

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»

ПОЛОЗЕНЦЕВА ВІКТОРІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 504.4.054:504.064.2

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТА ПІДВИЩЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКИДАННЯ СТІЧНИХ ВОД
ІЗ ВОДОЙМ-НАКОПИЧУВАЧІВ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, м. Харків.

Науковий керівник - доктор технічних наук, доцент
Аніщенко Людмила Яківна,
завідувач лабораторії оцінки впливу на навколишнє середовище та екологічної експертизи науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»,
м. Харків

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
Яковлєв Євген Олександрович,
головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
м. Київ

кандидат технічних наук, доцент
Бригада Олена Володимирівна
доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України Державної служби України з надзвичайних ситуацій,
м. Харків.

Захист відбудеться "13" травня 2021 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.812.01 науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» за адресою: 61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6) та на сайті спеціалізованої вченої ради К 64.812.01 за електронною адресою: <http://www.niiep.kharkov.ua/node/2761>.

Автореферат розісланий " ____ " квітня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Н. С. Цапко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Діяльність багатьох підприємств хімічної, гірничодобувної, металургійної та вугільної галузей промисловості нероздільно пов'язана з експлуатацією накопичувачів стічних вод, що позиціонуються як водоохоронний захід. На території України налічується 366 накопичувачів забруднених стічних вод, з них близько 300 містять в розчиненому вигляді забруднюючі речовини з концентраціями, що перевищують встановлені нормативи якості природних вод (ГДК) більш ніж в 50 разів. Тому вони відносяться до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, що здатні викликати екстремально високе забруднення природних водних об'єктів. Ступінь і масштаб забруднення залежать від режимів скидання, кількості та концентрації забруднюючих речовин, що надходять при цьому у поверхневі води.

Аналіз наукових джерел вказує на недосконалість сучасних методичних підходів до оцінки впливу регульованого скидання стічних вод накопичувачів у природні водні об'єкти в умовах штатної експлуатації.

Основним недоліком проаналізованих підходів є відсутність комплексного та системного бачення, особливо в частині визначення масштабів впливу регульованого скидання забруднюючих речовин та вибору найбільш пріоритетних показників якості води, що характеризують цей вплив. Запропоновані науковцями структурні схеми та алгоритми оцінки впливу акумульованих стічних вод на якість води поверхневих водних об'єктів представлені у літературних джерелах лише як окремі змістовно роз'єднані блоки, що не містять аналізу природно-техногенної системи водокористування. Окремі фрагменти та проміжні результати оцінки не мають логічного завершення у вигляді розроблених заходів регулювання скидань.

Все це підтверджує актуальність дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими роботами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в лабораторії оцінки впливу на навколишнє середовище та екологічної експертизи науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП).

Дисертаційна робота виконувалась в рамках науково-дослідних робіт: «Розроблення проекту нової редакції методичних рекомендацій щодо змісту матеріалів оцінки впливів діючих об'єктів на навколишнє середовище» (0117U001485) та «Оцінка впливу на довкілля Альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачі та їх скидання у р. Інгулець» (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності 2018721137).

Основні положення дисертаційної роботи відповідають Закону України від 23.05.2017 № 2059-VIII «Про оцінку впливу на довкілля» (ст. 3 ч. 2 п. 22, ч. 3), Методичним рекомендаціям щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод (в рамках реалізації Проекту технічної допомоги ЄС «Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища»), схваленим Науково-технічною радою Державного агентства водних ресурсів України (протокол від «27» листопада 2018 року № 2), Рішенню Ради Національної безпеки і оборони України «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх

нейтралізації», введеному в дію Указом Президента України від 23 березня 2021 року № 111/2021.

Мета і завдання дослідження. *Метою роботи є підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів шляхом визначення найбільш екологічно-безпечних заходів поводження з шахтними водами, що ґрунтується на комплексній багатofакторній оцінці показників впливу та критеріях якості води.*

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

– провести аналіз вітчизняних та зарубіжних наукових джерел інформації щодо сучасного стану накопичувачів стічних вод на території України, режимів скидання акумульованих стічних вод до природних водних об'єктів та методів зниження концентрації забруднюючих речовин у високомінералізованих шахтних водах;

– визначити основні фактори впливу накопичувачів високомінералізованих шахтних вод на довкілля;

– теоретично обґрунтувати та розробити науковий підхід до комплексного оцінювання впливу регульованого скидання промислових стічних вод зі ставків-накопичувачів на водні об'єкти;

– провести оцінку впливу скидання високомінералізованих шахтних вод зі ставків-накопичувачів на якість природних вод та водокористування на прикладі річок Самара та Інгулець із застосуванням розробленої комплексної процедури оцінювання;

– науково обґрунтувати вибір пріоритетних заходів щодо підвищення екологічної безпеки процесу регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод за рахунок короткотермінового та довготривалого зменшення концентрації забруднюючих речовин у водному об'єкті.

Об'єкт дослідження: процеси формування якості води поверхневих водних об'єктів в складі водогосподарських систем, які включають водойми-накопичувачі промислових стічних вод.

Предмет дослідження: шляхи підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод, зокрема високомінералізованих шахтних вод, до природних водних об'єктів.

Методи дослідження ґрунтуються на комплексному використанні: методів системного аналізу для розробки процедури комплексного багатofакторного оцінювання впливів скидання промислових стічних вод з накопичувачів на якість води поверхневих водних об'єктів, в тому числі експертно-аналітичних методів (зокрема методу аналізу ієрархій), для систематизації, декомпозиції і структурування зв'язків між факторами впливів та елементами, факторами й умовами довкілля, отримання вагових коефіцієнтів кожного фактору і узагальнених пріоритетів при порівнянні за екологічними критеріями заходів поводження з високомінералізованими шахтними водами та режимів регульованого скидання шахтних вод до водних об'єктів; методів описової статистики для порівняння однорічних, багаторічних та щорічних рядів даних гідрохімічного моніторингу у різновіддалених створах водних об'єктів, в тому числі з використанням критеріїв

Фішера та Стьюдента; розрахункових методів для аналізу та прогнозування динаміки якості води річок за фізико-хімічними показниками.

Для обробки даних та графічної візуалізації результатів використано програмний пакет MS Excel, графічні редактори CorelDRAW, MicrosoftVisio; для статистичної обробки даних гідрохімічних спостережень та розрахунків критеріїв однорідності рядів – програму статистичного аналізу STATISTICA 10.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше:

– теоретично обґрунтовано системний підхід до підвищення екологічної безпеки регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із водойм-накопичувачів до поверхневих водних об'єктів шляхом експертно-аналітичного визначення пріоритетних короткострокових та довгострокових заходів на основі розробленої процедури комплексного багатofакторного оцінювання впливів скидання на якість води;

– науково обґрунтовано підхід до визначення кількісних просторово-часових параметрів регульованого скидання промислових стічних вод на якість води водних об'єктів на підставі використання методів описової статистики для порівняння серійних короткоперіодичних, однорічних та багаторічних рядів даних гідрохімічного моніторингу у різновіддалених створах (на прикладі р. Самара та р. Інгулець);

– науково обґрунтовано доцільність використання експертно-аналітичних процедур під час прийняття управлінських рішень стосовно вибору заходів екологічно-безпечного поводження з високомінералізованими шахтними водами шляхом систематизації і структурування зв'язків між елементами ієрархії, що формують впливи на складові довкілля.

Удосконалено:

– підхід до опрацювання результатів післяпроектного моніторингу якості води поверхневих водних об'єктів за рахунок включення даних багаторічних спостережень у статистичну обробку з використанням критеріїв Фішера та Стьюдента та виділенням критичних для забезпечення потреб водокористування періодів гідрологічного режиму річки.

Набуло подальшого розвитку:

– застосування методу аналізу ієрархій для вибору найбільш екологічно-безпечного режиму регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод до водних об'єктів в частині побудови ієрархій впливів з метою отримання узагальнених пріоритетів та вагових коефіцієнтів кожного з елементів (на прикладі р. Інгулець).

Практичне значення одержаних результатів полягає в підвищенні екологічної безпеки впровадження заходів регульованого скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів із урахуванням виділених критичних для забезпечення потреб водокористування періодів гідрологічного режиму річки.

Результати дисертаційної роботи використанні у звіті з науково-дослідної роботи «Оцінка впливу на довкілля Альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу та їх скидання у р. Інгулець» для виконання оцінки та розробки рекомендацій (реєстраційний номер справи про

оцінку впливу на довкілля планованої діяльності 2018721137). В тому числі, оцінена динаміка якості води р. Інгулець та ставка-накопичувача в балці Свистунова за фізико-хімічними показниками за період 2012–2018 рр. та розроблений прогноз зазначеної динаміки для умов реалізації Альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу та їх скидання у р. Інгулець (акт впровадження ПрАТ «Укрводпроект» від 03.11.2020).

Матеріали дисертаційної роботи використано у навчальному процесі на кафедрі охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України під час проведення практичних занять з навчальних дисциплін «Організація управління в природоохоронній діяльності» і «Водопостачання і водовідведення» для бакалаврів та магістрів зі спеціальності 101 – екологія (акт впровадження НУЦЗУ від 28.01.2021).

Особистий внесок здобувача. Всі теоретичні та практичні результати дисертації, що виносяться на захист, отримані здобувачем самостійно. Серед них: автором проаналізовані та визначені фактори та умови впливу на складові довкілля водойм накопичувачів промислових стічних вод [2, 3, 6]; виявлено та сформульовано основні впливи накопичувачів стічних вод в межах території України, зокрема виявлено зв'язок між якістю води поверхневих водних об'єктів та захворюваністю населення, що проживає в зонах безпосереднього впливу накопичувачів промислових стічних вод, та зазначено необхідність обов'язкового контролю та розробки регульованого екологічно-безпечного режиму експлуатації та скидання на всіх етапах життєвого циклу цих об'єктів [3]; запропоновано методологію комплексної оцінки впливу діючих накопичувачів зворотних вод на довкілля, сформована структурна схема впливів, проведено їх аналіз з виділенням ключових впливів, оцінені наслідки діяльності по всій довжині зони впливів з використанням методів описової статистики та обґрунтовано підходи до розроблення рекомендації щодо вдосконалення режиму скидання [1, 4]; досліджено вплив ставків-накопичувачів на якість води р. Самара з використанням методів описової статистики та підтверджено доцільність використання багаторічних рядів гідрохімічних спостережень для виявлення постійного (хронічного) впливу [5]; визначені ключові впливи водойм-накопичувачів на якість води р. Інгулець, оцінено їх інтенсивність по всій довжині зони впливів з використанням методу перевірки рядів гідрохімічної інформації щодо їх однорідності за допомогою критеріїв Фішера та Стюдента [6]; проведена комплексна оцінка впливу точкових джерел забруднення на якість води поверхневих водних об'єктів та встановлені найбільш небезпечні підприємства-забруднювачі [7].

