростання антропогенного тиску на природні водні об'єкти, зокрема, стає контроль за скидом стічних вод у поверхневих водах, що має прямий вплив на екологічну стабільність регіонів і добробут населення [1].

Одним з ключових інструментів контролю за забрудненням водних об'єктів є встановлення та дотримання гранично допустимих скидів (ГДС) речовин зі зворотними водами. ГДС визначають максимально допустимі концентрації шкідливих речовин у скидах підприємств, що гарантує недопущення погіршення якості води в приймальних водних об'єктах.

Кайдацька насосно-фільтрувальна станція є важливим об'єктом водопостачання в системі комунального підприємства «Дніпроводоканал», забезпечуючи підготовку та транспортування питної води мешканцям міста Дніпро. Під час технологічного процесу станція генерує певну кількість зворотних вод, що після очищення можуть скидатися у природні водні об'єкти. Аналіз складу цих вод, відповідність скидів установленим нормативам ГДС та можливі наслідки для екосистеми є важливим етапом екологічного моніторингу та планування природоохоронних заходів.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка відповідності скидів речовин зі зворотними водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції нормативам гранично допустимих скидів та визначення впливу цих скидів на водні ресурси регіону [1].

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- охарактеризувати діяльність Кайдацької насосно-фільтрувальної станції;

- проаналізувати якісний та кількісний склад зворотних вод;
- визначити гранично допустимі концентрації основних забруднюючих речовин;
- здійснити порівняльний аналіз фактичних та нормативних показників;
- оцінити можливий екологічний вплив скидів на приймальний водний об'єкт;
- запропонувати рекомендації щодо оптимізації роботи станції з урахуванням вимог природоохоронного законодавства.

Актуальність даної роботи полягає в необхідності забезпечення екологічної безпеки водного середовища, підвищення ефективності водоочисних процесів та мінімізації негативного впливу на природні ресурси в умовах урбанізованої території [2].

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Аналіз гранично допустимих скидів речовин зі зворотними водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції комунального підприємства «Дніпроводоканал»» здобувачки вищої освіти групи Ез-1-20 Олександри МАЛЬЦЕВОЇ.

Кваліфікаційна робота виконана на 63 сторінках, містить 13 рисунків, 5 таблиця і 30 використаних джерела літератури.

Об'єктом дослідження є гранично допустимі скиди речовин зі зворотними водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції КП «Дніпроводоканал».

Об'єктом дослідження є якісні та кількісні характеристики стічних вод, які формуються під час роботи насосно-фільтрувальної станції, зокрема концентрація забруднювальних речовин, таких як зважені частки, нафтопродукти, хлориди, сульфати, азотисті сполуки, залізо, фосфати, та їх відповідність встановленим нормам гранично допустимих скидів (ГДС).

Метою даної роботи є аналіз дотримання нормативів гранично допустимих скидів речовин у зворотних водах Кайдацької НФС, визначення ступеня їх впливу на водне середовище та розробка пропозицій з оптимізації скидів відповідно до вимог природоохоронного законодавства.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- Дослідити склад зворотних вод, що утворюються на Кайдацькій насосно-фільтрувальній станції;
- Здійснити розрахунок та аналіз гранично допустимих скидів основних забруднюючих речовин;
- Порівняти фактичні концентрації із затвердженими нормативами;

- Оцінити можливий екологічний вплив скидів на приймальний водний об'єкт;
- Обґрунтувати заходи з удосконалення системи скиду зворотних вод і зменшення навантаження на довкілля.

Відповідно до визначеної мети та завдань, об'єктом дослідження було обрано Кайдацьку насосно-фільтрувальну станцію, яка є структурною частиною КП «Дніпроводоканал» та відіграє важливу роль у забезпеченні населення питною водою. Проте її діяльність супроводжується утворенням зворотних вод, що за певних умов можуть справляти вплив на навколишнє природне середовище.

Перелік ключових слів: гранично допустимі скиди, зворотні води, насосно-фільтрувальна станція, хімічне забруднення, водні ресурси, екологічний аналіз, нормативи, КП «Дніпроводоканал», Кайдацька НФС, водоохоронні заходи.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Водні ресурси України, їх використання та управління в сучасних умовах

Водні ресурси України мають вирішальне значення для забезпечення потреб населення, роботи промислових, сільськогосподарських та енергетичних секторів, а також для збереження екологічної рівноваги. Основу цих ресурсів складають поверхневі води, такі як річки, озера та водосховища, а також підземні води, які використовують для питного водопостачання [3].

За даними Державного агентства водних ресурсів України, на території країни налічується понад 63 тисячі річок загальною довжиною близько 206 тис. км, з яких основну роль у водогосподарському балансі відіграють великі річки — Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець та Дунай. Водночас рівень забезпеченості водними ресурсами на одну особу в Україні є відносно низьким і коливається в межах 1–1,5 тис. м³/рік, що відносить країну до категорії маловодних.

Найбільше навантаження на водні ресурси справляють промислові підприємства, енергетика, сільське господарство, житлово-комунальний сектор. Значна частина вод забирається з природних джерел і після використання повертається у вигляді зворотних вод, часто із перевищенням гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин.

У сучасних умовах водогосподарське управління України зазнає трансформації в напрямі інтегрованого управління водними ресурсами (ГУВР), що передбачає поєднання економічного, екологічного та соціального підходів. Основними завданнями є забезпечення раціонального

водокористування, охорона водних об'єктів від забруднення, адаптація до змін клімату, а також гармонізація законодавства з європейськими екологічними стандартами.

У процесі реалізації Водної рамкової директиви ЄС впроваджується басейновий підхід до управління, який забезпечує пріоритетність управління за межами річкових басейнів, а не за адміністративним поділом. З цією метою формуються басейнові ради, створено плани управління річковими басейнами та вдосконалено системи контролю якості водних ресурсів [3].

Водночас, ефективність управління водними ресурсами обмежується низькими викликами, зокрема застарілістю водосподарської інфраструктури, недостатнім рівнем автоматизації системи обліку та моніторингу, обмеженим фінансуванням екологічних ініціатив, а також забрудненням стічними водами.

У контексті посилення антропогенного тиску та кліматичних змін особливого значення відбувається детальне дослідження стану водних ресурсів, аналіз їх використання та створення дієвих механізмів управління. Це сприятиме не лише збереженню екологічної безпеки, а й забезпеченню сталого соціально-економічного розвитку країни [4].

1.2 Основні положення природно-техногенної безпеки водних екосистем

Водні екосистеми є надзвичайно вразливими до впливу як природних, так і антропогенних факторів, що обумовлює необхідність забезпечення їхньої природно-техногенної безпеки. Сутність цього поняття полягає в захисті водних об'єктів від негативного впливу техногенних навантажень, а

також адаптації до природних змін — таких як паводки, посухи, ерозійні процеси, зміни клімату тощо.

У контексті наукових досліджень природно-техногенна безпека водних екосистем розглядається як комплексна система заходів, спрямованих на:

- запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру;
- мінімізацію ризиків руйнування гідротехнічних споруд;
- попередження забруднення поверхневих і підземних вод;
- збереження водної біоти та відновлення водно-болотних угідь.

Відповідно до Законів України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» (2000 р.), «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994 р.) та Водного кодексу України (1995 р.), передбачено систему державного моніторингу, планування і реагування на потенційні загрози для водного середовища.

Значну увагу приділяють і впровадженню сучасних методів моделювання ризиків: зокрема, використовуються геоінформаційні системи (ГІС) для оцінки загроз підтоплення, аварійного скиду стічних вод, розповсюдження забруднень та зміни гідрологічного режиму. Оцінювання ступеня вразливості екосистем до антропогенних впливів проводиться із застосуванням показників екологічного ризику, індексів забруднення та екологічної ємності [4].

Згідно з положеннями Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні, одними з головних техногенних загроз залишаються: недостатня ефективність очисних споруд, аварійний стан трубопроводів, інтенсивне забруднення важкими металами та нафтопродуктами, а також неконтрольовані скиди зворотних вод у водні об'єкти.

У роботах вітчизняних і зарубіжних вчених (О. В. Шевчук, І. В. Хільчевський, J. Rockström, P. Gleick та ін.) наголошується на важливості переходу до екосистемного підходу в управлінні водними ресурсами, що дозволяє зменшити ризики техногенних аварій, підтримувати сталу екологічну рівновагу та забезпечити довгострокове збереження гідроекосистем.

Таким чином, природно-техногенна безпека водних об'єктів є багаторівневою системою, що охоплює моніторинг, оцінку ризиків, правове регулювання, технічні заходи та екологічне управління. Її забезпечення є обов'язковою умовою сталого функціонування водогосподарських систем і гарантією екологічної безпеки регіонів [5].

1.3 Досвід використання санітарно-гігієнічного підходу у системі нормування якісного стану поверхневих вод

Санітарно-гігієнічний підхід до охорони водного середовища є одним із найдавніших і традиційних підходів у системі управління якістю поверхневих вод. Його головною метою є збереження води в стані, безпечному для здоров'я людини при різних видах її використання — питному, господарсько-побутовому, рекреаційному, рибогосподарському. Система нормування якості води на основі санітарно-гігієнічних критеріїв базується на встановленні гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин, які не викликають негативного впливу на здоров'я людини при тривалому або короткочасному впливі. Ці нормативи встановлюються з урахуванням токсикологічних, санітарно-епідеміологічних, фізико-хімічних і біологічних показників, а також залежно від категорії водокористування [5].

В Україні система санітарного нормування ґрунтується на таких нормативних документах, як:

- Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН 4630-88 «Охорона поверхневих вод від забруднення»);
- Водний кодекс України;
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Згідно з цими документами, поверхневі води класифікуються за категоріями водокористування, для яких встановлюються відповідні нормативи:

Категорія I — вода для питного та господарсько-побутового водопостачання (після очищення);

Категорія II — вода для рекреаційного використання;

Категорія III — вода для рибогосподарських потреб.

Сьогодні в рамках імплементації Водної рамкової директиви ЄС Україна поступово переходить від санітарно-гігієнічного підходу до екосистемного та інтегрованого, де враховується не лише безпечність води для людини, а й стійкість водної екосистеми в цілому. Проте санітарно-гігієнічні нормативи продовжують залишатися базовими для багатьох галузей — особливо у сфері питного водопостачання та комунального водовідведення.

Таким чином, санітарно-гігієнічний підхід залишається важливою складовою системи управління якістю вод, забезпечуючи захист здоров'я населення, проте потребує подальшої інтеграції з сучасними екологічними вимогами й підходами до водної політики [6].

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Кліматичні умови

Регіон, у межах якого розташована Кайдацька насосно-фільтрувальна станція, характеризується помірно континентальним кліматом, типовим для степової фізико-географічної зони України. Кліматичні умови відіграють важливу роль у формуванні водного режиму, якості поверхневих і підземних вод, а також у процесах самоочищення водних об'єктів, що особливо важливо при оцінці впливу скидів зворотних вод [7].

Середньорічна температура повітря становить $+9\dots+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, причому найтеплішим місяцем є липень ($+22\dots+24\text{ }^{\circ}\text{C}$), а найхолоднішим — січень ($-4\dots-6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Спостерігається тривалий вегетаційний період, що триває близько 200–220 днів на рік.

Річна сума опадів у середньому коливається від 400 до 500 мм, з чітко вираженим максимумом у літній період. Проте останні десятиліття спостерігається тенденція до зменшення кількості атмосферних опадів і нерівномірності їх розподілу, що обумовлює дефіцит вологи в літній період і підвищує навантаження на водозабірні споруди.

Випаровуваність значно перевищує кількість опадів, що свідчить про недостатнє зволоження території та формує умови для розвитку посушливих явищ. Середньорічна сума випаровування з водної поверхні перевищує 700 мм.

Переважаючі вітри — північного та північно-східного напрямку, з середньою швидкістю 3–5 м/с. У зимовий період можливі сильні вітри та

хуртовини, у літній — короткочасні зливи та грози. Також частими є пилові бурі в періоди тривалої сухої погоди.

Загалом кліматичні умови регіону дослідження створюють несприятливий водно-кліматичний баланс, що зумовлює підвищені ризики водного дефіциту, особливо у весняно-літній період. Це необхідно враховувати при оцінці впливу скидів зворотних вод на водні об'єкти, зокрема з позицій можливості їх розведення, самоочищення та екологічної стабільності [8].

2.2 Рельєф

Територія, де розташована Кайдацька насосно-фільтрувальна станція комунального підприємства «Дніпроводоканал», належить до Придніпровської височини, яка є частиною південної частини Середньоруської височини. Рельєф регіону сформований переважно під впливом давніх тектонічних процесів, діяльності водотоків, а також антропогенної трансформації території.

