

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВІВ ДІЮЧИХ ВОДОЙМ-НАКОПИЧУВАЧІВ НА ДОВКІЛЛЯ**Л. Я. Аніщенко, В. О. Полозенцева, Б. С. Свердлов**

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166, Україна., E-mail: l_anishenko@ukr.net; polozenceva2402@gmail.com

Запропоновано методологію комплексної оцінки впливу діючих накопичувачів зворотних вод на довкілля, яка базується на аналізі взаємодії факторів впливів цих об'єктів з факторами довкілля, представленої у вигляді структурної схеми, виділенні ключових впливів та оцінки наслідків діяльності по всій довжині зони впливів з використанням методів описової статистики для обробки даних післяпроектного моніторингу. Проведено оцінку впливу періодичних скидань високомінералізованих зворотних вод зі ставка-накопичувача на якість води р. Інгулець шляхом порівняння рядів спостережень за статистичними характеристиками. На підставі розрахунків визначено ключовий вплив ставка накопичувача на якість природних вод та оцінена його інтенсивність на різних ділянках р. Інгулець шляхом порівняння значень критеріїв Фишера і Стьюдента, отриманих для різних створів моніторингу якості води. Розроблена методологія комплексної оцінки впливу скидання зворотних вод на водні об'єкти, на підставі якої можливо розробляти рекомендації щодо вдосконалення режиму скидання.

Ключові слова: Водойма-накопичувач, комплексна оцінка, вплив на довкілля, періодичні скидання зворотних вод, гіпотеза однорідності рядів.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВОДОЕМОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**Л. Я. Анищенко, В. А. Полозенцева, Б. С. Свердлов**

Научно-исследовательское учреждение «Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем»

ул. Бакулина, 6, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: l_anishenko@ukr.net; polozenceva2402@gmail.com

Предложено методологию комплексной оценки влияния действующих накопителей возвратных вод на окружающую среду, которая базируется на анализе взаимодействия факторов влияния этих объектов с факторами окружающей среды, представленной в виде структурной схемы, выделены ключевые влияния и оценке последствий деятельности по всей длине зоны влияния с использованием методов описательной статистики для обработки данных послепроектного мониторинга. Выполнена оценка влияния периодических сбросов высокоминерализованных возвратных вод из ставка-накопителя на качество воды р. Ингулец путем сравнения значений критериев Фишера и Стьюдента, полученных для различных створов мониторинга качества воды. На основе разработанной методологии комплексной оценки влияния возвратных вод на водные объекты можно разрабатывать рекомендации по усовершенствованию режима сброса.

Ключевые слова: Водоём-накопитель, комплексная оценка, влияние на окружающую среду, периодические сбросы возвратных вод, гипотеза однородности рядов.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Діяльність багатьох підприємств хімічної, гірничодобувної, металургійної та вугільної галузей промисловості нероздільно пов'язана з експлуатацією водойм-накопичувачів зворотних вод. Ці накопичувачі забезпечують повторне використання водних ресурсів у виробничих циклах та регульоване відведення надлишків зворотних вод у природні водні об'єкти за розробленими та узгодженими з контролюючими органами регламентами скидання [1].

Відповідно до положень Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» [2], більшість об'єктів зазначених галузей господарської діяльності відносяться до таких, що мають значний вплив на довкілля і тому підлягають оцінці впливу на довкілля. Власне, самі водойми-накопичувачі за ознакою «господарська діяльність, що призводить до скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти» також підпадають під дію цього закону (ст. 3 ч. 3 п. 13) [2].

За Законом [2] проведення оцінки впливу на довкілля (ОВД) для діючих водойм-накопичувачів передбачене, зокрема, у таких випадках:

1) розширення та зміни, включаючи перегляд або оновлення умов провадження планованої діяльності або подовження строків її провадження (ст. 3 ч. 2 п. 22, ч. 3 п. п. 2, 14);

2) реконструкція, технічне переоснащення, капітальний ремонт, перепрофілювання діяльності та об'єктів (ст. 3 ч. 2 п. 22, ч. 3 п. 14);

3) ліквідація (демонтаж) об'єктів (ст. 1 ч. 1 п. 3) [3].

Слід зазначити, що при експлуатації водойм-накопичувачів перелічені у п. п. 1 і 2 підстави виникають досить часто.