Апробація результатів досліджень. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на засіданнях секції Вченої ради УкрНДІЕП «Екологічний менеджмент, моніторинг навколишнього природного середовища та управління водоохоронною діяльністю», першій міжвузівській науково-методичній конференції Національного університету цивільного захисту України «Екологічні аспекти регіонального партнерства в надзвичайних ситуаціях» (м. Харків, 2012 р.), XX Ювілейній міжнародній конференції Казантип-ЕКО "Інноваційні шляхи рішення, актуальних проблем базових галузей, екології, енерго-і ресурсозбереження" (м. Щелкіно, 2012 р.), IX, XIII, XIV Міжнародних науково-

практичних конференціях: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення (м. Харків у 2013, 2017, 2018 роках)

Публікації. Головні результати досліджень та основні висновки, що викладені в дисертаційній роботі, опубліковані у 12 наукових працях, зокрема, в 6 статтях у наукових фахових виданнях, включно 2 в зарубіжних виданнях, що входять до наукометричних баз, відповідно до вимог МОН України, та в одній статті, що додатково розкриває зміст дисертаційного дослідження. В тому числі, матеріали дисертації опубліковано в матеріалах та тезах доповідей міжнародних і вітчизняних наукових конференцій.

Структура та об'єм дисертації.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 194 найменувань на 24 сторінках, 6 додатків на 55 сторінках. Загальний обсяг дисертації – 257 сторінок, з яких основний текст 150 сторінок. Робота містить 36 таблиць, 28 рисунки (з них 7 таблиць та 3 рисунки на 23 окремих сторінках).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми та наукової проблеми, сформульовані мета, завдання досліджень, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану розміщення накопичувачів стічних вод, їх призначенню та визначенню основних складових довілля на які вони впливають. На території України налічується 366 накопичувачів забруднених стічних вод, 37 з них спричиняють прямий вплив на поверхневі водні об'єкти шляхом періодичного скидання накопичених промислових стічних вод. Стічні води цих накопичувачів належать до IV класу небезпеки. Періодичне відведення забруднених стічних вод у водні об'єкти в регульованому режимі, в основному, здійснюється з найбільших за ємкісними характеристиками накопичувачів.

В дисертаційному дослідженні за напрацюваннями УКРНДІЕП класифіковано 10 накопичувачів, з яких періодично скидаються стічні води. За результатами розрахунків індексу екологічної небезпеки встановлено, що всі досліджувані накопичувачі відносяться до небезпечних, серед них найнебезпечнішими є накопичувачі високомінералізованих шахтних вод у балках Свидівок та Свистунова.

Аналіз літературних джерел вказує на те, що якість поверхневих вод в районах розміщення накопичувачів не відповідає вимогам до водних об'єктів господарсько-питного, культурно-побутового водокористування та вимогам до зрошувальної води. Залишаються проблемними питання щодо режиму скидання високомінералізованих шахтних вод із накопичувачів до річок, зокрема, непогіршення існуючої категорії якості води в контрольному створі та в створах, розташованих нижче за течією.

Аналіз підходів до комплексної оцінки впливу скидання промислових стічних вод із накопичувачів на якість води водних об'єктів виявив, що питання використання прямих методів оцінювання впливу мало вивчене. Основним недоліком проаналізованих робіт є відсутність комплексного та системного підходу, особливо в частині визначення масштабів впливу скидання промислових стічних вод та вибору найбільш пріоритетних показників якості води. Запропоновані науковцями алгоритми

оцінки впливу акумульованих стічних вод на якість води поверхневих водних об'єктів представлені лише як роз'єднанні блоки, носять фрагментарний характер, не засновані на всебічному аналізі природно-техногенної системи, та не мають логічного завершення у вигляді висновків комплексної оцінки і практичних розробок заходів регулювання скидань.

Головною задачею дисертаційного дослідження є розроблення системного підходу до комплексної оцінки впливу скидання стічних вод з водойм-накопичувачів з використанням прямих методів описової статистики, визначенням масштабів впливу за пріоритетними показниками якості води, що дозволить розробити екологічно обґрунтовані заходи щодо регулювання скидання промислових стічних вод з накопичувачів.

Сформульовані завдання дисертаційної роботи, вирішення яких є необхідним для розробки процедури комплексної оцінки впливу регульованого скидання промислових стічних вод із накопичувачів на поверхневі водні об'єкти.

У другому розділі теоретично обґрунтовано системний підхід до підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів, який здійснюється за процедурою, що включає наступні етапи:

Етап 1. Визначення та структурування факторів впливу, первинних та вторинних процесів впливів скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів у їх взаємодії з елементами, факторами й умовами довкілля.

Етап 2. Декомпозиція задачі підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів у вигляді ієрархічного подання комплексу взаємопов'язаних структурних елементів, що враховуються при оцінюванні екологічної безпеки.

Етап 3. Комплексна багатофакторна оцінка показників впливу на якість води з використанням методів описової статистики для порівняння наявних щорічних, однорічних та багаторічних рядів даних гідрохімічного моніторингу у різновіддалених створах, яка включає п'ять підетапів:

перший – заповнення таблиць значень показників якості води у фоновому створі, місці скидання стічних вод, контрольному створі та в створах нижче за течією, виходячи з наявних даних гідрохімічного моніторингу;

другий – вибір варіанту оцінки впливу накопичувачів стічних вод на стан поверхневих водних об'єктів за розробленим алгоритмом, на підставі результатів першого підетапу, та визначення кількісних просторово-часових параметрів впливу;

третій – визначення вимог до якості води водного об'єкта, необхідних для забезпечення потреб водокористування у зоні впливу накопичувача з виділенням критичних періодів;

четвертий – визначення пріоритетних показників якості води, виходячи зі складу акумульованих у накопичувачі промислових стічних вод та особливостей водокористування у водному об'єкті, до якого скидаються ці води;

п'ятий – обґрунтування розумних альтернатив шляхів підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод з накопичувача.

Етап 4. Експертно-аналітичне визначення найбільш екологічно-безпечних короткострокових та довгострокових заходів щодо зменшення впливу регульованого скидання промислових стічних вод на якість води поверхневих водних об'єктів.

Запропонований науковий підхід дає можливість оцінити, чи є статистично значимими зміни якості води водного об'єкта під впливом скидання стічних вод на фоні їх природних коливань, та визначити часові та просторові параметри цього впливу. Він також дозволяє виявити пріоритетні показники якості води, за якими відбувається погіршення, та здійснити екологічно-обґрунтований вибір пріоритетних заходів для підвищення екологічної безпеки скидання промислових стічних вод.

Розроблена процедура комплексної оцінки впливу накопичувачів на якість води поверхневих водних об'єктів може бути використана розробниками ОВД при перегляді або оновлення умов провадження планованої діяльності з експлуатації та реконструкції накопичувачів та спеціалістами при проведенні екологічного аудиту. Методичні підходи, передбачені етапом 3 розробленої процедури, можуть використовуватись спеціалістами Державного агентства водних ресурсів України при проведенні державного моніторингу стану поверхневих вод.

Визначення кількісних просторово-часових параметрів впливів діючих водойм-накопичувачів на якість води поверхневих водних об'єктів на етапі 3 розробленого підходу можливе за трьома варіантами (рисунок 1).