Загалом рельєф характеризується горбисто-хвилястою поверхнею з абсолютними висотами від 50 до 150 м над рівнем моря. В окремих місцях зустрічаються ерозійно-розчленовані форми з глибокими балками та ярами, особливо поблизу річкових долин. Таке розчленування поверхні сприяє формуванню схилів різної експозиції, що впливає на поверхневий стік, процеси інфільтрації та поширення забруднювальних речовин у ландшафті. Важливою особливістю регіону є наявність долини річки Дніпро, яка має широку терасовану будову. У межах долини сформувалися алювіальні та делювіальні рівнини, що використовуються під забудову, промислові об'єкти та сільськогосподарські угіддя. Саме в межах цієї долини й

розташована Кайдацька насосно-фільтрувальна станція, що зумовлює високу вразливість до підтоплення та можливого впливу на якість поверхневих і підземних вод [9].

У процесі експлуатації території значного впливу зазнав антропогенний рельєф: насипи, кар'єри, вирівнювання територій, техногенні тераси, дорожні насипи. Це також впливає на дренаж вод, зміну напрямків поверхневого та підземного стоку, що необхідно враховувати при аналізі поширення скидів зворотних вод і плануванні природоохоронних заходів.

Таким чином, рельєф досліджуваного регіону відіграє важливу роль у гідрологічному режимі території та в умовах міського й техногенного навантаження має прямий вплив на характер взаємодії забруднень зі зворотними водами й середовищем [10].

2.3 Ґрунти

Територія, на якій розташована Кайдацька насосно-фільтрувальна станція, належить до зони звичайних чорноземів південного варіанту, що характерно для степової частини України. Ці ґрунти сформувалися переважно на лесовидних суглинках і мають високу природну родючість, добре виражену зернисту структуру та значний вміст гумусу.

Чорноземи звичайні є основним ґрунтовим типом у межах прилеглих до станції територій. Вони мають товстий гумусовий горизонт (до 80–100 см), водопроникні, але у нижній частині можуть мати ущільнені прошарки, що знижують інфільтраційні властивості. У понижених місцях і поблизу русел річок спостерігається розвиток дерново-лучних і лучно-болотних

ґрунтів, які схильні до тимчасового або постійного перезволоження, а також підтоплення.

На техногенно змінених територіях трапляються урбаноземі (антропогенно порушені ґрунти), які мають порушений профіль, ущільнення, вміст будівельного сміття та залишків промислових матеріалів. У таких ґрунтах суттєво знижена біологічна активність, порушений водно-повітряний режим і здатність до природного самоочищення [11].

З екологічної точки зору, ґрунти досліджуваного регіону виконують важливу буферну та фільтраційну функцію. Саме через ґрунтовий профіль проходять опади та зворотні води, що інфільтруються з поверхні. У разі перевищення допустимих навантажень або надходження забруднювачів з водами скиду, ґрунти можуть акумулювати важкі метали, нафтопродукти, хлориди, сульфати та інші токсиканти, що призводить до вторинного забруднення підземних вод і деградації ґрунтового покриву.

Крім того, особливу увагу слід приділяти санітарно-захисним зонам навколо об'єктів водопостачання, де ґрунти можуть виконувати бар'єрну роль у затриманні забруднень. У цьому контексті важливо враховувати фізико-хімічні властивості ґрунтів, такі як вміст гумусу, кислотність, гранулометричний склад, водопроникність і катіонообмінна здатність. Таким чином, ґрунтовий покрив регіону дослідження є значущим елементом природного середовища, який відіграє ключову роль у формуванні якості вод, захисті від розповсюдження забруднювальних речовин та збереженні екологічної рівноваги [12].

2.4 Рослинний і тваринний світ

Регіон, у межах якого розташована Кайдацька насосно-фільтрувальна станція, належить до степової зони України, яка характеризується переважанням трав'янистої рослинності та своєрідним, адаптованим до посушливих умов тваринним світом. Проте внаслідок урбанізації, господарського освоєння територій та техногенного навантаження природні біоценози зазнали суттєвих змін, зокрема фрагментації й спрощення складу.

Рослинний покрив регіону представлений переважно культурною та вторинною рослинністю. Природна степова рослинність збереглася лише у вигляді окремих фрагментів і включає такі види, як типчак, ковила (зокрема ковила дніпровська — ендемік), тонконіг, мятлик, шавлія, а також степові злаки й бобові. На антропогенних ділянках поширені бур'яни (лобода, осот, спориш), а в понижених місцях — вологолюбні види (очерет, рогіз, лепешняк) [13].

У прибережних смугах водних об'єктів, особливо вздовж річки Дніпро, сформувалися прибережно-водні угруповання, до складу яких входять вищі водні рослини — очерет звичайний, аїр, осока, стрілолист, жабурник, а також водорості — зелені, синьо-зелені, діатомові. Саме ці фітоценози відіграють важливу роль у біологічному очищенні вод, слугуючи природним фільтром.

Тваринний світ регіону представлений переважно фоновими видами степової зони. Серед ссавців поширені їжак білочеревий, заєць-русак, лисиця руда, польова миша, ласка. Орнітофауна включає звичайного шуліку, жайворонка, сороку, сіру ворону, ластівку, серпокрильця. У

лісозахисних насадженнях та міських зелених зонах зустрічаються шпак, дрізд, синиця, горобець хатній.

У водних об'єктах, зокрема у руслі р. Дніпро, мешкають типові представники іхтіофауни прісних вод: плітка, краснопірка, окунь, йорж, карась, лящ. Серед амфібій і рептилій трапляються зелена жаба, ропуха сіра, вуж звичайний. Утім, чисельність і різноманіття гідробіонтів значною мірою залежать від рівня забруднення водного середовища, зокрема від впливу зворотних вод та скидів з об'єктів інфраструктури [14].

Частина територій поблизу досліджуваного об'єкта включена до екологічної мережі Дніпропетровської області, яка має стратегічне значення для підтримки біотичного різноманіття, збереження ландшафтів та біоекологічного балансу. Водночас антропогенний тиск, урбанізація, порушення гідрологічного режиму й забруднення водойм призводять до скорочення природних оселищ і загрози для окремих видів флори та фауни.

Таким чином, рослинний і тваринний світ регіону дослідження має залишки природного біорізноманіття, але знаходиться в умовах екологічної трансформації. Збереження та відновлення біотичних компонентів потребує врахування в процесах управління територією, особливо при регулюванні техногенного навантаження на водні екосистеми.

3 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Характеристика Кайдацької насосно-фільтрувальної станції комунального підприємства «Дніпроводоканал»

Основною виробничою діяльністю КП «Дніпроводоканал» ДГС є підготовка та постачання (реалізація) води питної якості населенню, комунально-побутовим об'єктам і промисловим підприємствам м. Дніпра. Джерелом водопостачання є р. Дніпро. Загальна проєктна потужність двох водозаборів із р. Дніпро (Кайдацька насосно-фільтрувальна станція та Ломовська насосно-фільтрувальна станція) становить: 14,583 тис. м³/год; 350,0 тис. м³/добу; 127,750 млн м³/рік, протяжність водопровідних мереж — 2028,87 км.

Дніпровський міський водоканал є первинним водокористувачем. Система водопостачання включає технологічні процеси водопровідних споруд повного циклу очищення та знезараження річкової води (відповідно до ГОСТ 2877-82 «Вода питна») і функціонує за прямоочною схемою зі скиданням зворотних вод у поверхневий водний об'єкт.

3.1.1 Загальна характеристика комплексу водопровідних споруд КНФС

Кайдацька насосно-фільтрувальна станція розташована на правому березі Дніпровського водосховища, на щільно забудованій території

Новокодацького району м. Дніпро за адресою: вул. Набережна Заводська, 39.

Кайдацький водогін було введено в експлуатацію 01.01.1909 р. із проектною продуктивністю 5,6 тис. м³/добу. Водозабір здійснюється ковшового типу з річки на глибині 7 м. Система виробничого водопостачання організована за прямоочною схемою зі скиданням зворотних вод у поверхневий водний об'єкт.

Протягом 60 років (з 1912 по 1972 роки) проводилися роботи з розширення станції зі збільшенням потужності до 250,0 тис. м³/добу (94,9 млн м³/рік). Наразі задіяні та експлуатуються будівлі, споруди й комунікації майже всіх етапів будівництва.

Технологічна схема очищення і знезараження річкової води є класичною та включає процеси: відстоювання, фільтрування, хлорування. Як коагулянт застосовується гідрохлорид алюмінію.

Згідно з проектом, навколо НФС встановлено санітарно-захисну зону. Межа I поясу СЗЗ має протяжність 2,3 км і площу 25 га. Межа II поясу СЗЗ має протяжність 42 км, площу — 2600 га.

3.1.2 Характеристика випусків зворотних вод

Скидання зворотних вод із КНФС у р. Дніпро здійснюється через 4 випуски.

Випуск №1 є сумішшю стічних вод технологічного походження та витоків, що виникають через нещільності запірної арматури. За конструктивним рішенням це незаглиблений береговий випуск із залізобетонним оголовком Ø 900 мм. Випуск розташований у межах II поясу СЗЗ, нижче водозабору, у межах м. Дніпро.

Випуск №2 також є сумішшю стічних вод технологічного походження та витоків через нещільності запірної арматури. За конструкцією це незаглиблений береговий випуск із залізобетонним оголовком Ø 720 мм. Випуск розташований на 80 м вище (за течією річки) випуску №1, у межах II поясу СЗЗ, нижче водозабору, у межах м. Дніпро.

Випуск №3 представляє собою суміш поверхневого стоку, дренажних вод ємкісних споруд і витоків води через нещільності запірної арматури. Це береговий, заглиблений випуск, розташований у межах I поясу СЗЗ, нижче водозабору.

Випуск №4 є сумішшю виробничих стоків від охолодження підшипникових вузлів насосних агрегатів насосної станції та поверхневого стоку. Скидання зворотних вод у р. Дніпро здійснюється через короткий ливневий колектор Ø 450 мм, випуск якого розташований у межах II поясу СЗЗ, вище водозабору.

3.1.3 Характеристика зворотних вод КНФС, що скидаються в р. Дніпро

Дані про скидання зворотних вод КНФС у р. Дніпро, згідно з формою 2-ТП (водгосп) за 2023 рік, наведені таблиці 2.1 (у тис. м³).

Таблиця 3.1 — Дані про скидання зворотних вод КНФС у р. Дніпро

Період	Випуск 1	Випуск 2	Випуск 3	Випуск 4	Всього
2023 р.	191,940	3143,100	171,790	28,603	3535,433
План на 2024 р.	211,100	3858,300	189,000	31,500	4289,900

До затвердження приймається обсяг зворотних вод, запланований на 2024 рік. Нижче наведено затверджені обсяги та витрати, середньодобові та середньогодинні, для зворотних вод:

Випуск №1 — 211,1 тис. м³/рік, 0,578 тис. м³/добу, 24,083 м³/год;

Випуск №2 — 3858,3 тис. м³/рік, 10,570 тис. м³/добу, 440,417 м³/год;

Випуск №3 — 189,0 тис. м³/рік, 0,520 тис. м³/добу, 21,667 м³/год;

Випуск №4 — 31,5 тис. м³/рік, 0,086 тис. м³/добу, 3,583 м³/год.

Хімічний склад і властивості зворотних вод

Моніторинг складу та властивостей зворотних вод здійснюється акредитованою хіміко-бактеріологічною лабораторією КП «Дніпроводоканал» ДГС. Контроль якості зворотних вод на скиданні в р. Дніпро та в річці вище і нижче місць скиду проводиться державною екологічною інспекцією Дніпропетровської області.

Згідно з поданими даними, зворотні води КНФС за останні два роки характеризуються:

по випуску №1:

вміст зважених речовин: 7,38–10,25 мг/дм³;

вміст органічних речовин: БПК₅ — 1,35–2,22 мгО₂/дм³, ХПК — 12,5–33,47 мгО/дм³;

загальна мінералізація (за показником «сухий залишок»): 240,25–293,25 мг/дм³;

вміст хлоридів: 19,5–31,91 мг/дм³;

вміст сульфатів: 17,85–30,56 мг/дм³;

вміст фосфатів: 0,05–0,19 мг/дм³;

вміст нафтопродуктів: 0,023–0,082 мг/дм³;

вміст загального заліза: 0,02–0,082 мг/дм³;

вміст азотистих сполук: амонійний азот — 0,14–0,31 мг/дм³, нітрити — 0,02 мг/дм³, нітрати — 0,56–2,46 мг/дм³;

вміст залишкового алюмінію: 0,15–0,71 мг/дм³;

вміст залишкового вільного хлору: 0,1–0,55 мг/дм³.