Найбільш небезпечними за критеріями екологічної безпеки є ймовірні впливи, які можуть виникати у випадках переповнення водойм-накопичувачів та проривів їх огорожувальних дамб [1, 4]. Але навіть за нормальних умов експлуатації водойм-накопичувачів комплекс їх основних факторів впливів у взаємодії з факторами навколишнього середовища є багатofакторною системою зі складною структурою, яку схематично приведено на рис. 1.

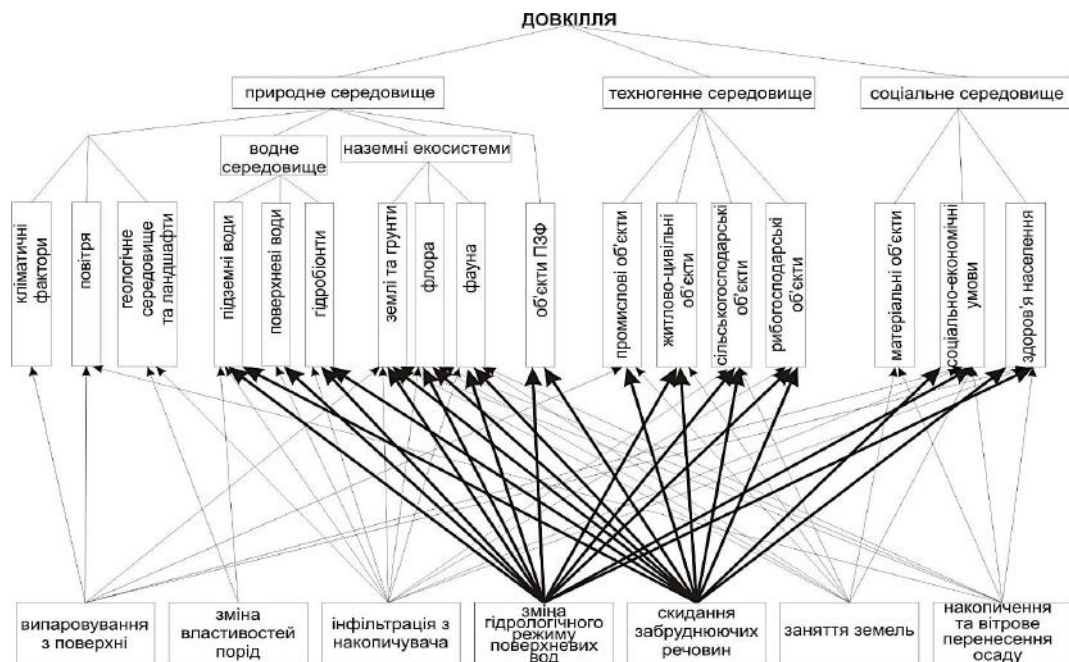


Рисунок 1 – Структурна схема впливів водойм-накопичувачів на довкілля за нормальних умов експлуатації

Більшість факторів впливів, зображених на цій схемі, є постійними, але взаємодіють лише з місцевими факторами середовища в межах територій, що безпосередньо прилягають до водойм-накопичувачів. Інтенсивність їх проявів залежить від сезонних змін кліматичних умов та рівнів води у накопичувачах.

У той же час, найбільш значущі фактори впливів накопичувачів є періодичними, пов'язаними зі скиданням надлишків заакумульованих зворотних вод. Вони проявляються вздовж річищ річкової мережі та викликають негативні наслідки на значних відстанях від водойм-накопичувачів. На схемі (рисунок 1) їх взаємодія з факторами середовища позначена жирними лініями. Управління екологічною безпекою стосовно цих впливів здійснюється шляхом розробки і затвердження у встановленому порядку екологічно обґрунтованих схем та регламентів скидання надлишків зворотних вод.

На схемі не позначені ті фактори впливів, які є супутніми при експлуатації водойм накопичувачів, але їх прояви є локальними, а можливі наслідки – порівняно незначними. Це, зокрема, утворення побутових відходів від перебування на об'єктах обслуговуючого персоналу, утворення промислових відходів та здійснення викидів забруднюючих речовин у повітря під час ремонту насосного обладнання, трубопроводів тощо.

На схемі також не позначені додаткові фактори місцевих впливів, які можуть виникати при реконструкції водойм-накопичувачів у зв'язку зі змінами конфігурації водойм-накопичувачів, складуванням будівельних матеріалів та роботою машин і механізмів у будівельний період.