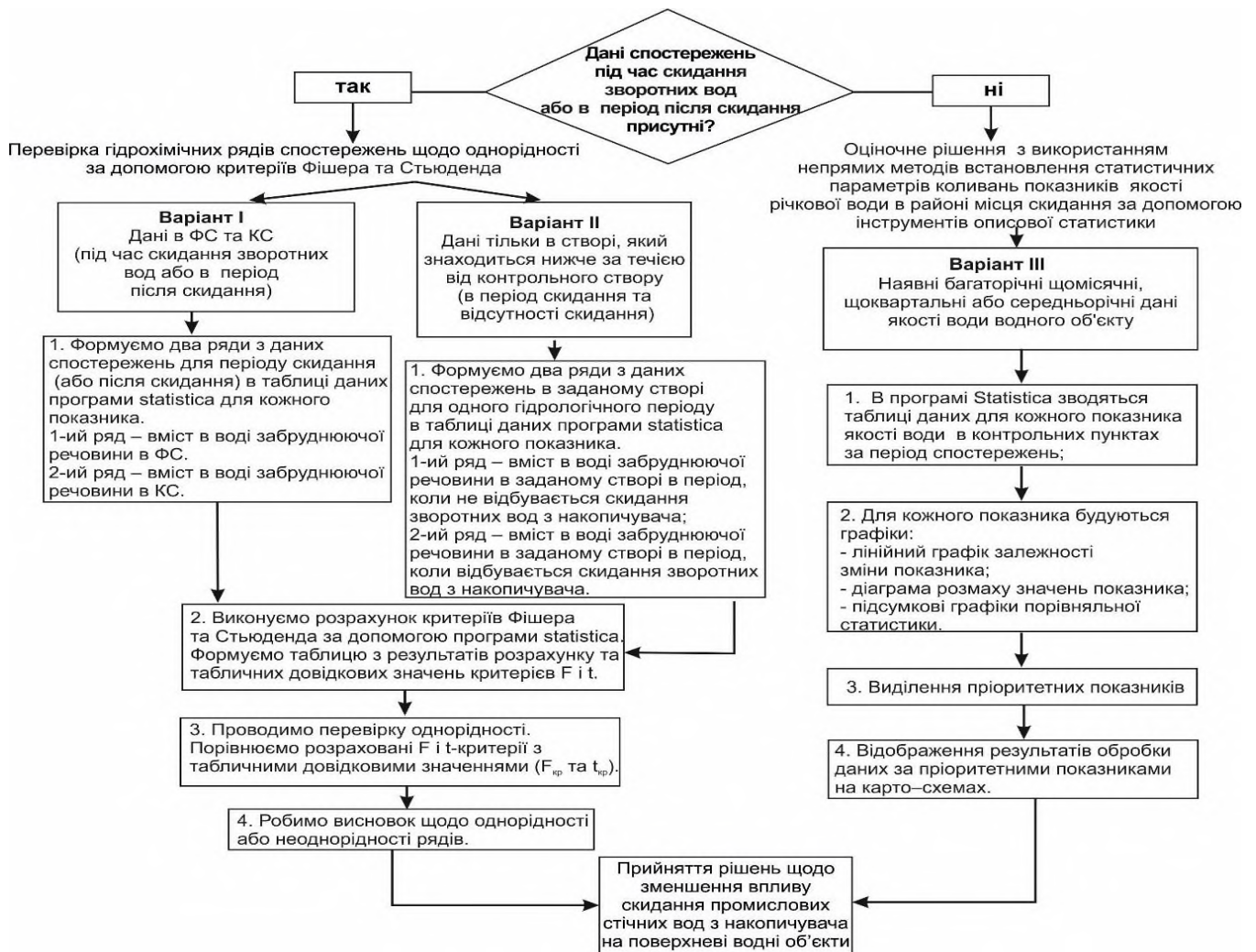


Рисунок 1 – Блок-схема дій при комплексній оцінці впливу регульованого скидання промислових стічних вод із накопичувача на якість води річки

Варіант 1. Спостереження проводяться в контрольному та фоновому створах. З рядів спостережень в контрольному і фоновому створах формують дві вибірки: перша – концентрації забруднюючих речовин в фоновому створі $S_{\text{ФС}}$, друга – концентрації забруднюючих речовин в контрольному створі $S_{\text{КС}}$ за періоди, синхронні з періодами скидання. Для обох вибірок розраховують середні і дисперсії, потім виконують аналіз вибірок на однорідність шляхом порівняння з довідковими критичними значеннями критеріями Фішера та Стьюдента.

Варіант 2. Спостереження проводяться лише в контрольному створі, у фоновому створі вони відсутні. Ряд спостережень у контрольному створі поділяють на дві сукупності за ознакою «скидання є – скидання немає». Перевірку на однорідність виконують для двох отриманих сукупностей так само, як і для варіанту 1. При цьому обидві сукупності повинні відноситися до одного і того ж гідрологічного сезону (повені або межені).

Варіант 3. Дані спостережень відсутні як в контрольному, так і в фоновому створах. В цьому випадку оціночне рішення можливе з використанням непрямих методів встановлення статистичних параметрів коливань показника якості річкової води в районі місця скидання. Оцінити якість води можна на основі багаторічних щомісячних, щоквартальних або середньорічних даних якості води водного об'єкта, який приймає стічні води накопичувача, за допомогою інструментів описової статистики програми Statistica (ver. 10).

Аналіз даних спостережень виконується за наявними показниками якості води у створах нижче місця скидання у такій послідовності:

- для кожного показника в програмі Statistica заповнюють таблиці даних середньорічних значень в контрольних пунктах за період спостережень;
- будуються такі графіки: лінійний графік залежності зміни показника, діаграма розмаху значень показника та підсумкові графіки порівняльної статистики для окремого показника за період спостережень (лінійний графік залежності зміни показника від часу дає загальну картину динаміки показника; аналіз діаграм розмаху дає можливість отримати уявлення про динаміку коливань; підсумкові графіки дають наочне представлення результатів статистичної обробки даних);
- на основі результатів аналізу графіків визначаються часові та просторові параметри впливів, зокрема встановлюються межі зони хімічного впливу;
- заключним етапом аналізу наявних даних є відображення результатів обробки даних за пріоритетними показниками на карто-схемах. Такі карто-схеми можуть наочно відображати розміщення контрольних створів, де встановлено залежність значень пріоритетного показника від наявності або відсутності скидання промислових стічних вод та межі зони впливу.

Результати аналізу рядів даних використовуються на подальших підетапах етапу 3 та на заключному етапі комплексної оцінки при обґрунтуванні заходів щодо підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод.

Третій розділ присвячено комплексній оцінці впливу скидання високомінералізованих шахтних вод з накопичувачів до р. Інгулець та р. Самара за розробленим науковим підходом.

Оцінка впливу регульованого скидання шахтних вод з накопичувача у балці Свистунова, розташованого у Криворізькому районі Дніпропетровської області на

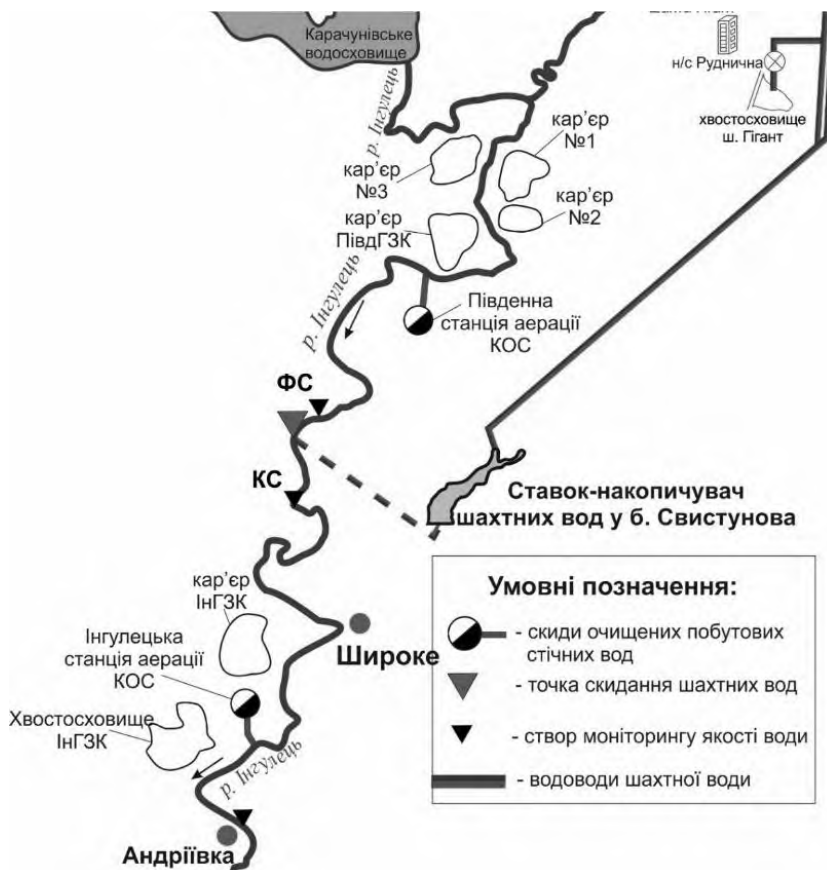
території Новолатівської сільської громади на якість води р. Інгулець проведена на підставі систематизації та аналізу відомчих та опублікованих даних гідрохімічних вимірювань за період 2012–2017 рр. у відомчих створах контролю в межах ділянки р. Інгулець від Карачунівського водосховища до державного контрольного гідропоста в с. Андріївка, у створі м. Снігурівка та у створах моніторингу Держводінспекції у нижній течії р. Інгулець від с. Андріївка до місця впадіння у р. Дніпро (створи: «р. Інгулець, 265 км, с. Андріївка», «р. Інгулець, 124 км, с. Калінінське», «р. Інгулець, 20 км, с. Дар'ївка», «р. Інгулець, 0 км, с. Садове, гирло р. Інгулець»).

Розрахунки виконані за варіантами 1 та 2 запропонованого наукового підходу у чотирьох створах контролю якості води р. Інгулець (таблиця 1).

Таблиця 1 – Варіанти забезпеченості розрахунків даними спостережень

Створи	Відстань від місця скидання, м	Наявні масиви даних		Можливий варіант порівняння даних
		Періоди скидання	Періоди відсутності скидання	
1. ФС	-500	+	-	
2. КС	1500	+	-	1
3. с. Андріївка	33500	+	+	1;2
4. м. Снігурівка	204000	+	+	1;2

Для розрахунків за варіантом 1 з масиву даних зробили вибірку, яка характеризувала періоди скидання у 2012–2013 рр., 2013–2014 рр., 2014–2015 рр., 2015–2016 рр., 2016–2017 рр. Вибірку поділили на два ряди: 1-й ряд – дані щодо якості води в фоновому створі (ФС), 2-й ряд – дані щодо якості води в контрольному створі (КС) (рисунок 2). Результати розрахунків за варіантом 1 наведено в таблиці 2.



Для розрахунків за варіантом 2 з масиву даних використані дві вибірки: 2012–2014 рр., коли скидання починалося з листопада, та 2015–2016 рр., коли скидання починалося з грудня. В усі роки скидання шахтних вод закінчувалось у лютому. Результати розрахунків для багаторічних вибірок за варіантом 2 наведено в таблиці 3.