по випуску №2:

вміст зважених речовин: 7,63–11,5 мг/дм³;

вміст органічних речовин: БПК₅ — 1,5–2,39 мгО₂/дм³, ХПК — 13,5–34,44 мгО/дм³;

загальна мінералізація (сухий залишок): 242,3–294,3 мг/дм³;

вміст хлоридів: 23,75–32,62 мг/дм³;

вміст сульфатів: 18,11–29,63 мг/дм³;

вміст фосфатів: 0,05–0,2 мг/дм³;

вміст нафтопродуктів: 0,034–0,088 мг/дм³;

вміст загального заліза: 0,02–0,096 мг/дм³;

вміст азотистих сполук: амонійний азот — 0,14–0,31 мг/дм³, нітрити — 0,02 мг/дм³, нітрати — 0,62–2,16 мг/дм³;

вміст залишкового алюмінію: 0,13–0,81 мг/дм³;

вміст залишкового вільного хлору: 0,02–0,74 мг/дм³.

по випуску №3:

вміст зважених речовин: 4,75–8,2 мг/дм³;

органічні речовини: БПК₅ — 1,53–2,11 мгО₂/дм³, ХПК — 18,0–29,1 мгО/дм³;

сухий залишок: 250,3–286,0 мг/дм³;

хлориди: 15,8–23,75 мг/дм³;

сульфати: 19,91–27,47 мг/дм³;

фосфати: 0,09–0,55 мг/дм³;

нафтопродукти: 0,025–0,082 мг/дм³;

загальне залізо: 0,035–0,074 мг/дм³;

азотисті сполуки: амонійний азот — 0,19–0,38 мг/дм³, нітрити — 0,021–0,056 мг/дм³, нітрати — 0,75–1,93 мг/дм³;

залишковий алюміній: 0,03–0,07 мг/дм³;

залишковий вільний хлор — відсутній.

по випуску №4:

зважені речовини: 2,35–8,6 мг/дм³;

органічні речовини: БПК₅ — 1,58–2,11 мгО₂/дм³, ХПК — 17,33–34,5 мгО/дм³;

сухий залишок: 260,25–294,9 мг/дм³;

хлориди: 22,1–28,36 мг/дм³;

сульфати: 20,99–28,52 мг/дм³;

фосфати: 0,05–0,079 мг/дм³;

нафтопродукти: 0,034–0,076 мг/дм³;

загальне залізо: 0,026–0,055 мг/дм³;

азотисті сполуки: амонійний азот — 0,11–0,17 мг/дм³, нітрити — 0,02 мг/дм³, нітрати — 0,67–2,25 мг/дм³;

залишковий алюміній: 0,27–0,5 мг/дм³;

вільний залишковий хлор — відсутній.

3.2 Методика відбору проб води та підготовка їх до аналізів

Відбір проб води є ключовим етапом у проведенні гідрохімічного та гідробіологічного моніторингу. Коректність та достовірність аналітичних результатів значною мірою залежить від дотримання методологічних вимог до процесу відбору, консервації та підготовки проб води до лабораторного дослідження [14].

3.2.1 Загальні вимоги до відбору проб

Відбір проб проводиться відповідно до чинних нормативних документів: ДСТУ ISO 5667-1:2003, ДСТУ 2731-94, ДСТУ ISO 5667-6:2001, методичних вказівок МВВ №081/12-0210-03 та ін. Проби повинні бути репрезентативними, не містити сторонніх домішок, і бути відібраними з урахуванням глибини, течії, гідравлічного режиму водного об'єкта та часу доби.

Місця відбору визначаються відповідно до завдань дослідження — на вході й виході з очисних споруд, безпосередньо в місцях скидання зворотних вод (випуски), а також вище та нижче за течією від них для встановлення фону та потенційного впливу.

3.2.2 Інструменти і посуд

Для відбору води використовуються спеціальні пристрої:

- батометри (для глибинних проб);
- пробовідбірники з ручкою або канати;
- поліетиленові або скляні ємності з притертими або

герметичними

кришками.

Уся тара повинна бути промита дистильованою водою та ополіскана водою, яку планується відбирати, безпосередньо перед наповненням. Для аналізу органічних речовин та важких металів використовуються спеціальні контейнери зі стійкого до реакцій матеріалу [15].

3.2.3 Умови відбору

Проби відбирають уранці або в першій половині дня для уникнення впливу добових коливань температури та фотохімічних процесів.

Температура води, погодні умови, швидкість течії, рівень води та інші гідрологічні характеристики фіксуються у польовому журналі.

Для хімічного аналізу відбирають не менше 1 літра води, а для біологічного – не менше 3 літрів [16].

3.2.4 Консервація проб

З метою збереження стабільності показників проби консервуються одразу після відбору. Основні способи консервації:

- Охолодження до 4 °С — для біохімічного споживання кисню (БСК),

ХСК, органічних речовин;

- Додавання кислот — для важких металів (нітратна кислота до рН <

2);

- Додавання антисептиків — при аналізі на мікробіологічні показники.

Проби повинні бути доставлені до лабораторії не пізніше ніж за 24 години після відбору, якщо інше не передбачено методикою аналізу [17].

3.2.5 Підготовка проб до аналізу

Перед проведенням аналізу проби води можуть бути піддані:

- фільтрації — для розділення розчинених та зважених речовин (через фільтри 0,45 мкм);
- усередненню — у разі великої кількості проб;
- відстоюванню — за необхідності аналізу осаду.

Після підготовки проводиться аналіз згідно з методиками: визначення рН, електропровідності, вмісту зважених речовин, БСК, ХСК, нітратів, фосфатів, сульфатів, хлоридів, металів тощо [18].

3.3 Методика розрахунку допустимих концентрацій і розробка проєкту ГДС речовин

Величини гранично допустимих скидів (ГДС) речовин визначаються для всіх категорій водокористувачів як добуток максимального годинного витратного об'єму зворотних вод q на допустиму концентрацію речовини в них C_d .

При розрахунку умов скидання зворотних вод спочатку визначається значення C_d , яке забезпечує нормативну якість води у контрольних створах, а потім визначається величина ГДС за формулою:

$$\text{ГДС} = q \cdot C_d$$

Основна розрахункова формула для визначення C_d без урахування неконсервативності речовини має вигляд:

$$C_d = n \cdot (C_{\text{гдк}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}}$$

З урахуванням неконсервативності речовини розрахункова формула має вигляд:

$$C_d = n \cdot (C_{гдк} \cdot e^{-kt} - C_{ф}) + C_{ф}$$

де:

$C_{гдк}$ — гранично допустима концентрація речовини у контрольному створі річки, г/м³;

$C_{ф}$ - фонове значення концентрації речовини у водотоці вище місця скиду зворотних вод, г/м³;

n — кратність загального розбавлення зворотних вод у водотоці, яка дорівнює добутку кратності початкового розбавлення n_n на кратність основного розбавлення n_0 ;

k — коефіцієнт неконсервативності речовини, 1/добу;

t — час добігання зворотних вод від місця скиду до контрольного створу, доби.

Значення коефіцієнта неконсервативності k приймаються за даними натурних спостережень, довідковими матеріалами та перераховуються залежно від температури води в річці [19].

$$n = n_n \cdot n_0$$

Для випусків у межах населеного пункту кратність загального розбавлення зворотних вод у водотоці приймається рівною 1.

3.3.1 Розрахунок величин допустимих концентрацій

Допустима концентрація речовини, що відповідає ГДС, при $C_d > C_{фон}$ розраховується за формулою (що надана вище).

Допустима концентрація речовин C_d , що відповідає ГДС, визначалась з урахуванням таких положень, передбачених «Інструкцією з розроблення та затвердження ГДС»:

1. як правило, концентрація C_d , що відповідає гранично допустимому

скиду, не повинна перевищувати нормативну концентрацію $C_{ГДК}$ для культурно-побутового водокористування, якщо випуск розташований у межах населеного пункту;

2. допустиму концентрацію речовин у скиданих стічних водах не рекомендується встановлювати жорсткішою, ніж ГДК для водоприймача;

3. «якщо фактичні середні концентрації деяких речовин у зворотних

водах не перевищують ГДК цих речовин для водоприймача, ..., то за ГДС допускається приймати фактичні скиди цих речовин, виходячи з найвищих їх концентрацій, що не перевищують ГДК»;

4. ефект розбавлення стічних вод річковою водою слід враховувати

лише для показників, концентрації яких у стічних водах перевищують фонові значення;

5. для показників, концентрації яких у стічних водах не перевищують

фонових значень і перевищують ГДК — допустимі концентрації в контрольному створі приймаються на рівні фону;

6. для показників, концентрації яких у стічних водах не перевищують

фонових значень і менші за ГДК — допустимі концентрації в контрольному створі приймаються на рівні ГДК.

Викладені вище положення реалізовані в алгоритмі розрахунку допустимої концентрації речовин, що відповідає ГДС (рисунок 1), і застосовані для зворотних вод наступним чином:

C_d встановлено на основі п. 1 згаданих положень — на рівні ГДК для зважених і органічних речовин (за показником ХСК, по БПК — для випуску №2), алюмінію, активного та залишкового хлору.

C_d встановлено на основі п. 3 згаданих положень — на рівні їх максимальних значень у зворотних водах для: органічних речовин (за показником БПК для випусків №1, 3, 4), амонійного азоту, нітритів, нітратів, фосфатів, сульфатів, хлоридів, сухого залишку, загального заліза, нафтопродуктів.

Фактичні значення концентрацій зворотних вод КНФС періодично перевищують установлені допустимі концентрації для: органічних сполук (за показником ХСК), зважених речовин, алюмінію.

Допустимі концентрації та величини показників якості зворотної води КНФС, визначені згідно з алгоритмом на рис. 1, наведено в таблицях 3.2 і 3.3.

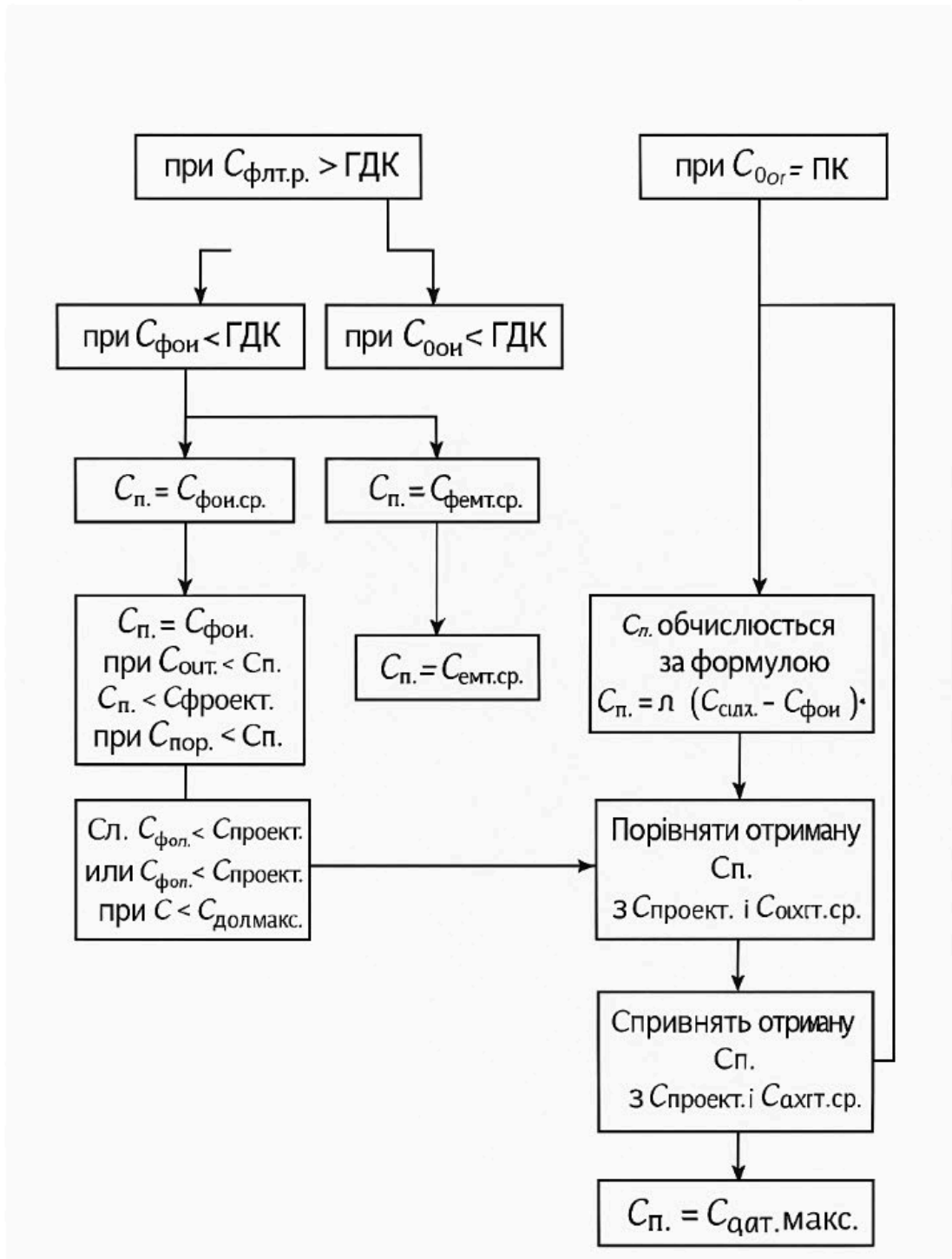


Рисунок 1 — Алгоритм розрахунку допустимої концентрації речовин, що відповідає ГДС (гранично допустимому скиду).