Рисунок 2. Схема ділянки р. Інгулець в районі розташування ставка-накопичувача

Таблиця 2 – Результати розрахунків критеріїв Фішера (F) та Стьюдента (t) за даними 2012–2017 р. у фоновому та контрольному створах за варіантом 1 для багаторічних вибірок

Показник	Фоновий створ		Контрольний створ		F	F _{кр}	t	t _{кр}	Висновок за результатами перевірки рядів на однорідність шляхом прийняття/відхилення гіпотези однорідності	
	Середнє	Кількість спостережень	Середнє	Кількість спостережень						
Хлориди	488,9	338	3274,21	336	39,55	3,86	-63,55	1,96	F > F _{кр} ; 39,55 > 3,86 гіпотеза відхиляється, є істотний вплив	
Сульфати	589,3		693,83		1,68				-16,65	F < F _{кр} ; 1,68 < 3,86 t > t _{кр} ; 16,65 > 1,964 гіпотеза відхиляється, є істотний вплив
Азот амонійний	0,209		0,195		1,75				1,71	F < F _{кр} ; 1,75 < 3,86 t < t _{кр} ; 1,71 < 1,964 гіпотеза приймається, вплив неістотний
Нітрити	0,069		0,083		1,04				-2,94	F < F _{кр} ; 1,04 < 3,86 t > t _{кр} ; 2,94 > 1,964 гіпотеза відхиляється, є істотний вплив

Таблиця 3 – Результати розрахунків критеріїв Фішера та Стьюдента за даними 2014 та 2017 р. у створах с. Андріївка (33,5 км від місця випуску зворотних вод) та м. Снігурівка (204,5 км від місця випуску зворотних вод) за показником «хлориди» за варіантом 2 для багаторічних вибірок

Період	Середнє	Кількість спостережень	F	F _{кр}	t	t _{кр}	Висновок за результатами перевірки рядів на однорідність шляхом прийняття/відхилення гіпотези однорідності	
створ с. Андріївка								
Листопад 2012,2013,2014	2338,59	135	31,82	3,89	-	11,47	1,96	F > F _{кр} ; 31,821 > 3,89 гіпотеза відхиляється, є істотний вплив
Листопад 2015,2016,2017	1265,37							
створ м. Снігурівка								
Листопад 2012,2013,2014	1651,85	135	19,71	3,89	-	4,044	1,96	F > F _{кр} ; 19,71 > 3,89 гіпотеза відхиляється, є істотний вплив
Листопад 2015,2017	1209,44	90						

Перевірка гіпотези однорідності рядів спостережень в фоновому та контрольному створах за варіантом 1 показала, що отримані значення критерію

Стьюдента (t) вказують на значну відмінність значень вмісту хлоридів та сульфатів у контрольному створі від значень у фоновому створі.

Використання для розрахунків рядів багаторічних спостережень дало можливість простежити загальні тенденції зміни якості води річки, при цьому результати розрахунків за багаторічний період повністю узгоджувалися з результатами розрахунків за однорічними спостереженнями, також проведеними за варіантами 1 і 2.

За допомогою розрахунку за варіантом 1 встановлено, що:

- скидання зворотних вод зі ставка-накопичувача істотно впливає на якість води р. Інгулець, що проявляється в збільшенні вмісту в воді хлоридів та сульфатів;

- найбільша відмінність рядів спостережень у контрольному створі від ряду спостережень у фоновому створі – найбільше погіршення якості води – спостерігається за вмістом у воді хлоридів, таким чином, вплив скидання зворотних вод зі ставка-накопичувача на вміст хлоридів у воді р. Інгулець слід вважати ключовим впливом;

- вплив скидання зворотних вод зі ставка-накопичувача на вміст азоту амонійного та нітритів у воді р. Інгулець є неістотним.

Розрахунок критеріїв Фішера та Стьюдента за варіантом 2 та перевірка гіпотези однорідності однорічних та багаторічних рядів спостережень в створах, розташованих нижче контрольного створу на 33,5 км (створ с. Андріївка) та 204 км (створ м. Снігурівка), показали:

- скидання зворотних вод з накопичувача істотно впливає на збільшення вмісту хлоридів в обох створах;

- отримані значення критерію Стьюдента (t) свідчать про більш істотну відмінність між рядами, тобто більш суттєвий вплив, в створі с. Андріївка.

Динаміка розрахункових значень критеріїв Фішера (F) і Стьюдента (t), одержаних для усіх трьох створів, розташованих нижче місця скидання надлишку зворотних вод зі ставка-накопичувача, вздовж р. Інгулець наведена у графічному вигляді на рисунку 3. З рисунку випливає, що зі збільшенням відстані створів від місця скидання зворотних вод збільшується однорідність рядів спостережень, а це свідчить про відповідне зменшення впливу зворотних вод на якість води р. Інгулець.

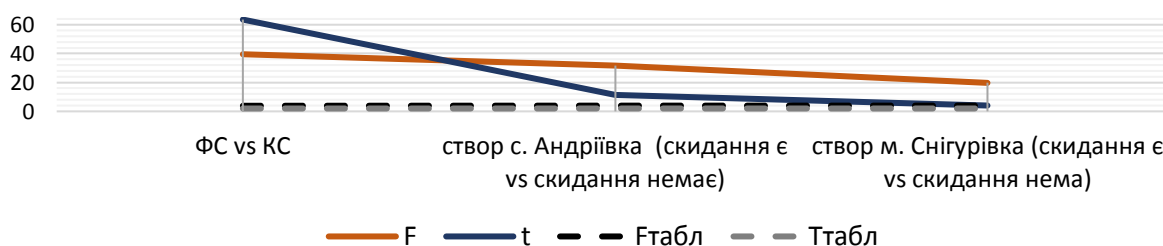


Рисунок 3 – Порівняння значень критеріїв Фішера (F) і Стьюдента (t), отриманих в результаті розрахунків для ділянки р. Інгулець від фоновому створу до м. Снігурівка

З аналізу графіків можна зробити висновок, що обидва параметри можуть бути використані для кількісного порівняння величини впливу джерела забруднення на якість води на різних відстанях від нього навіть у тому випадку, коли порівняння рядів спостережень для окремих створів здійснюється за методично відмінними

варіантами розрахунків. При цьому критерій Фішера (F) є більш чутливим до динаміки величини впливу, а критерій t – до наявності впливу.

Результатами комплексної оцінки впливу скидання зворотних вод зі ставка-накопичувача б. Свистунова встановлено, що зазначена діяльність викликає значне погіршення якості води р. Інгулець нижче місця скидання шахтних вод за такими показниками, як хлориди та сульфати, при цьому найсуттєвіший вплив полягає у збільшенні в річковій воді концентрації хлоридів.

За цими показниками досліджено вплив регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод зі ставка-накопичувача у б. Свистунова на використання нижньої ділянки р. Інгулець для задоволення побутових потреб населення, рекреації та зрошення, які належать до місцевих видів водокористування.

З цією метою було оцінено відповідність характерних значень показників якості води гранично допустимим концентраціям забруднюючих речовин в воді для водойм культурно-побутового водокористування (ГДК_{КП}) за СанПіН 4630-88 та зрошувальним нормам за ДСТУ 2730:2015. Результати оцінки представлені в таблицях 4–5 для окремих періодів штучно створеного гідрологічного режиму, пов'язаного зі здійснюваним протягом останніх років регульованим скиданням шахтних вод зі ставка-накопичувача та заходами зі зменшення негативних наслідків цієї діяльності.

Таблиця 4 – Узагальнені дані щодо вмісту хлоридів та сульфатів (мг/дм³) у воді р. Інгулець (понижся річки) за 5 років (2012–2017) (за даними щоденних та щомісячних вимірювань)

Контрольний створ	Період			
	Скид надлишку шахтних вод (листопад–лютий)	Стабілізація (березень–квітень)	Оздоровча промивка (травень–серпень)	Стабілізація (серпень–жовтень)
Хлориди				
с. Андріївка	<u>2400–3800</u> 2568	<u>2340–790</u> 1090	<u>440–200</u> 327	<u>600–1700</u> 1064
с. Калінінське	–	<u>2446–538</u> 1459	<u>362–231</u> 332	<u>364–1500</u> 846
м. Снігурівка	<u>888–3068</u> 2128	<u>2398–906</u> 1720	<u>340–224</u> 320	<u>506–952</u> 646
с. Дар'ївка	–	<u>2890–637</u> 1947	<u>347–40,1</u> 248	<u>51,5–291</u> 142
с. Садове	–	<u>206–43,5</u> 117	<u>190–35,4</u> 101	<u>35,1–56,7</u> 43,6
Сульфати				
с. Андріївка	<u>737–890</u> 817	<u>900–570</u> 682	<u>535–486</u> 508	<u>822–983</u> 902
с. Калінінське	–	<u>744–739</u> 742	<u>503–468</u> 482,8	<u>592–736</u> 677
м. Снігурівка	–	–	–	–
с. Дар'ївка	–	<u>637–617</u> 627	<u>550–42,3</u> 370,6	<u>134–720</u> 348
с. Садове	–	<u>327–47</u> 113,5	<u>310–41</u> 133	<u>49,2–61,3</u> 57,3

Примітка: В чисельнику – діапазон значень показника в воді за п'ятирічний період, в знаменнику – середнє значення за період, «–» – відсутність масивів даних

Таблиця 5 – Узагальнені дані щодо вмісту (в одиницях ГДК_{КП}) хлоридів та сульфатів (мг/дм³) у воді р. Інгулець (понижзя річки) за 5 років (2012–2017)

Контрольний створ	Період			
	Скид надлишку шахтних вод (листопад–лютий)	Стабілізація (березень–квітень)	Оздоровча промивка (травень–серпень)	Стабілізація (серпень–жовтень)
Хлориди				
с. Андріївка	$\frac{6,9-10,9}{7,34}$	$\frac{6,7-2,3}{3,11}$	$\frac{1,3-0,66}{0,93}$	$\frac{1,7-4,9}{3,04}$
с. Калінінське	–	$\frac{7-1,5}{4,17}$	$\frac{1,04-0,66}{0,95}$	$\frac{1,04-4,3}{2,42}$
м. Снігурівка	$\frac{2,5-8,8}{6,08}$	$\frac{6,9-2,6}{4,9}$	$\frac{0,97-0,64}{0,91}$	$\frac{1,5-2,72}{1,85}$
с. Дар'ївка	–	$\frac{8,3-1,8}{5,56}$	$\frac{0,99-0,11}{0,71}$	$\frac{0,15-0,83}{0,41}$
с. Садове	–	$\frac{0,59-0,12}{0,33}$	$\frac{0,54-0,1}{0,29}$	$\frac{0,1-0,16}{0,12}$
Сульфати				
с. Андріївка	$\frac{1,5-1,8}{1,63}$	$\frac{1,8-1,14}{1,36}$	$\frac{1,07-0,97}{1,02}$	$\frac{1,6-2}{1,8}$
с. Калінінське	–	$\frac{1,49-1,48}{1,48}$	$\frac{1,01-0,94}{0,97}$	$\frac{1,18-1,5}{1,35}$
м. Снігурівка	–	–	–	–
с. Дар'ївка	–	$\frac{1,3-1,2}{1,25}$	$\frac{1,1-0,28}{0,74}$	$\frac{0,27-1,4}{0,7}$
с. Садове	–	$\frac{0,33-0,13}{0,23}$	$\frac{0,43-0,1}{0,27}$	$\frac{0,11-0,12}{0,114}$

Примітка: В чисельнику – діапазон значень кратності перевищення ГДК_{КП} показника в воді за п'ятирічний період, в знаменнику – кратність перевищення ГДК_{КП} середнього значення за період, «–» – відсутність масивів даних

За аналізом даних таблиці 4 визначено тенденцію до зменшення вмісту хлоридів та сульфатів в воді р. Інгулець за течією. У всіх створах зміни вмісту речовин за періодами відбуваються одноманітно. Найбільші значення показників припадають на період скидання шахтних вод (листопад–лютий), найменші – на період весняно-літньої промивки та оздоровчих попусків.