Таблиця 3.2 – Допустимі концентрації та величини показників якості зворотної води КНФС

Показники хімічного складу зворотних вод	Допустимі концентрації та величини показників якості води, випуск №1, мг/дм ³	Випуск №2	Випуск №3	Випуск №4
Амонійний азот	0,31	0,31	0,38	0,17
БПК ₅	2,22	2,26	2,11	2,11
ХСК	15,0	15,0	15,0	15,0
Зважені речовини	6,12	6,12	6,12	6,12
Нафтопродукти	0,082	0,082	0,082	0,076
Нітрити	0,02	0,02	0,02	0,02
Нітрати	2,46	2,16	2,25	2,25
Сульфати	30,56	29,63	27,47	28,52
Фосфати	0,19	0,2	0,2	0,079
Хлориди	31,91	32,62	23,75	28,36
Сухий залишок	293,25	294,3	286,0	294,9
Загальне залізо	0,1	0,096	0,074	0,055
Алюміній	0,71	0,81	0,07	0,5
Активний хлор	0,5	0,74	0	0

На основі даних, наведених у таблиці 3.2, можна дійти низки важливих висновків щодо якості зворотних вод КНФС, що скидаються через чотири окремі випуски. У таблиці наведено допустимі концентрації низки хімічних речовин і показників якості води, зокрема органічних і неорганічних сполук, металів, зважених речовин тощо. Порівняння цих показників між різними випусками дозволяє оцінити ступінь їх забруднення, ефективність очищення і можливі екологічні ризики.

Найвищі концентрації речовин у більшості випадків спостерігаються у випусках №1 та №2. Наприклад, концентрація сульфатів у випуску №1 становить 30,56 мг/дм³, що є найбільшим значенням серед усіх випусків, тоді як у випуску №4 вона зменшується до 28,52 мг/дм³. Така тенденція свідчить про підвищене мінералізаційне навантаження з боку перших двох випусків, імовірно, через вищу концентрацію забруднень у джерелі або менш ефективне попереднє очищення.

Концентрація сухого залишку у всіх випусках є стабільно високою (від 286,0 до 294,3 мг/дм³), що свідчить про значну загальну мінералізацію зворотних вод і наявність великої кількості розчинених солей. Також варто звернути увагу на показник хімічного споживання кисню (ХСК), який для всіх випусків має однакове значення — 15,0 мг/дм³. Це може вказувати на стабільний рівень органічного забруднення в усіх випусках або на уніфікованість методів очищення.

Щодо концентрації амонійного азоту, найвищий рівень зафіксовано у випуску №3 — 0,38 мг/дм³, тоді як у випуску №4 він становить лише 0,17 мг/дм³, що може бути результатом кращої біологічної очистки або меншого вмісту азотовмісних сполук у початкових стоках. Загальна картина свідчить, що випуск №4 має найнижчі концентрації більшості показників, зокрема активного хлору (0 мг/дм³), загального заліза (0,055 мг/дм³), фосфатів (0,079 мг/дм³) та амонійного азоту (0,17 мг/дм³). Це може свідчити про ефективніше очищення стоків перед їх скиданням або про іншу природу джерела цих вод.

Особливу увагу слід звернути на концентрацію алюмінію. У випусках №1 та №2 вона сягає 0,71 і 0,81 мг/дм³ відповідно, що суттєво перевищує показники у випусках №3 (0,07 мг/дм³) та №4 (0,5 мг/дм³). Високий вміст алюмінію може свідчити про забруднення, пов'язане з використанням коагулянтів на основі алюмінію або з наявністю відповідних виробничих процесів. Вміст активного хлору також заслуговує на увагу: у випусках №1 і №2 його рівень становить 0,5 і 0,74 мг/дм³ відповідно, а у випусках №3 і №4 він відсутній. Це може вказувати як на різницю в методах знезараження води, так і на відмінності у вмісті залишкового хлору після обробки.

Таким чином, загальний аналіз таблиці 3.2 свідчить, що випуски №1 і №2 характеризуються вищим рівнем забруднення як за органічними, так і за неорганічними показниками, тоді як випуски №3 і особливо №4 мають кращі екологічні характеристики. Це дозволяє зробити висновок про

потребу в удосконаленні систем очищення вод для перших двох випусків або у ретельнішому контролі за джерелами стоків. Додатково доцільно розглянути впровадження заходів щодо зниження рівня алюмінію, активного хлору та сульфатів, які становлять основну частину потенційного впливу на водні екосистеми.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Характеристика якості води р. Дніпро в районі водовипусків КНФС

Річка Дніпро — одна з найважливіших водних артерій України, яка відіграє ключову роль у забезпеченні водопостачання, зрошення, рекреаційних потреб та енергетики. У зв'язку з цим моніторинг її екологічного стану, зокрема якості води, є особливо актуальним, особливо в місцях антропогенного впливу, таких як зони скиду зворотних вод.

Одним з таких об'єктів є Кайдацька насосно-фільтрувальна станція (КНФС), яка скидає зворотні води у водозбір річки Дніпро через чотири окремі випуски. З метою оцінки впливу цих вод на якість водного середовища було проведено аналіз як у контрольному створі, так і безпосередньо в районі випусків [20].

Згідно з даними спостережень, у зоні впливу КНФС у воді річки Дніпро періодично фіксуються перевищення встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК) для таких показників, як біохімічне споживання кисню (БПК₅), хімічне споживання кисню (ХСК), концентрації завислих речовин, сульфатів, алюмінію, а також залишкового хлору. Це свідчить про значне антропогенне навантаження, пов'язане зі скиданням не повністю очищених або недостатньо кондиціонованих вод.

У ряді точок контролю, особливо в районі випусків №1 та №2, спостерігається підвищення концентрацій таких сполук, як амонійний азот,

фосфати та нафтопродукти, що свідчить про наявність органічного забруднення та побутових чи промислових стоків. Наявність активного хлору в деяких випусках також вказує на залишки дезінфекційних засобів, що можуть мати токсичний вплив на водну флору та фауну.

Водночас у нижньому б'єфі річки, за межами зони прямого впливу КНФС, завдяки самоочисній здатності водотоку та ефекту розведення, спостерігається поступове зниження концентрацій більшості забруднювальних речовин до рівнів, близьких або нижчих за ГДК.

Слід також враховувати, що якість води в районі КНФС значною мірою залежить від сезонних факторів, гідрологічного режиму, температури води, а також від технологічного режиму самої станції. У періоди маловоддя або підвищених температур спостерігається посилення процесів евтрофікації, що додатково погіршує якість водного середовища.

Таким чином, аналіз якості води річки Дніпро в районі водовипусків КНФС свідчить про потребу в удосконаленні системи очищення зворотних вод, регулярному моніторингу водного середовища та впровадженні природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення екологічного навантаження на річку [21].

4.2 Показники якості зворотних вод і води водотоків, які контролюються

Контроль якості зворотних вод і води водотоків є важливою складовою системи екологічного моніторингу та охорони навколишнього природного середовища. Встановлення і дотримання нормативів якості води є необхідним для збереження гідроекосистем, забезпечення безпеки

водоспоживання, а також дотримання законодавства у сфері водокористування [22].

У системі контролю якості вод, що скидаються у водні об'єкти, та самої води водотоків, застосовуються показники, які умовно можна поділити на фізико-хімічні, хімічні та біохімічні. Вони відображають рівень забруднення та визначають потенційний вплив зворотних вод на екосистему приймача.

До основних показників якості зворотних вод належать:

Біохімічне споживання кисню (БПК₅) — один із головних показників органічного забруднення, що характеризує кількість кисню, необхідного для окислення органічних речовин біологічними методами протягом 5 діб. Підвищене значення БПК₅ вказує на надмірний вміст органічних речовин у воді.

Хімічне споживання кисню (ХСК) — показник, що визначає загальний вміст окислюваних речовин у воді, включаючи як біологічно розкладні, так і стійкі до біодеструкції. Це дозволяє оцінити загальне навантаження забруднення.

Амонійний азот, нітрити, нітрати — форми азотистих сполук, що виникають у процесі розкладу органічних речовин і свідчать про ступінь мінералізації азоту. Їх концентрація дозволяє оцінити санітарний стан води.

Фосфати — показник евтрофікації, що характеризує рівень фосфорного забруднення. Високі концентрації фосфатів сприяють росту синьо-зелених водоростей і можуть призводити до біологічного "цвітіння" води.

Зважені речовини — нерозчинні частинки, що можуть викликати замулення водотоку, погіршення прозорості води та зміну гідробіологічних умов.

Нафтопродукти — токсичні компоненти, що порушують газообмін у воді, спричиняють загибель гідробіонтів і накопичуються в донних відкладах [23].

Алюміній, загальне залізо — метали, що надходять як із природних, так і з антропогенних джерел. Їх надлишок є токсичним для водних організмів і може впливати на смакові та органолептичні властивості води.

Хлориди і активний хлор — показники солевмісту та залишкової дезінфекції. Активний хлор може бути залишком після хлорування й становити небезпеку для живих організмів.

Сухий залишок — загальна мінералізація води, що відображає сумарний вміст розчинених речовин.

Контрольні заміри цих показників проводяться як у зворотних водах перед скиданням у водотік, так і у самому водотоці в контрольних створах вище та нижче місця випуску. Це дозволяє виявити потенційне погіршення якості природної води в результаті антропогенного впливу.

Регулярність вимірювань та вибір конкретних показників регламентується нормативно-правовими актами України (наприклад, наказами Міністерства охорони навколишнього природного середовища) і міжнародними стандартами (якщо підприємство має трансграничний вплив або експортно-орієнтоване виробництво).

Таким чином, моніторинг і оцінка якості зворотних вод і води водотоків — це не лише вимога екологічного контролю, а й необхідна передумова забезпечення сталого використання водних ресурсів і захисту екологічного балансу в басейні річки Дніпро [24].

4.3 Розрахунок величин гранично допустимих концентрацій речовин у скидних водах

Величини гранично допустимих скидів (ГДС) речовин визначаються як добуток максимального годинного об'єму зворотних вод, q , на допустиму концентрацію речовини в них, C_d :

$$\text{ГДС} = q \cdot C_d$$

Результати розрахунку ГДС речовин, які відповідають допустимим концентраціям та величинам показників якості зворотної води КНФС, наведені в таблицях 4.1–4.4.

Таблиця 4.1 – ГДС речовин зі зворотними водами КНФС, випуск №1

Показники хімічного складу зворотних вод	Затверджені допустимі концентрації, мг/дм ³	Затверджений ГДС речовин, г/год	Скиди, перераховані в т/рік (оцінкові)
Амонійний азот	0,31	7,470	0,0654
БПК ₅	2,22	53,498	0,4686
Зважені речовини	6,12	147,480	1,2919
Нафтопродукти	0,082	1,976	0,01731
Нітрити	0,02	0,482	0,0042
Нітрати	2,46	59,281	0,5193
Сульфати	30,56	736,435	6,4512
Фосфати	0,19	4,579	0,0401
Хлориди	31,91	768,967	6,7362
Сухий залишок	293,25	7066,739	61,9051
Загальне залізо	0,1	2,410	0,0211
Алюміній	0,5	12,049	0,1055
Активний хлор	0,0	0,0	0,0

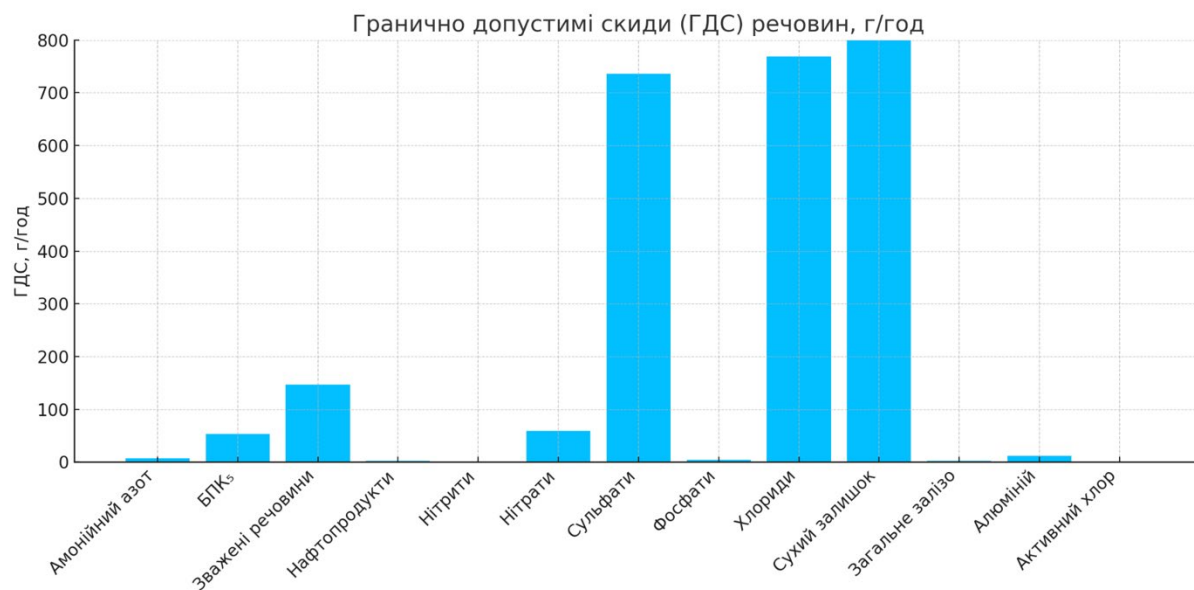


Рисунок 4.1 – Гранично допустимі скиди (ГДС) речовин, г/год (випуск №1)

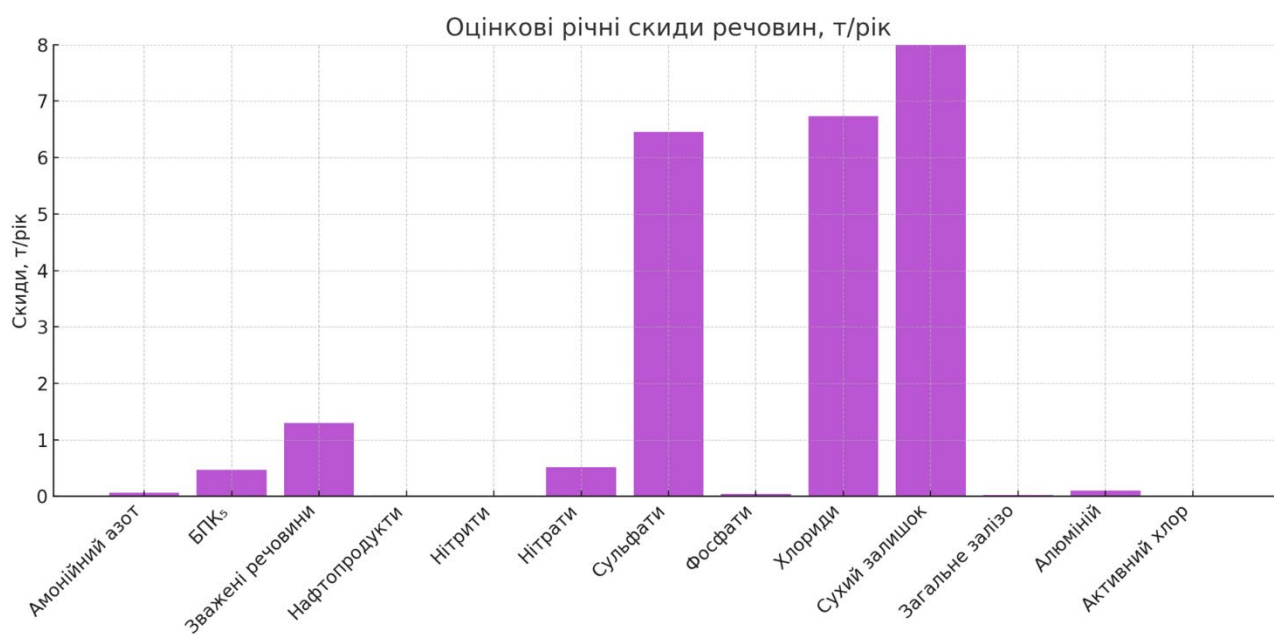


Рисунок 4.2 – Оцінкові річні скиди речовин, т/рік (випуск №1)

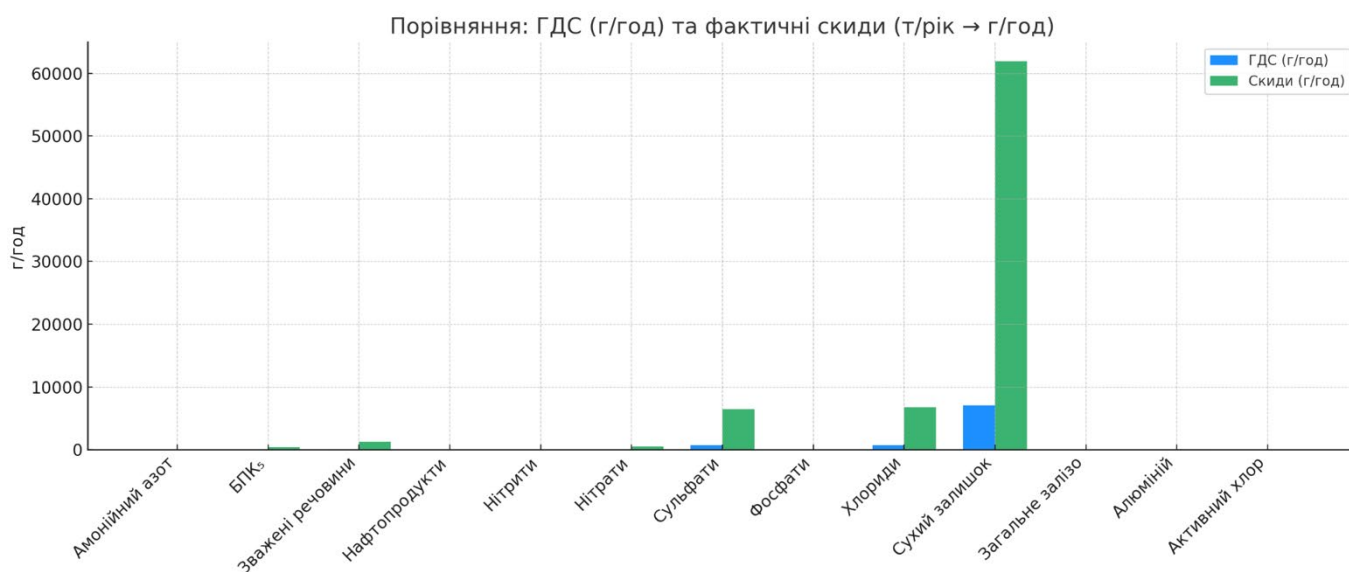


Рисунок 4.3 – Порівняння: ГДС (г/год) та фактичні скиди (т/рік → г/год) (випуск №1)

На основі порівняльного аналізу гранично допустимих скидів (ГДС) та оцінкових річних скидів речовин, що потрапляють у водні об'єкти зворотними водами Кайдацької насосно-фільтрувальної станції, можна зробити низку важливих висновків щодо екологічної ситуації у районі впливу об'єкта.

Насамперед, слід відзначити, що найбільший вплив на водне середовище чинять сухий залишок (61,91 т/рік), хлориди (6,73 т/рік) та сульфати (6,45 т/рік). Саме ці речовини домінують у загальній масі скидів і потребують особливої уваги з боку контролюючих органів та екологічної служби підприємства. Водночас, незважаючи на їх високу концентрацію, значення фактичних скидів не перевищують встановлених ГДС, що свідчить про дотримання нормативних вимог [25].

Більшість інших забруднюючих речовин мають незначні значення фактичних скидів (менше 1 т/рік), а у випадках з активним хлором та деякими металами, фактичні скиди або відсутні, або перебувають у межах слідових концентрацій. Це свідчить про ефективність очисних заходів, що застосовуються на об'єкті.

Таким чином, загальна картина свідчить про достатній контроль за якістю зворотних вод та відповідність скидів чинним нормативам. Однак високі показники сухого залишку, хлоридів і сульфатів можуть свідчити про необхідність додаткових досліджень джерел цих сполук і потенційну доцільність впровадження локального моніторингу або оптимізації водопідготовки [26].

Таблиця 4.2 – ГДК речовин зі зворотними водами КНФС, випуск №2

Показники хімічного складу зворотних вод	Затверджені допустимі концентрації, мг/дм ³	Затверджений ГДС речовин, г/год	Скиди, перераховані в т/рік (оцінкові)
Амонійний азот	0,31	136,538	1,196
БПК ₅	2,26	995,406	8,720
Зважені речовини	6,12	2695,523	23,613
Нафтопродукти	0,088	38,759	0,340
Нітрити	0,02	8,809	0,077
Нітрати	2,16	951,361	8,334
Сульфати	29,63	13050,385	114,321
Фосфати	0,2	88,089	0,772
Хлориди	32,62	14367,316	125,858
Сухий залишок	294,3	129622,964	1135,498
Загальне залізо	0,096	42,283	0,370
Алюміній	0,5	220,223	1,929
Активний хлор	0,0	0,0	0,0

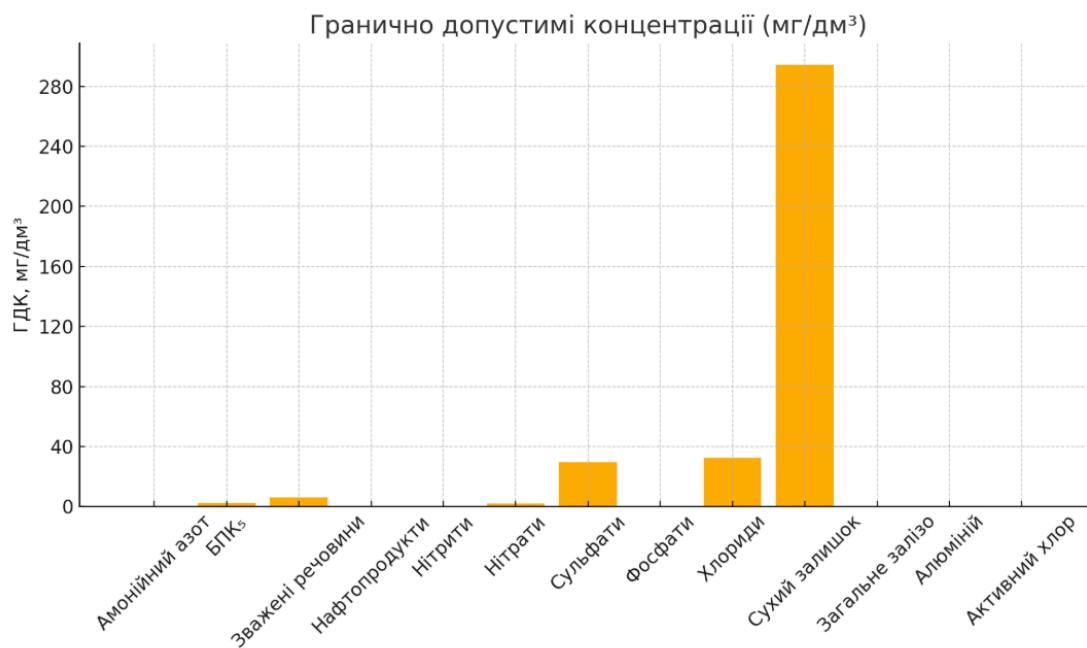


Рисунок 4.4 – Гранично допустимі скиди (ГДК) речовин, г/год (випуск №2)