Розрахунок кратності перевищення ГДК_{КП} за хлоридами та сульфатами для нижньої частини р. Інгулець (таблиця 5) показав, що тільки в створі с. Садове вода річки відповідає нормативам протягом всього року. Межі діапазонів концентрацій хлоридів і сульфатів у цьому створі свідчать про присутність у гирлі Інгульця великих мас дніпровської води, які нівелюють вплив скидання шахтних вод з ставка-накопичувача у б. Свистунова. В інших створах пониззя Інгульця якість води наближається до нормативної лише в період весняно-літньої промивки русла та оздоровчих попусків. Саме в цей період вода р. Інгулець використовується для зрошення.

Водозабір Інгулецької зрошувальної системи розташовується в м. Снігурівка. Площа зрошуваних земель становить понад 60 тис. га, а площа обводнення – 175 тис. га.

В умовах штучно створеного гідрологічного режиму допустима для зрошення якість води у р. Інгулець досягається за рахунок подачі дніпровської води каналом Дніпро-Інгулець у верхів'я р. Інгулець, її акумулювання у суміші зі стоком

р. Інгулець у Карачунівському водосховищі та оздоровчих попусків з останнього у зрошувальний період.

За результатами розрахунків встановлено, що вода в створах р. Інгулець нижче за течією від місця скидання шахтних вод в період весняної стабілізації (березень–квітень) відноситься переважно до III класу якості зрошувальної води, в період оздоровчої промивки (травень–серпень) – до I класу зрошувальної води, в період осінньої стабілізації (серпень–жовтень) – переважно до II класу (рисунок 4). Як відомо, використання поливної води II та III класу якості зрошувальної води призводить до засоленням ґрунтів на значній площі. Таким чином, завдяки оздоровчій промивці в період вегетації у всіх створах пониззя р. Інгулець досягаються нормативи якості зрошувальної води.



Рисунок 4 – Результати розрахунків якості води для зрошення

На цей час промивка русла р. Інгулець є єдиним реалізованим екологічним заходом, що робить можливим використовувати її водні ресурси для господарсько-побутових цілей, рекреації та зрошення. Але даний захід є ресурсовитратним – для промивки річки витрачається близько 120–130 млн. м³ дніпровської води. Тому постає питання розроблення розумних альтернативних заходів спрямованих на зниження вмісту пріоритетних забруднюючих речовин у зворотних водах ставка-накопичувача б. Свистунова. Екологічне обґрунтування таких заходів та результати вибору з їх числа найпріоритетніших за критеріями підвищення екологічної безпеки наведено у розділі 4 дисертаційного дослідження.

Також у розділі 3 на прикладі оцінки впливу на якість води р. Самара в межах Дніпропетровської області ставків-накопичувачів високомінералізованих шахтних вод в балках Косьмінна (Синельниківський район, територія Миколаївської сільської громади) Таранна та Свидівок (Павлоградський район, території, відповідно, Богданівської та Вербівської сільських громад) продемонстровано застосування варіанту 3 послідовних дій за розробленим алгоритмом комплексної оцінки (див. рисунок 1). Оцінювання виконано на основі даних лабораторії моніторингу вод Дніпропетровського обласного управління водних ресурсів в 10-ти контрольних пунктах за період з 2005 р. по 2013 р. за допомогою інструментів описової статистики програми Statistica (ver. 10).

Аналізом відомостей щодо якісного складу шахтних вод, які акумулюються в водоймах-накопичувачах у б. Косьмінна, б. Таранова, та б. Свидівок виявлено, що

кратність перевищення нормативів ГДК культурно-побутового водокористування за завислими речовинами складає 2,5–2,8 рази, за мінералізацією – 5,5–17,3 разів, за вмістом хлоридів – 8,3–29,5 разів, за вмістом сульфатів – 1,1–1,7 рази, за вмістом нафтопродуктів – 2,8–3,1 рази. Визначено пріоритетними показниками дослідження якості води р. Самара – завислі речовини, мінералізація, хлориди та нафтопродукти.

За результатами узагальнення даних за 9 років встановлено перевищення нормативів культурно-побутового водокористування в контрольних пунктах нижче місць скидань шахтних вод із ставків-накопичувачів (пункти № 3, №6) за мінералізацією – у 3,9 рази, за вмістом хлоридів – у 1,9–2,5 рази, за вмістом нафтопродуктів – у 1,5–1,7 разу.

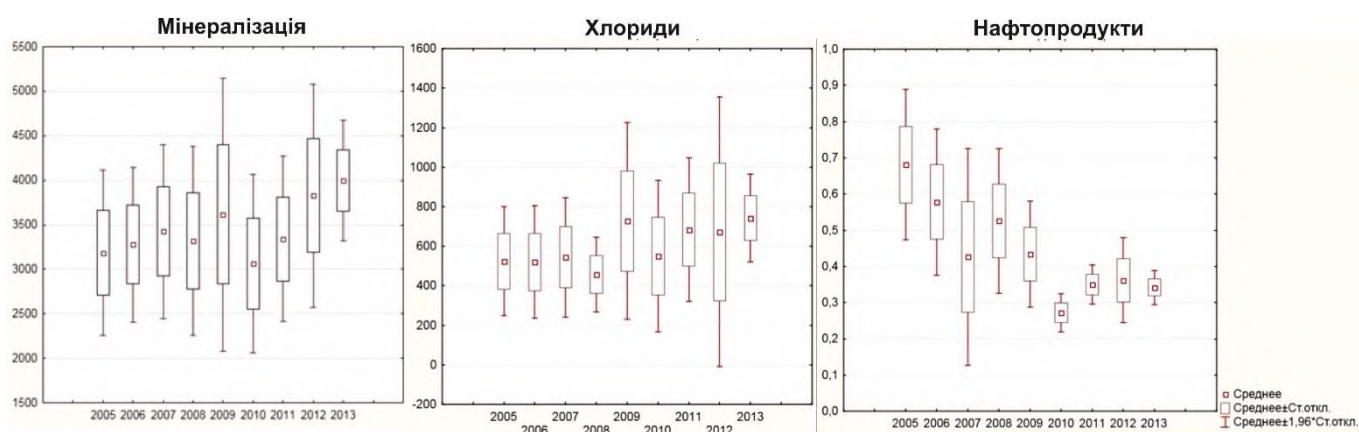
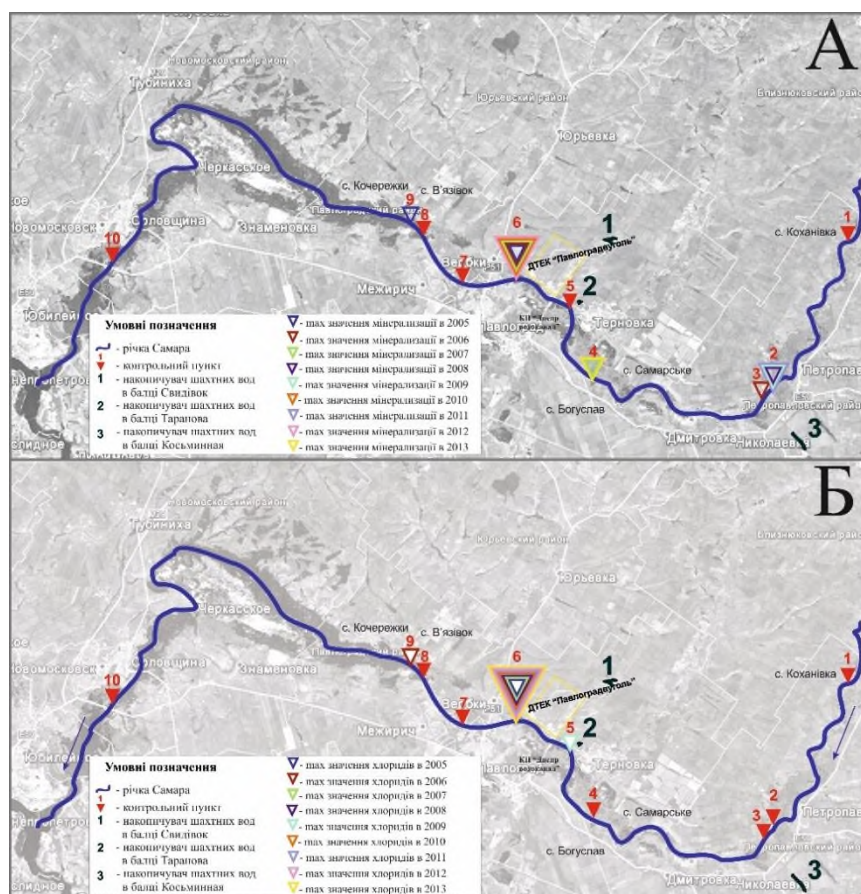


Рисунок 5 – Діаграма розмаху значень пріоритетних показників якості води р. Самара за період 2005–2013 рр.



За результатами статистичної обробки даних встановлено постійне підвищення значень мінералізації та хлоридів в воді р. Самара (рисунок 5). Найбільша кількість максимальних річних значень зазначених показників встановлена в контрольному пункті: № 6, який розміщений безпосередньо нижче усіх місць скидань шахтних вод з накопичувачів (рисунок 6).

Рисунок 6 – Карто-схема з виділеними контрольними пунктами з максимальними значеннями мінералізації (А) та хлоридів (Б) у воді р. Самара за період 2005–2013 рр.

Таким чином, визначено постійний вплив ставків-накопичувачів Свидівок, Косьмінна та Таранна на якість води р. Самара, який проявляється в збільшенні мінералізації та вмісту хлоридів в воді р. Самара.

Результати проведеної комплексної оцінки за запропонованим підходом є підґрунтям для прийняття рішень щодо зменшення впливу регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із водойм-накопичувачів на поверхневі водні об'єкти.

У четвертому розділі з використанням методу аналізу ієрархій проведено комплексну порівняльну багатофакторну оцінку пріоритетності розумних альтернативних заходів щодо шляхів відведення високомінералізованих шахтних вод, що акумулюються в ставку-накопичувачі у б. Свистунова, та щодо зменшення концентрації забруднюючих речовин.

Розглянуто два варіанти відведення акумульованих шахтних вод (регульоване скидання високомінералізованих шахтних вод у р. Інгулець та відведення цих вод у Чорне море закритим трубопроводом) і чотири перспективні методи опріснення, які можуть бути основою для відповідних заходів зі зменшення вмісту забруднюючих речовин, акумульованих у ставку-накопичувачі шахтних водах.

Ієрархічну структуру багатофакторної оцінки пріоритетності заходів щодо екологічно-безпечного поводження з високомінералізованими шахтними водами представлено на рисунку 7. Зв'язки між елементами ієрархії встановлені на основі аналізу процесів взаємодії між факторами впливів, з одного боку, та елементами, факторами й умовами довкілля, з іншого боку.

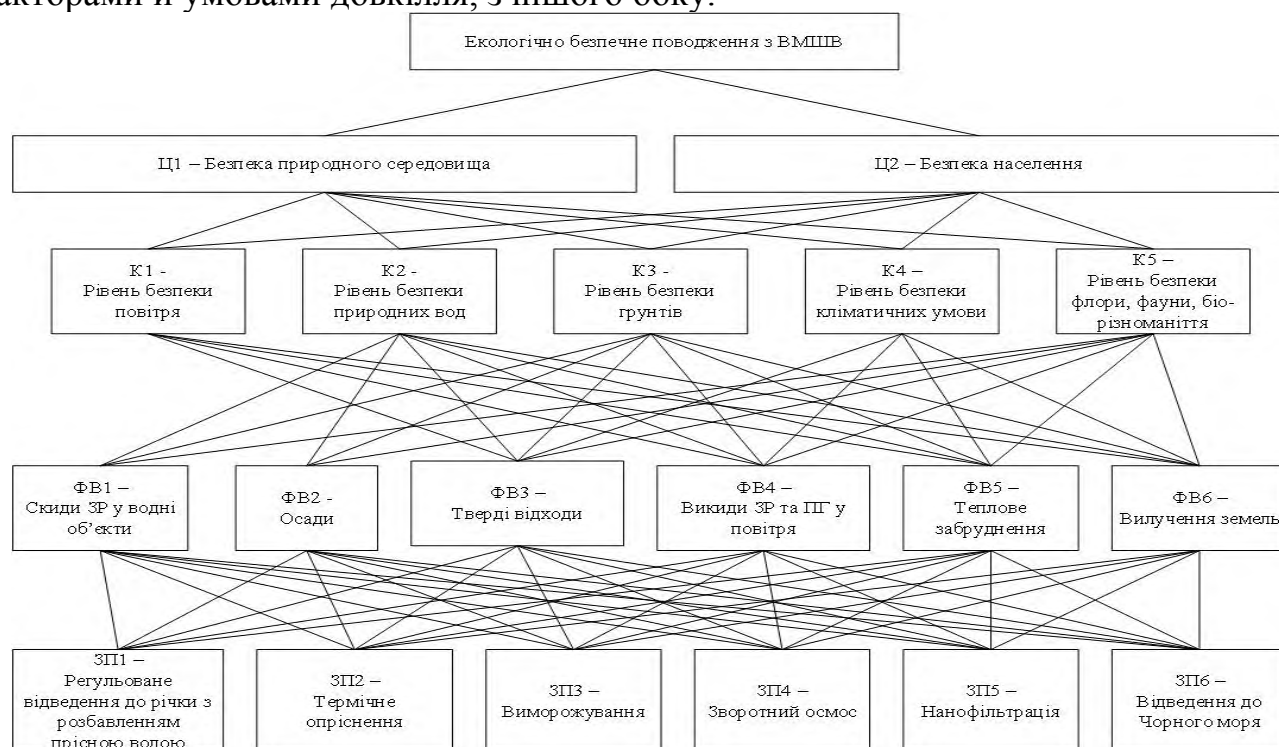


Рисунок 7 – Декомпозиція задачі вибору пріоритетних заходів поводження з високомінералізованими шахтними водами ставка-накопичувача б. Свистунова

В результаті аналізу побудованої ієрархії (рисунок 7) шляхом побудови матриць порівняння та їх розв'язання, яке проводилось із залученням чотирьох

експертів визначено глобальні пріоритети порівнюваних заходів (рисунок 8). Загальна узгодженість думок окремих експертів для всієї ієрархії складає від 0,02 до 0,0246, що задовольняє вимогам методу аналізу ієрархій.

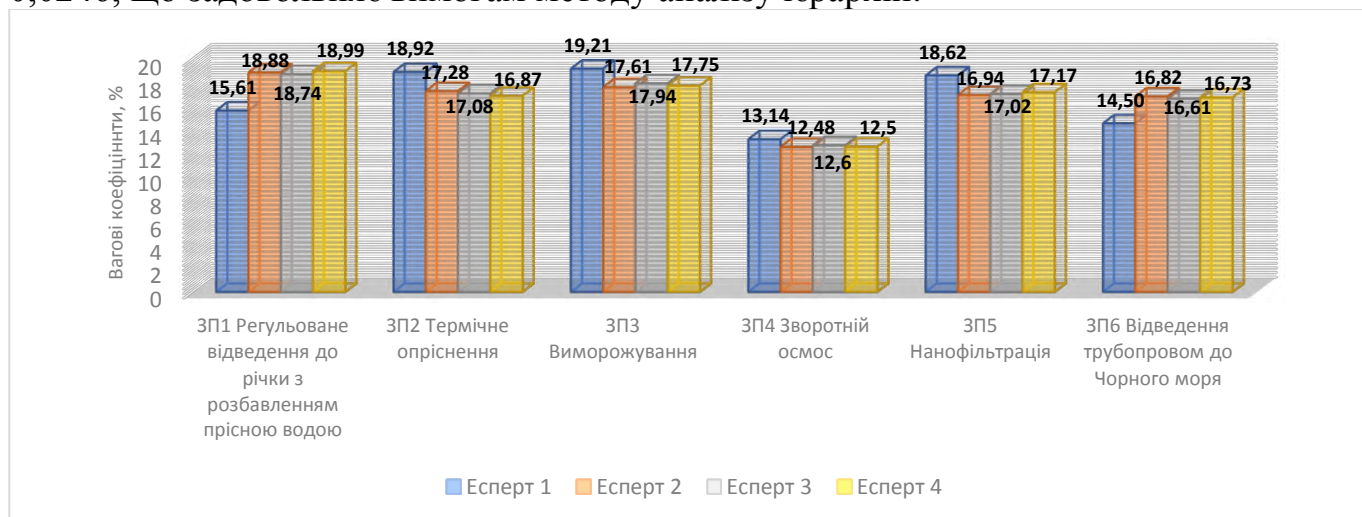


Рисунок 8 – Глобальні пріоритети альтернативних заходів з підвищення екологічної безпеки поводження з високомінералізованими шахтними водами

На думку всіх експертів найнижчий пріоритет одержав метод зворотного осмосу. Щодо інших методів одностайної думки немає. Отримано такі узагальнені пріоритети: виморожування – 18,13 %, регульоване відведення до річки з розбавленням прісною водою – 18,06 %, термічне опріснення 17,54 %, нанофільтрація – 17,44 %, відведення трубопроводом до Чорного моря – 16,45 %.

Усі заходи, що базуються на впровадженні різних методів опріснення, неможливо реалізувати без додаткового відведення територій та значних капіталовкладень, тому на їх впровадження можна розраховувати тільки у середньо-та довгостроковій перспективі.

Враховуючи результати комплексної порівняльної оцінки, придатним для реалізації у короткі терміни визначено захід з регульованого відведення високомінералізованих шахтних вод до річки з розбавленням прісною водою. З метою вибору найпріоритетнішого варіанту заходу зроблено порівняння існуючого режиму регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із ставка-накопичувача б. Свистунова у р. Інгулець з двома альтернативними, які могли б в більшій мірі відповідати нормативним вимогам до якості води водного об'єкта та вимогам водокористування.

На рисунку 9 представлено декомпозицію задачі вибору пріоритетного режиму регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод з б. Свистунова до р. Інгулець за критеріями екологічно безпечного водокористування. При порівнянні варіантів були враховані супутні негативні впливи для водокористування у р. Дніпро внаслідок перекидання дніпровської води у верхів'я р. Інгулець каналом Дніпро-Інгулець для компенсації збільшених витрат води з Карачунівського водосховища.

Для аналізу побудованої ієрархії було залучено три експерти. Кінцеві результати визначення пріоритетів (рисунок 10) відображають узгоджену думку цих експертів, загальна узгодженість схеми складає 0,02801.