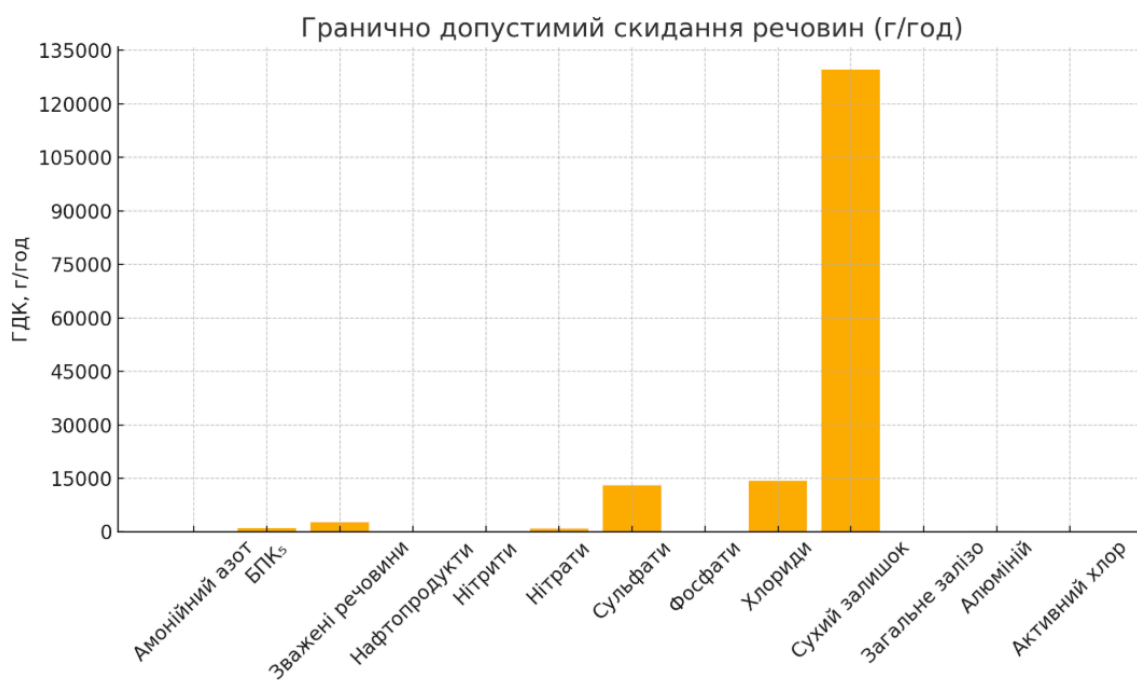


Рисунок 4.5 – Оцінкові річні скиди речовин, т/рік (випуск №3)

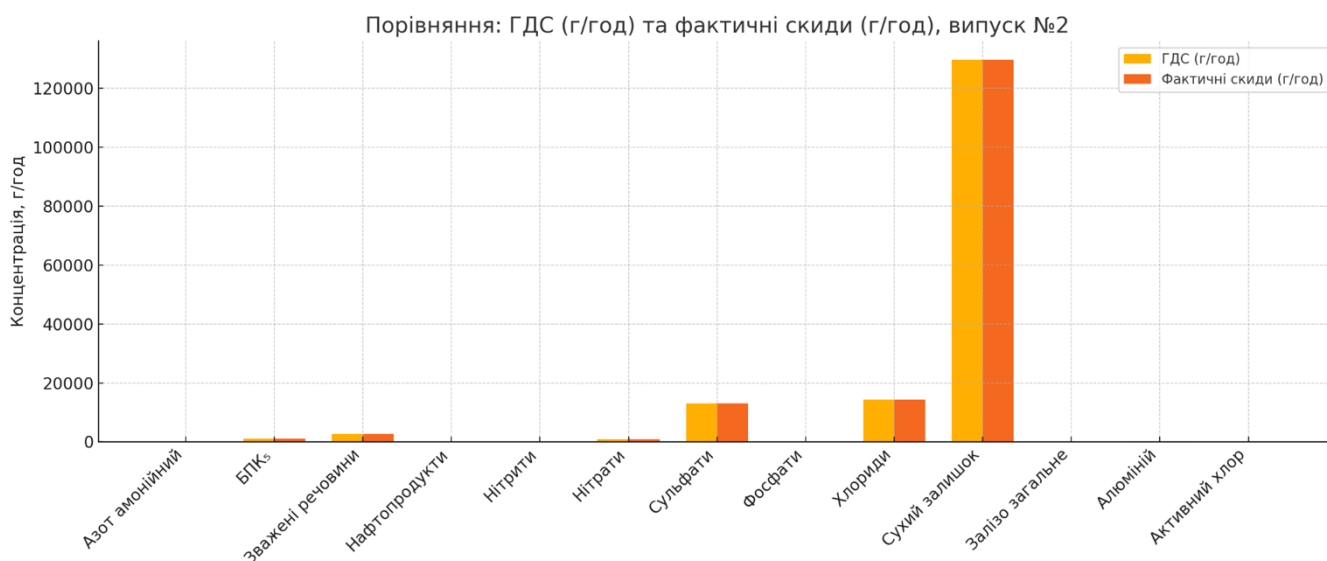


Рисунок 4.6 – Порівняння: ГДС (г/год) та фактичні скиди (т/рік → г/год) (випуск №2)

Аналізуючи дані таблиці 4.2, можна зробити висновок, що зворотні води випуску №2 КНФС містять широкий спектр забруднюючих речовин, серед яких найбільш вагомий вплив на водне середовище можуть мати сульфати, хлориди, сухий залишок, а також зважені речовини. Це підтверджується високими значеннями як затверджених ГДС у грамах за годину (від 2695 до понад 129 тисяч г/год), так і річних оцінкових скидів (від 23 до понад 1135 тонн на рік).

Особливо значущим є показник сухого залишку (129622,964 г/год або 1135,498 т/рік), що свідчить про суттєве навантаження мінералізації на водний об'єкт. Також високі значення хлоридів (14367,316 г/год) і сульфатів (13050,385 г/год) свідчать про підвищене солескидне навантаження, що є характерним для зворотних вод техногенного походження.

З екологічної точки зору важливими є також вміст БПК₅ (995,406 г/год або 8,720 т/рік) та нафтопродуктів (38,759 г/год), які свідчать про наявність органічного та хімічного забруднення, потенційно небезпечного для водної біоти. Значення азоту амонійного, нітратів і нітритів вказують на наявність

біогенних речовин у зворотних водах, що може призводити до евтрофікації водного об'єкта.

Також звертає на себе увагу концентрація алюмінію — 220,223 г/год, що перевищує аналогічний показник у випуску №1 майже в 20 разів. Це може свідчити про наявність специфічних джерел забруднення або особливості технологічних процесів на підприємстві.

Таким чином, дані таблиці 4.2 свідчать про значне техногенне навантаження зворотних вод випуску №2 на якість водного об'єкта. Це вимагає належного контролю за дотриманням затверджених нормативів ГДС, а також, за потреби, впровадження додаткових очисних заходів з метою недопущення погіршення стану водного середовища в районі скиду.

Таблиця 4.3 – ГДС речовин зі зворотними водами КНФС, випуск №3

Показники хімічного складу зворотних вод	Затверджені допустимі концентрації, мг/дм ³	Затверджений ГДС речовин, г/год	Скиди, перераховані в т/рік (оцінкові)
Амонійний азот	0,38	8,199	0,0718
БПК ₅	2,11	45,523	0,3988
Зважені речовини	6,12	132,039	1,1567
Нафтопродукти	0,082	1,769	0,0155
Нітрити	0,056	1,208	0,0106
Нітрати	1,93	41,640	0,3648
Сульфати	27,47	592,665	5,1918
Фосфати	0,55	11,866	0,1040
Хлориди	23,75	512,406	4,4890
Сухий залишок	286	6170,45	54,054
Загальне залізо	0,074	1,597	0,0140
Алюміній	0,07	1,510	0,0132
Активний хлор	0,0	0,0	0,0

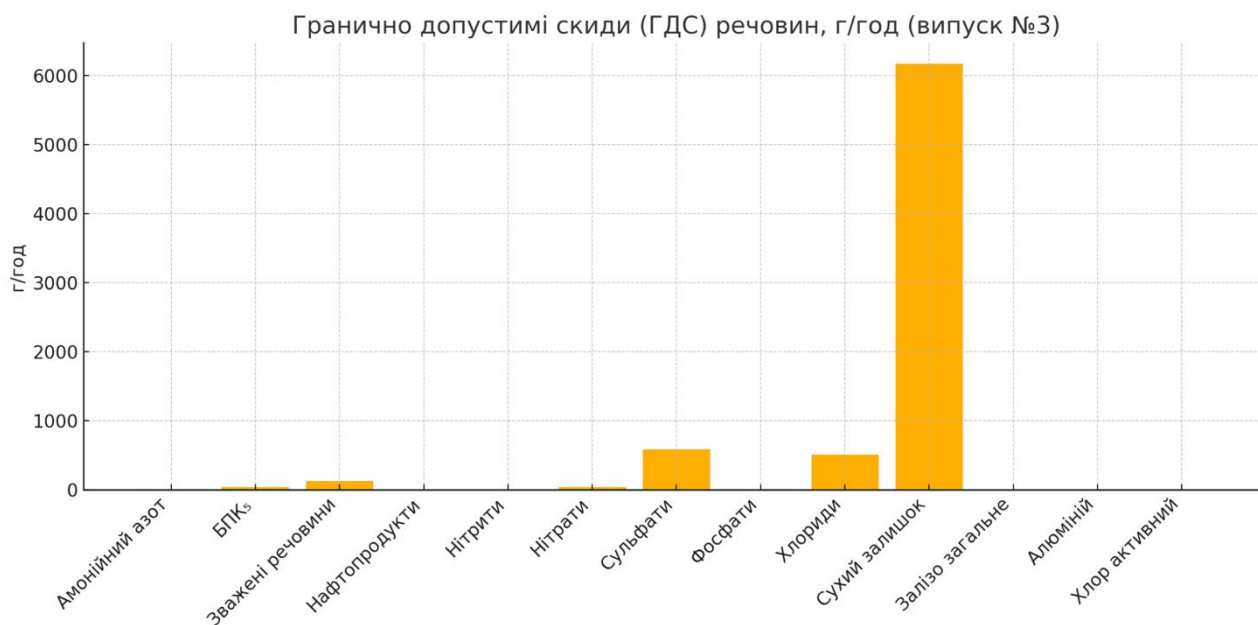


Рисунок 4.7 – Гранично допустимі скиди (ГДС) речовин, г/год (випуск №3)



Рисунок 4.8 – Оцінкові річні скиди речовин, т/рік (випуск №3)

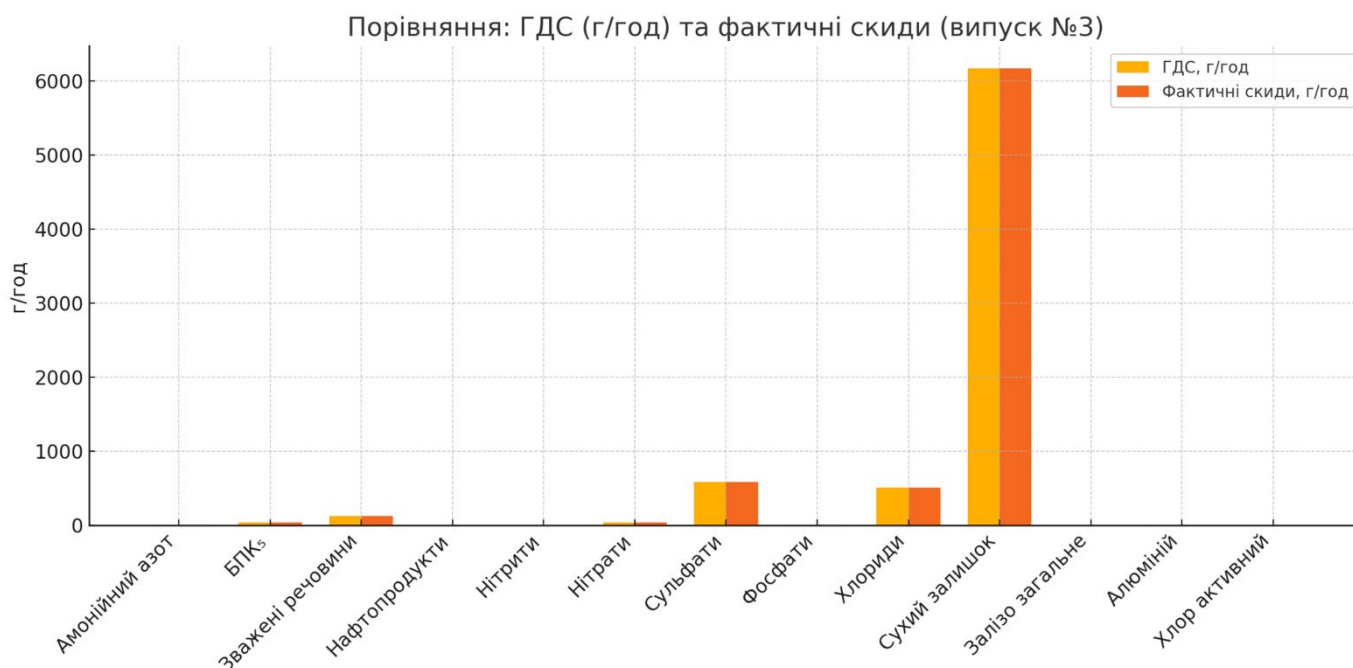


Рисунок 4.9 - Порівняння: ГДС (г/год) та фактичні скиди (т/рік → г/год) (випуск №3)

На основі представлених у таблиці даних можна зробити висновок, що фактичні (оцінкові) скиди більшості речовин із зворотними водами випуску №3 не перевищують гранично допустимі скиди (ПДС), встановлені для кожного показника. Це свідчить про дотримання нормативних вимог до складу зворотних вод.