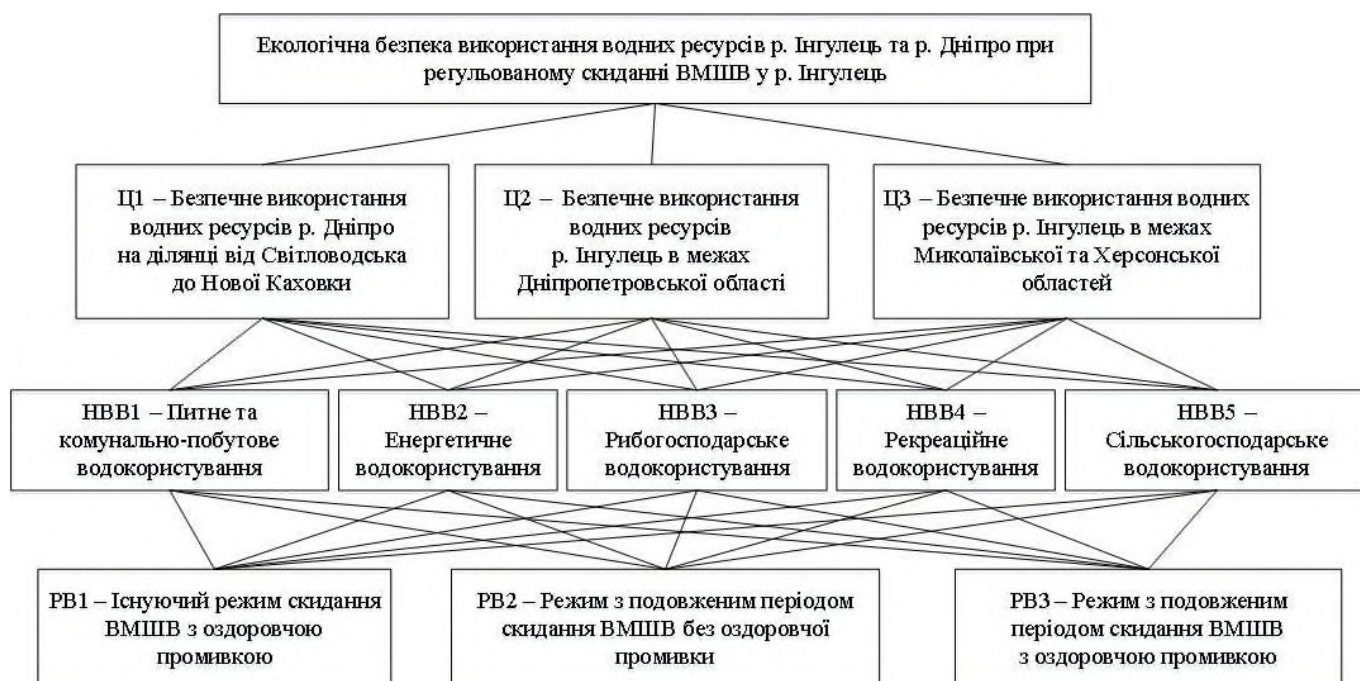


Рисунок 9 – Декомпозиція задачі вибору пріоритетного режиму регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод з б. Свистунова до р. Інгулець

Встановлено, що найбільший пріоритет має варіант режиму з подовженим періодом скидання високомінералізованих шахтних вод та оздоровчою промивкою (43,66 %), яким передбачено як неперевіщення фонові якості річкової води у період скидання, так і здійснення оздоровчої промивки у період зрошення.



Рисунок 10 – Глобальні пріоритети альтернативних режимів регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод з б. Свистунова до р. Інгулець

Впровадження обраного за результатами аналізу ієрархій режиму регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із ставка-накопичувача б. Свистунова забезпечить зменшення концентрації забруднюючих речовин на ділянці р. Інгулець нижче місця скидання та задоволення вимог водокористування на нижчезростаюваних ділянках.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науковою працею, у якій вирішене актуальне науково-практичне завдання підвищення екологічної безпеки регульованого скидання

промислових стічних вод із водойм-накопичувачів шляхом визначення найбільш екологічно-безпечних заходів поводження з шахтними водами, що ґрунтується на комплексній багатofакторній оцінці показників впливу та критеріях якості води.

В процесі виконання дисертаційної роботи отримані такі науково-практичні результати:

1. Проаналізовано вітчизняні та зарубіжні наукові джерела щодо сучасного стану накопичувачів стічних вод на території України та методів зниження концентрації забруднюючих речовин у високомінералізованих шахтних водах.

Аналіз сучасних підходів до комплексної оцінки впливу скидання промислових стічних вод зі накопичувачів на якість водних об'єктів виявив, що питання використання прямих методів оцінювання впливу до сьогодні було мало вивчене. Основним недоліком проаналізованих робіт є відсутність комплексного та системного підходу, особливо в частині визначення масштабів впливу скидання промислових стічних вод та вибору найбільш пріоритетних показників якості води. Запропоновані науковцями алгоритми оцінки впливу акумульованих стічних вод на якість води поверхневих водних об'єктів представлені лише як роз'єднані блоки, що не містять аналізу природно-техногенної системи, носять фрагментарний характер та не мають логічного завершення у вигляді висновків комплексної оцінки і практичних розробок заходів регулювання скидань.

2. Визначені основні фактори впливу накопичувачів високомінералізованих шахтних вод на довкілля. Накопичувачі є значним джерелом негативного впливу практично на всі компоненти навколишнього природного середовища. Найбільш суттєвими факторами впливів на поверхневі і підземні води, а також ґрунти є гідрологічні та гідрохімічні.

3. Теоретично обґрунтовано системний підхід до підвищення екологічної безпеки регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із водойм-накопичувачів шляхом експертно-аналітичного визначення найбільш екологічно-безпечних короткострокових та довгострокових заходів на основі розробленої процедури комплексного багатofакторного оцінювання впливів на якість води поверхневих водних об'єктів.

Запропонований науковий підхід дає можливість оцінити, чи є статистично значимими зміни якості води водного об'єкта під впливом скидання стічних вод на фоні їх природних коливань, та визначити кількісні просторово-часові параметри цього впливу на підставі використання методів описової статистики для порівняння щорічних, однорічних та багаторічних рядів даних гідрохімічного моніторингу. Зазначений підхід також дозволяє виявити пріоритетні показники якості води, за якими відбувається погіршення, та здійснити екологічно-обґрунтований вибір пріоритетних заходів для підвищення екологічної безпеки скидання промислових стічних вод.

Дана процедура комплексної оцінки впливу накопичувачів на якість поверхневих водних об'єктів може бути використана розробниками ОВД при перегляді або оновленні умов провадження планованої діяльності з експлуатації та реконструкції накопичувачів та спеціалістами при проведенні екологічного аудиту. Методичні підходи, передбачені етапом 3 розробленої процедури, можуть використовуватись фахівцями Державного агентства водних ресурсів України при проведенні державного моніторингу стану поверхневих вод.

4. Науково обґрунтовано та проведено комплексну оцінку впливу скидання високомінералізованих шахтних вод із ставків-накопичувачів на якість води та господарське використання водних ресурсів на прикладі річок Інгулець та Самара із застосуванням розробленої комплексної процедури оцінювання, що дозволило встановити перевищення нормативів якості води річок за окремими показниками, з яких найсуттєвішими є вміст хлоридів, сульфатів та мінералізація.

За результатами визначення критеріїв Фішера та Стьюдента у різновіддалених створах визначено зону істотного впливу скидання високомінералізованих стічних вод з б. Свистунова на якість води р. Інгулець за показниками хлориди та сульфати в створах, розташованих нижче контрольного створу на 33,5 км (створ с. Андріївка) та 204 км (створ м. Снігурівка).

Встановлено, що в період весняної стабілізації якість води в пониззі р. Інгулець не задовольняє комунально-побутовим потребам населення та нормам зрошення, кратність перевищення ГДК_{КП} за хлоридами становить 5,6 раз, якість води відповідає III класу зрошувальної води.

Обґрунтовано, що промивка русла р. Інгулець із залученням 130 млн. м³ дніпровської води, акумульованої у Карачунівському водосховищі, є ресурсозатратним заходом, але таким, який дозволяє в сучасних умовах техногенного навантаження використовувати водні ресурси річки для комунально-побутових потреб, рекреації та зрошення протягом вегетаційного періоду.

5. Встановлена наявність постійного впливу ставків-накопичувачів Свидівок, Косьмінна та Таранова на якість води р. Самара, зокрема, виявлено перевищення нормативів якості води для комунально-побутового водокористування середніми за 9 років значеннями мінералізації річкової води на рівні 3,5–4 ГДК_{КП}, хлоридів – 1,5–2,5 ГДК_{КП}, нафтопродуктів – 1,5–1,7 ГДК_{КП}.

Визначено, що якість води р. Самара має тенденцію до погіршення за показником мінералізація. Тому в якості пріоритетного показника для характеристики впливу прийнята мінералізація природних вод.

Результати проведеної комплексної оцінки за запропонованим підходом є підґрунтям для прийняття рішень щодо зменшення впливу регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із водойм-накопичувачів на поверхневі водні об'єкти.

6. Науково обґрунтовано вибір пріоритетних заходів щодо підвищення екологічної безпеки процесу регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод. За узагальненими пріоритетами розглянутих методом аналізу ієрархій альтернативних заходів поводження з шахтними водами визначено, що найвищі пріоритети належать методу виморожування (18,13 %), доступному для реалізації лише у довгостроковій перспективі, та регульованому відведенню до річки з розбавленням прісною водою (18,06%). Високі пріоритети надано також методам термічного опріснення (17,54 %) та нанофільтрації (17,44 %). Найнижчий пріоритет отримав захід відведення трубопроводом до Чорного моря (16,45 %).

При порівнянні варіантів регульованого відведення з розбавленням прісною водою, які можуть бути реалізовані у найближчій перспективі, встановлено, що найбільший пріоритет (43,66%) має режим з подовженим осінньо-зимовим періодом скидання високомінералізованих шахтних вод та оздоровчою промивкою у літній

період, яким забезпечується як неперевищення фонові якості річкової води у період скидання на ділянці нижче місця скидання, так і задоволення вимог сільськогосподарського водокористування на нижчерозташованих ділянках у період зрошення.

Запропонований підхід може бути використаний для різних водогосподарських систем.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці у наукових фахових виданнях України

1. В. А. Полозенцева. Влияние аккумулярующих емкостей на водные объекты // Збірник наукових праць УкрНДІЕП "Проблеми охорони навколишнього природного середовища". Випуск XXXI. 2009 г. С. 158–163. *(Особистий внесок: проаналізовано вплив акумулюючих ємностей на поверхневі водні об'єкти в умовах штатної експлуатації).*

2. Коваленко М. С., Полозенцева В. А. Расположение, основные направления и оценка влияния накопителей сточных вод на поверхностные водные объекты. Экология и промышленность. Ежеквартальный научно-производственный журнал. №4 (33) 2012. С. 108–113. *(Особистий внесок: проаналізовані та визначені фактори та умови впливу на складові доквілля водойм накопичувачів промислових стічних вод).*

3. М. С. Коваленко, В. А. Полозенцева. Накопители сточных вод и промышленных отходов как потенциально опасные объекты // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, № 2/12 (56), 2012 (DOI: 10.15587/1729-4061.2012.3926). С. 27–29. *(Особистий внесок: виявлено та сформульовано основні впливи накопичувачів стічних вод в межах території України, зазначено необхідність обов'язкового контролю та розробки регульованого екологічно-безпечного режиму експлуатації та скидання на всіх етапах життєвого циклу цих об'єктів).*

4. Л.Я. Анищенко, В.О. Полозенцева, Б.С. Свердлов, М.О. Винокуров. Оцінка впливу регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод Кривбасу на господарське використання р. Інгулець. // Інженерія природокористування, 2019, №4(14), с. 91-102. *(Особистий внесок: запропоновано методологію комплексної оцінки впливу діючих накопичувачів зворотних вод на доквілля, сформована структурна схема формування впливів, обґрунтовано підходи до розроблення рекомендації щодо вдосконалення режиму скидання).*

Наукові праці у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

5. Анищенко Л. Я., Полозенцева В. А. Комплексная оценка воздействия действующих накопителей шахтных вод на качество водных объектов (на примере р. Самара). // Науковий вісник будівництва, т. 89, №3, 2017. С.181–184 (International Innovativ Journal Impact Factor (IIJIF), Google Scholar) *(Особистий внесок: досліджено вплив ставків-накопичувачів на якість води р. Самара з використанням методів описової статистики та підтверджено доцільність використання багаторічних рядів гідрохімічних спостережень для виявлення постійного впливу).*

6. Анищенко Л. Я., Полозенцева В. А. Свердлов Б. С. Комплексна оцінка впливів діючих водойм-накопичувачів на доквілля // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 5/2019 (118), С. 65–74. (DOI: 10.30929/1995-0519.2019.5.65-74) (Фахове видання, "Джерело", Ulrich's Web Global Serials Directory", "eLIBRARY", "Index Copernicus", "Polish Scholarly Bibliography", "Inspec", "Open Academic Journals Index",

"Google Scholar" і "Scientific Indexing Services") (*Особистий внесок: визначені ключові впливи водойм-накопичувачів на якість води р. Інгулець, оцінено їх інтенсивність по всій довжині зони впливів з використанням методу перевірки рядів гідрохімічної інформації щодо їх однорідності за допомогою критеріїв Фішера та Стьюдента*).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.

7. А. І. Юрченко, В. О. Полозенцева, В.В. Брук, Г. М. Величко, В. І. Асін. Інвентаризація точкових джерел забруднення та їх ранжування за ступенем впливу на водну екосистему Азовського моря//Проблеми охорони навколишнього природного середовища: зб. наук.пр/УКРНДІЕП; ХНУ імені В. Н. Каразіна – Х.: ПП «Стиль-Іздат». Випуск 41. 2019 р, С. 256–274. (*Особистий внесок: проведена комплексна оцінка впливу точкових джерел забруднення на якість води Азовського моря та встановлені найбільш небезпечні підприємства-забруднювачі*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

8. М. С. Коваленко, В. А. Полозенцева. К вопросу оценки воздействий накопителей сточных вод и жидких промышленных отходов на окружающую среду //Сборник трудов в 3-х томах, том III. Казантип-ЭКО-2012 "Инновационные пути решения, актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения". XX Юбилейная международная конференция (4-8 июня 2012 г., г. Щелкино, АР Крым). С. 117–123.

9. Полозенцева В. А. К вопросу опасности возникновения аварий на накопителях сточных вод и промышленных отходов // Екологічні аспекти регіонального партнерства в надзвичайних ситуаціях. Збірка матеріалів першої міжвузівської науково-методичної конференції. 21 листопада 2012 року, м. Харків. С. 87–90.

10. Коваленко М. С., Полозенцева В. А. Моделирование параметров распластывания волны прорыва при аварийных ситуациях на накопителях загрязненных сточных вод. Збірник наукових статей ІХ Міжнародна науково-практична конференція: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення т. І, 9-13 вересня 2013 р., м. Алушта, АР Крим., С.228–232.

11. Полозенцева В. А. К вопросу влияния накопителей шахтных вод на минерализацию воды р. Самара Збірник наукових статей ХІІІ Міжнародна науково-практична конференція: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, 11-15 вересня 2017 р., м. Харків., С. 333–338.

12. Аніщенко Л. Я., Пісня Л. А., Свердлов Б. С., Полозенцева В. О., Бондаренко І. В. Методичні засади підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля діючих підприємств. Збірник наукових статей ХІV Міжнародна науково-практична конференція: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення, 10-14 вересня 2018 р., м. Харків., С. 16–20.

АНОТАЦІЯ

Полозенцева В. О. – Комплексна оцінка впливу та підвищення екологічної безпеки скидання стічних вод із водойм-накопичувачів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем». Харків, 2021.

В дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-практичне завдання підвищення екологічної безпеки регульованого скидання промислових стічних вод із водойм-накопичувачів шляхом визначення найбільш екологічно-безпечних короткострокових та довгострокових заходів поводження з шахтними водами, що ґрунтується на комплексній багатофакторній оцінці показників впливу та критеріях якості води.

Теоретично-обґрунтовано системний підхід до підвищення екологічної безпеки регульованого скидання високомінералізованих шахтних вод із водойм-накопичувачів на основі розробленої процедури комплексного багатофакторного оцінювання впливів на якість води поверхневих водних об'єктів.

Запропонований науковий підхід дає можливість оцінити, чи є статистично значимими зміни якості води водного об'єкта під впливом скидання стічних вод на фоні їх природних коливань, та визначити часові та просторові параметри цього впливу. Зазначений підхід також дозволяє виявити пріоритетні показники якості води, за якими відбувається погіршення, та здійснити екологічно-обґрунтований вибір пріоритетних заходів для підвищення екологічної безпеки скидання промислових стічних вод.

Дана процедура комплексної оцінки впливу накопичувачів на якість поверхневих водних об'єктів може бути використана розробниками ОВД при перегляді або оновленні умов провадження планованої діяльності з експлуатації та реконструкції накопичувачів та спеціалістами при проведенні екологічного аудиту. Методичні підходи, передбачені розробленою процедурою, можуть використовуватися фахівцями Державного агентства водних ресурсів України при проведенні державного моніторингу стану поверхневих вод.

Проведено комплексну оцінку впливу скидання високомінералізованих шахтних вод із ставків-накопичувачів на якість води та водогосподарське використання на прикладі річок Інгулець та Самара із застосуванням розробленої комплексної процедури оцінювання, встановлено, що етапи процедури стикуються між собою та логічно зв'язані.

За результатами вибору пріоритетного режиму регульованого скидання встановлено, що найбільший пріоритет має варіант режиму з подовженим осінне-зимовим періодом скидання високомінералізованих шахтних вод та оздоровчою промивкою в літній період, яким забезпечується як неперевищення фонові якості річкової води у період скидання на ділянці нижче місця скидання, так і задоволення вимог сільськогосподарського водокористування на нижчерозташованих ділянках у період зрошення. Запропонований підхід може бути використаний для різних водогосподарських систем.

Ключові слова: високомінералізовані шахтні води, регульоване скидання, ставок-накопичувач, комплексна оцінка впливу, порівняння рядів гідрохімічних даних, якість води, водокористування, експертно-аналітична процедура, заходи підвищення екологічної безпеки.

ABSTRACT

Polozentseva V. The comprehensive assessment of the impact of wastewater storage and enhancement of ecological safety of dropping sewage waters from storage tanks – The Manuscript

The Thesis for the PhD degree (candidate of engineering sciences in the specialty of 21.06. 01 – Environmental Safety. – Scientific Research Institution «Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems». Kharkiv, 2021.

The dissertation is devoted to solving the scientific and practical problem of improving environmental safety of regulated discharge of industrial wastewater from storage tanks by determining the most environmentally friendly measures for the treatment of mine water, based on a comprehensive multifactor assessment of impact indicators and water quality criteria.

The system approach to increase of ecological safety of regulated discharge of highly mineralized mine waters from reservoirs on the basis of the developed procedure of complex multifactor assessment of influences on water quality of surface water objects is theoretically substantiated.

The proposed scientific approach makes it possible to assess whether there are statistically significant changes in water quality of the water body under the influence of wastewater discharge against the background of their natural fluctuations, and to determine the temporal and spatial parameters of this impact. This approach also allows to identify priority indicators of water quality, which are deteriorating, and to make an environmentally sound choice of priority measures to improve the environmental safety of industrial wastewater discharge.

This procedure for comprehensive assessment of the impact of reservoirs on the quality of surface water bodies can be used by ATS developers when reviewing or updating the conditions of planned activities for the operation and reconstruction of reservoirs and specialists in conducting environmental audits. The methodological approaches provided by the developed procedure can be used by the specialists of the State Water Agency during the state monitoring of the surface water surface.

A comprehensive assessment of the impact of discharge of highly mineralized mine water from storage ponds on water quality and water management on the example of the rivers Ingulets and Samara using the developed comprehensive assessment procedure, found that the stages of the procedure are interconnected and logically related.

According to the results of choosing the priority regime of regulated discharge, the highest priority is given to the variant of the regime with extended autumn-winter discharge period of highly mineralized mine waters and health flushing in summer, which is ensured and meeting the requirements of agricultural water use in the lower areas during irrigation. The proposed approach can be used for different water management systems.

The proposed approach can be used for different water management systems.

Keywords: highly mineralized mine waters, regulated discharge, storage tanks, comprehensive impact assessment, comparison of hydrochemical data series, water quality, water use, expert-analytical procedure, measures to improve environmental safety.