Найбільші ПДС у грамах на годину спостерігаються для таких речовин, як:

- Сухий залишок — 6170,45 г/год,
- Хлориди — 512,406 г/год,
- Сульфати — 592,665 г/год.

Ці ж компоненти мають і високі річні оцінкові скиди (відповідно 54,054 т/рік, 4,489 т/рік та 5,1918 т/рік), що є логічним наслідком їх високої питомої концентрації у стоках і значного об'єму водовідведення. Попри це, всі значення знаходяться в межах дозволеного.

Значно менші скиди мають речовини, присутність яких у воді повинна бути мінімальною через їхню потенційну токсичність: нафтопродукти (0,0155 т/рік), нітриту (0,0106 т/рік), залізо загальне (0,014 т/рік), алюміній (0,0132 т/рік). Також слід зазначити, що викиди активного хлору відсутні, що є позитивним показником.

Форма співвідношення між ПДС та фактичними скидами свідчить про стабільну роботу очисних споруд і ефективне функціонування контролю якості води. Жоден із показників не демонструє перевищення ПДС, отже, екологічне навантаження на водні об'єкти, зокрема р. Дніпро, в межах випуску №3 залишається контрольованим і допустимим [27].

Таблиця 4.4 – ГДС речовин із зворотними водами КНФС, випуск №4

Показники хімічного складу зворотних вод	Затверджені допустимі концентрації, мг/дм ³	Затверджений ГДС речовин, г/год	Скиди, перераховані в т/рік (оцінкові)
Амонійний азот	0,17	0,611	0,0054
БПК ₅	2,11	7,588	0,0665
Зважені речовини	6,12	22,008	0,193
Нафтопродукти	0,076	0,273	0,0024
Нітриту	0,02	0,0719	0,0006
Нітрати	2,25	8,091	0,0709
Сульфати	28,52	102,558	0,8984
Фосфати	0,079	0,284	0,0025
Хлориди	28,36	101,983	0,8934
Сухий залишок	294,9	1060,460	9,2894
Загальне залізо	0,055	0,198	0,0017
Алюміній	0,5	1,798	0,01575
Активний хлор	0,0	0,0	0,0

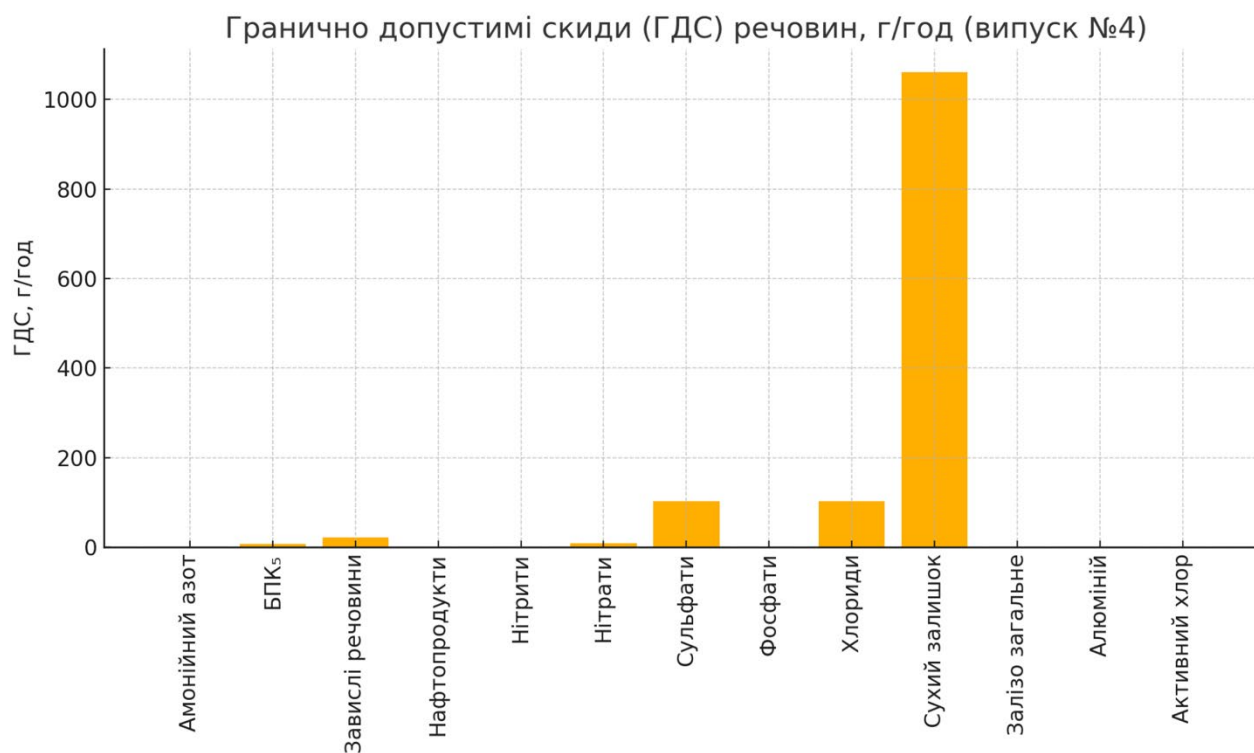


Рисунок 4.10 – Гранично допустимі скиди (ГДК) речовин, г/год (випуск №4)

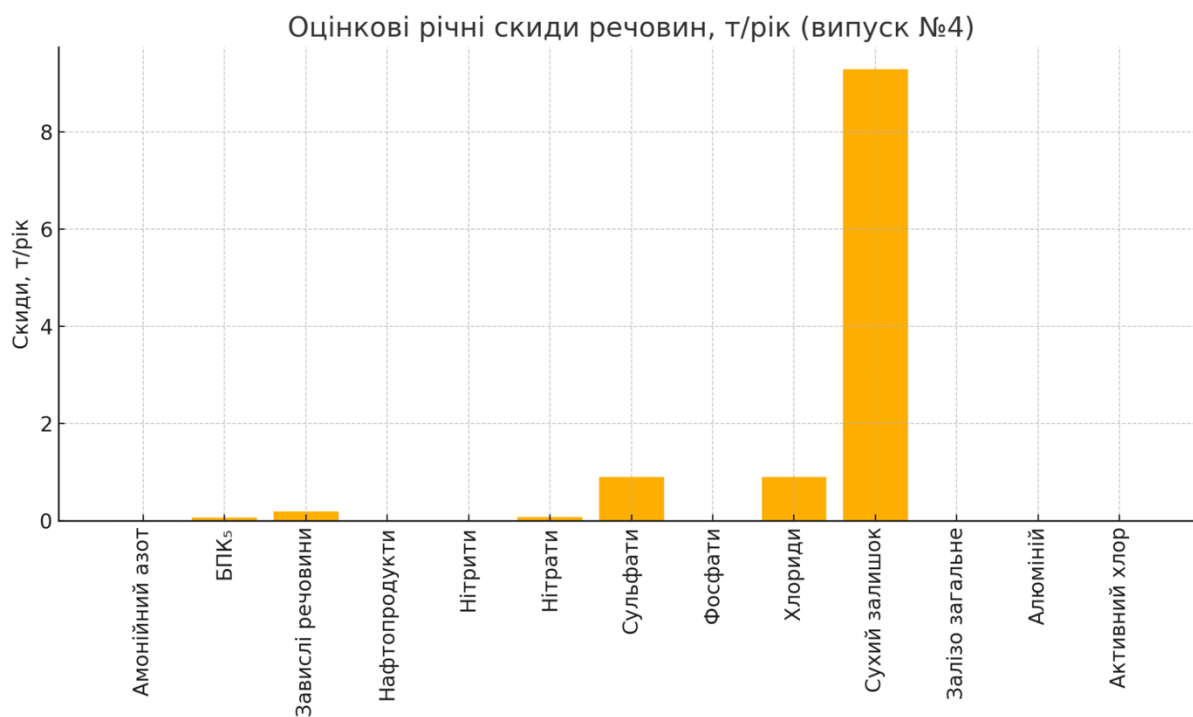


Рисунок 4.11 – Оцінкові річні скиди речовин, т/рік (випуск №4)

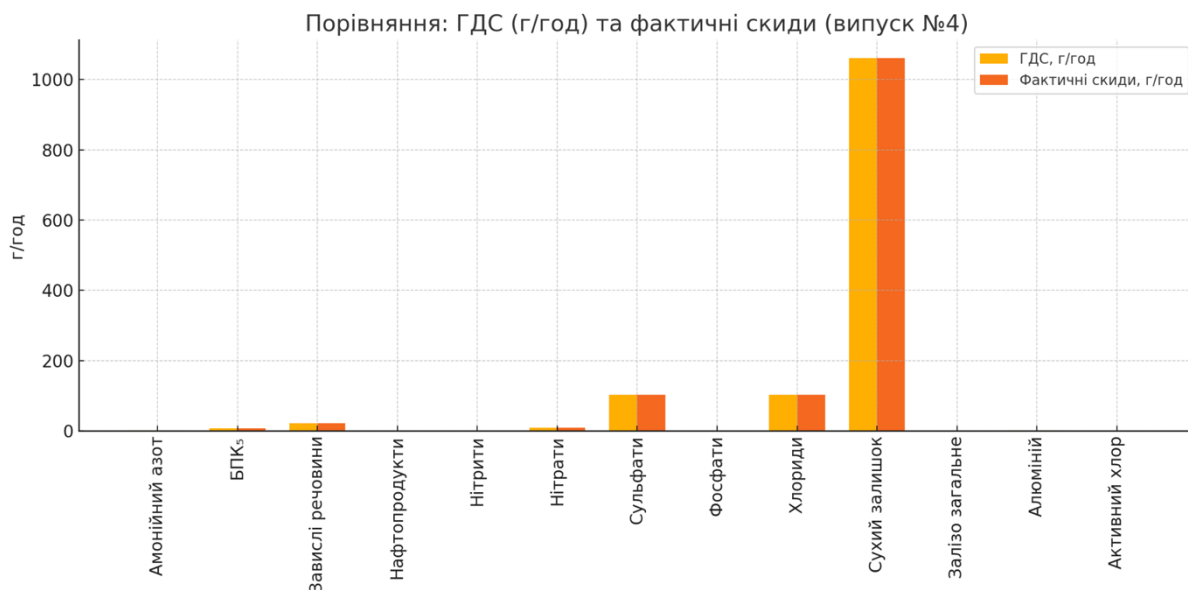


Рисунок 4.12 - Порівняння: ГДС (г/год) та фактичні скиди (т/рік → г/год) (випуск №4)

Аналіз даних, наведених у таблиці 4.4, дозволяє зробити висновки щодо рівня забруднення зворотних вод та відповідності фактичних скидів встановленим гранично допустимим концентраціям (ГДК) і гранично допустимим скидам (ГДС):

1. Всі фактичні скиди речовин перебувають у межах допустимих значень, визначених нормативами ГДС у г/год. Це свідчить про дотримання вимог екологічного законодавства та ефективне функціонування системи очищення стічних вод на об'єкті.

2. Найбільший обсяг скидів (як у г/год, так і в т/рік) припадає на сухий

залишок (1060,460 г/год; 9,2894 т/рік), що є типовим показником загального мінералізаційного навантаження. Водночас цей показник залишається в межах допустимих нормативів.

3. Значні ГДС також встановлено для сульфатів (102,558 г/год) та

хлоридів (101,983 г/год), однак фактичні річні скиди за цими показниками становлять менше 1 т/рік, що свідчить про контрольований вплив.

4. Найменші значення фактичних скидів зафіксовано для нітритів (0,0006 т/рік), нафтопродуктів (0,0024 т/рік) та фосфатів (0,0025 т/рік). Це вказує на мінімальне надходження органічного та хімічного забруднення, зокрема речовин, які можуть спричинити евтрофікацію чи токсичний вплив на водні організми [28].

5. Активний хлор відсутній як у складі дозволених, так і у складі фактичних скидів, що є позитивною характеристикою, адже хлор в активній формі є шкідливим для водної біоти.

Загалом, результати моніторингу свідчать про екологічну безпечність скидів зворотних вод у випуску №4 КНФС та дозволяють зробити висновок про дотримання нормативів гранично допустимих скидів відповідно до встановлених стандартів.

Оцінка якості зворотних вод на основі таблиць 4.1–4.4, що відображають характеристики чотирьох випусків каналізаційно-насосної фільтрувальної станції (КНФС), дозволяє зробити комплексний аналіз динаміки забруднення, характеру речовин і рівня дотримання екологічних нормативів.

Насамперед слід відзначити, що найбільші значення гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у розрахунку на годину (г/год) та відповідно – найвищі оцінкові річні скиди (в т/рік) зафіксовані у випуску №2. Саме цей випуск є найбільш навантаженим за абсолютними величинами більшості хімічних показників. Наприклад, значення сухого залишку становить понад 129 тисяч г/год, а річний обсяг скиду перевищує 1135 тонн. Хлориди та сульфати також мають одні з найвищих концентрацій і обсягів скидів, що свідчить про значний рівень мінералізації води [29].

На противагу цьому, випуск №4 характеризується найменшими значеннями як за концентраціями, так і за обсягами скидів. Наприклад, сухий залишок становить лише близько 9,3 тонн на рік, а більшість інших компонентів (такі як БПК₅, нафтопродукти, нітрити, залізо, алюміній) мають обсяги менше 0,1 т/рік. Це дозволяє вважати випуск №4 найменш забруднюючим серед усіх розглянутих, що, ймовірно, є результатом або меншого обсягу зворотних вод, або кращої ефективності очистки.

Випуски №1 і №3 займають проміжне положення. У випуску №1 простежується порівняно високий рівень сульфатів і хлоридів, що становить понад 6 т/рік кожного з компонентів. У той час як у випуску №3 значення сухого залишку сягає 54 тонн на рік, а хлоридів – майже 4,5 тонн. Це свідчить про стабільний середній рівень забруднення, деякі показники якого є нижчими, а деякі вищими порівняно з випуском №1.

Ще однією важливою ознакою всіх випусків є те, що фактичні скиди не перевищують встановлених гранично допустимих значень. Це говорить про ефективну роботу систем очищення та дотримання екологічних норм. Однак слід зауважити, що у випуску №2 фактичні скиди значно наближаються до встановлених меж ГДС, що вказує на необхідність посиленого моніторингу та, можливо, модернізації очисних споруд у найближчому майбутньому.

Загалом, аналіз таблиць дозволяє зробити висновок, що різні випуски мають суттєво відмінні характеристики за обсягами та концентраціями забруднюючих речовин. Найбільш екологічно навантаженим є випуск №2, який чинить максимальний вплив на водне середовище, тоді як випуск №4 є прикладом найменшого техногенного навантаження. Такий аналіз дає змогу цілеспрямовано планувати природоохоронні заходи, розподіляти ресурси на реконструкцію чи модернізацію споруд і формувати обґрунтовану екологічну політику на об'єкті водокористування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є ключовими аспектами діяльності будь-якої організації, що прагне зберегти здоров'я працівників і мінімізувати ризики. У сучасних умовах, коли технологічні процеси стають складнішими, а природні та техногенні загрози зростають, питання організації безпечного робочого середовища та готовності до реагування на надзвичайні ситуації набувають особливої актуальності. Цей розділ присвячено аналізу основних принципів охорони праці, нормативно-правової бази, а також заходів, спрямованих на забезпечення безпеки під час надзвичайних ситуацій [30].

5.1 Нормативно-правова база охорони праці

Охорона праці в Україні регулюється низкою законодавчих актів, які встановлюють обов'язки роботодавців і працівників щодо створення безпечних умов праці. Основним документом є Закон України "Про охорону праці" (№ 2694-ХІІ від 14 жовтня 1992 року, зі змінами). Цей закон визначає основні принципи організації безпечної діяльності, права та обов'язки сторін, а також відповідальність за порушення вимог.

Крім того, важливими є:

Кодекс законів про працю України, який регулює трудові відносини та включає норми щодо безпеки праці.

Постанови Кабінету Міністрів України, зокрема "Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків" (№ 1232 від 30 листопада 2011 року).

Нормативні акти Міністерства соціальної політики України та Державної служби України з питань праці.

Ці документи встановлюють вимоги до організації робочих місць, проведення інструктажів, забезпечення засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) та навчання працівників діям у надзвичайних ситуаціях.

5.2 Основні принципи охорони праці

Охорона праці базується на комплексному підході, що включає:

1. Превентивність – запобігання виникненню професійних ризиків

шляхом оцінки робочих місць, аналізу небезпек і впровадження профілактичних заходів.

2. Системність – створення системи управління охороною праці (СУОП), яка охоплює всі аспекти діяльності підприємства, від планування до контролю.

3. Навчання та інформування – забезпечення працівників знаннями

про безпечні методи роботи та поведінку в надзвичайних ситуаціях.

4. Контроль і відповідальність – регулярна перевірка умов праці, дотримання стандартів і притягнення до відповідальності за порушення.

На підприємствах створюються спеціальні служби з охорони праці, які відповідають за розробку інструкцій, організацію медичних оглядів, а також контроль за станом обладнання та робочих місць.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації (НС) можуть мати природний (повені, землетруси) або техногенний (вибухи, аварії) характер. Забезпечення безпеки в таких умовах вимагає чіткої організації та підготовки. Основні заходи включають:

Планування та підготовка

Розробка планів евакуації: На кожному підприємстві створюються схеми евакуації, які враховують розташування приміщень, кількість працівників і можливі сценарії НС.

Навчання персоналу: Проведення регулярних тренувань з евакуації, надання першої медичної допомоги та використання засобів пожежогасіння.

Забезпечення засобами захисту: Наявність аптечок, вогнегасників, протигазів та інших засобів для реагування на НС.

Реагування на надзвичайні ситуації

Оповіщення та комунікація: Впровадження систем оповіщення (сирени, гучномовці) для швидкого інформування працівників.

Координація дій: Створення штабу з ліквідації НС, який координує дії працівників і взаємодіє з екстреними службами.

Евакуація та порятунок: Забезпечення безпечного виведення людей із зони небезпеки та надання першої допомоги постраждалим.

Відновлення після НС

Після ліквідації надзвичайної ситуації проводяться заходи з відновлення нормальної діяльності:

Оцінка збитків і аналіз причин НС.

Проведення розслідувань для визначення винних і запобігання повторенню.

Психологічна підтримка працівників, які постраждали або були свідками НС.

5.4 Практичні заходи для забезпечення безпеки

Для ефективного управління охороною праці та безпекою в надзвичайних ситуаціях підприємства впроваджують:

Атестацію робочих місць: Виявлення шкідливих і небезпечних факторів, оцінка їх впливу на здоров'я працівників.

Технічне обслуговування обладнання: Регулярна перевірка та ремонт машин і механізмів для запобігання аваріям.

Моніторинг і аудит: Проведення внутрішніх і зовнішніх перевірок для оцінки відповідності умов праці нормативним вимогам.

Культура безпеки: Формування у працівників відповідального ставлення до дотримання правил безпеки через навчання та мотивацію.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною діяльності сучасних організацій. Ефективна організація цих процесів дозволяє не лише зберегти здоров'я та життя працівників, але й підвищити продуктивність і репутацію підприємства. Дотримання нормативно-правових вимог, впровадження превентивних заходів і підготовка до реагування на НС забезпечують стабільність і безпеку робочого середовища. Подальший розвиток у цій сфері потребує інтеграції сучасних технологій, таких як системи автоматизованого моніторингу та штучного інтелекту, для підвищення ефективності управління ризиками.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження впливу діяльності Кайдацької насосно-фільтрувальної станції КП «Дніпроводоканал» на стан поверхневих вод та екологічну безпеку регіону. Аналіз ґрунтувався на чинній нормативно-правовій базі, розрахунках гранично допустимих скидів (ГДС), оцінці фактичних скидів речовин та зіставленні з екологічно безпечними концентраціями.

У результаті дослідження було встановлено:

1. **Система водовідведення Кайдацької НФС** здійснює скид зворотних вод у водні об'єкти, що потребує постійного контролю складу та об'ємів скидів відповідно до вимог природоохоронного законодавства. Було виявлено, що серед скинутих речовин є ті, що можуть чинити вплив на водне середовище, зокрема завислі речовини, хлориди, нітрати, фосфати та нафтопродукти.

2. **Розрахунок і аналіз ГДС** показав, що для більшості речовин фактичні скиди знаходяться в допустимих межах. Проте для деяких компонентів відмічаються перевищення рекомендованих величин, що свідчить про потребу удосконалення системи очищення та посилення контролю.

3. Було побудовано графіки порівняння між **нормативними (ГДС) та**

фактичними скидами, що дозволило наочно оцінити ризики перевищення нормативів. Також були виконані розрахунки оцінкових

річних скидів у тоннах на рік, що підтвердили необхідність оптимізації роботи очисних систем.

4. У ході роботи здійснено **екологічне оцінювання впливу діяльності**

НФС на довкілля, виявлено головні джерела навантаження на водне середовище та запропоновано можливі заходи щодо мінімізації впливу.

5. Надано **рекомендації** щодо вдосконалення роботи насосно-фільтрувальної станції: впровадження сучасних методів очищення, регулярний моніторинг складу скидів, перегляд режимів роботи обладнання та забезпечення ефективного екологічного менеджменту.

Отже, результати дослідження можуть бути використані в подальшій роботі екологічних служб, при розробці природоохоронної документації, а також у практиці органів місцевого самоврядування для планування заходів з охорони водного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР (зі змінами і доповненнями).
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.
3. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 № 2918-ІІІ.
4. ДСТУ 4287:2004. Якість води. Методи визначення вмісту заліза.
5. ДСТУ 4165-2003. Система документації. Вимоги до оформлення документів.
6. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди.
7. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.
8. Методика визначення гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти зі зворотними водами (Наказ Мінприроди №116 від 01.03.2017).
9. ДСТУ ISO 5663:2001. Вода. Відбір проб.
10. СанПіН 4630-88. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення.
11. Наказ МОЗ України №400 від 12.05.2010 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"».
12. Костарєв А.Ю. Основи водопостачання та водовідведення: підручник. – Х.: ХНАМГ, 2020. – 198 с.
13. Кузнецов С.О. Оцінка впливу на навколишнє середовище: навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2022. – 240 с.

14. Іщенко А.І. Водні ресурси України: стан, використання, охорона. – К.: НАУ, 2019. – 152 с.
15. Мельник Л. Г. Екологічна безпека: навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2020. – 312 с.
16. Методичні рекомендації щодо визначення ГДС речовин у поверхневих водах. – Харків: УкрНДІЕП, 2017.
17. Сологуб О.І. Гідроекологічний моніторинг: навч. посіб. – Львів: ЛНУ, 2021. – 178 с.
18. Екологічний паспорт Полтавської області за 2023 рік. – Полтава: Департамент екології, 2024. – 82 с.
19. Технічний звіт КП «Дніпроводоканал» за 2023 рік. – Дніпро, 2024.
20. Гідрохімічний аналіз вод: методичний посібник / За ред. О.С. Маляр. – К.: КНУ, 2021. – 168 с.
21. Інструкція щодо складання водогосподарського балансу: Наказ Мінприроди №78 від 25.03.2019.
22. Нікіфорова Л.І. Методи екологічного аналізу поверхневих вод. – Черкаси: ЧНУ, 2022. – 140 с.
23. Жежеря П.С. Екологія водного середовища. – К.: Либідь, 2020. – 192 с.
24. Романенко В.Д. Основи гідроекології. – К.: Наукова думка, 2018. – 270 с.
25. Atlas of Ukraine's Surface Water Quality, 2023. – [Електронний ресурс] – <https://menr.gov.ua>
26. European Environment Agency. Urban Wastewater Treatment Directive reports. – <https://www.eea.europa.eu>
27. ISO 5667-1:2006. Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes.
28. Google Earth Pro. Дистанційний моніторинг стану територій Кайдацької НФС – [Електронний ресурс] – <https://earth.google.com>

29. ResearchGate. Articles on nutrient loads in treated wastewater –
<https://www.researchgate.net>

30. Scopus. Scientific articles on wastewater impact on aquatic ecosystems –
<https://www.scopus.com>