Серед впливів різних видів зворотних вод, що акумулюються у водоймах-накопичувачах, впливи високомінералізованих шахтних вод становлять одну з найбільш актуальних екологічних проблем сьогодення. Накопичення таких вод є невід'ємним компонентом технологічного процесу видобування ву-

гілья та залізної руди шахтним методом, а їх скидання у природні водні об'єкти призводить до суттєвого підвищення мінералізації поверхневих вод. Однак, питання екологічно безпечної утилізації цієї категорії зворотних вод, незважаючи на значну кількість запропонованих рішень, дотепер не вирішуються через технологічні складнощі та велику капіталомісткість їх реалізації.

Враховуючи вищезазначене, нами була розроблена методологія комплексної оцінки впливу скидання зворотних вод на водні об'єкти, на підставі якої можливо розробляти рекомендації щодо вдосконалення режиму скидання.

Метою роботи є встановлення факту впливу періодичних скидань високомінералізованих зворотних вод зі ставка-накопичувача на якість води р. Інгулець шляхом порівняння рядів спостережень за статистичними характеристиками, визначення інтенсивності впливу на різних ділянках р. Інгулець шляхом порівняння значень критеріїв Фишера і Стьюдента, отриманих для різних створів моніторингу якості води.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Оцінці впливу скидання зворотних вод з накопичувачів на якість води поверхневих водних об'єктів із застосуванням методів описової статистики присвячено ряд наукових праць [5–7]. В цих працях оцінювалася якість води у контрольному створі у період скидання у порівнянні з фоновим створом. Зокрема, таким чином було проаналізовано вплив скидання шахтних вод вуглевидобувної промисловості на якість річкової води на прикладі р. Самара, в басейні якої розміщено кілька накопичувачів зворотних вод вугільних шахт [5]. При цьому комплексна оцінка впливу накопичувачів на якість води річки проводилася на основі визначення часової динаміки об'ємів забруднюючих речовин, що скидаються.

Зазначений підхід є зручним для встановлення ГДС, але для комплексної оцінки впливів скидання зворотних вод на водний об'єкт необхідно проаналі-

зувати наслідки цієї діяльності в межах усієї зони впливу. Це було нами зроблено при оцінці впливу на довкілля зворотних вод групи залізородних шахт Кривбасу. Нижче наведено результати комплексної оцінки впливу скидання цих зворотних вод на якість води р. Інгулець.

За діючою схемою водовідведення високомінералізовані шахтні води з південної групи шахт відводяться у ставок-накопичувач шахтних вод, що знаходиться на відстані 3,2 км від р. Інгулець у балці Свистунова, входить у систему водозбору цієї річки та відкривається у річище з лівого берега (рис. 2). Адміністративно об'єкт розташований на південь від м. Кривий Ріг у Широківському районі Дніпропетровської області за межами населеного пункту.



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

Щорічне регульоване скидання надлишків зворотних вод в обсязі 10,0–12,0 млн. м³ здійснюється згідно з щорічно затверджуваним Регламентом скиду [8] виключно у міжвегетаційний період (листопад – лютий). Концентрація солей в шахтних водах, які скидаються, коливається в межах 38,0 – 42,0 г/дм³ (в середньому близько 40,0 г/дм³). У руслі р. Інгулець зворотні води розбавляються до досягнення встановлених екологічно обґрунтованих значень вмісту хлоридів та загальної мінералізації (не більше 4,5 г/дм³ та 9,0 г/дм³, відповідно) [8], що фіксуються у контрольному створі, розташованому нижче місця скиду за межами розрахункової зони повного змішування.

Для досягнення розрахункової концентрації солей у контрольному створі передбачається синхронна подача води з Карачунівського водосховища в обсягах, достатніх для розбавлення шахтних вод, що скидаються [8].

Після скидання надлишків зворотних вод, для поліпшення якості води у водному об'єкті та ліквідації наслідків скидання здійснюється промивка русла річки Інгулець від греблі Карачунівського водосховища до її гирла [8]. Для компенсації витрачених на промивку об'ємів води в верхню частину басейну р. Інгулець каналом «Дніпро-Інгулець» подаються відповідні обсяги дніпровської води (рис. 3).

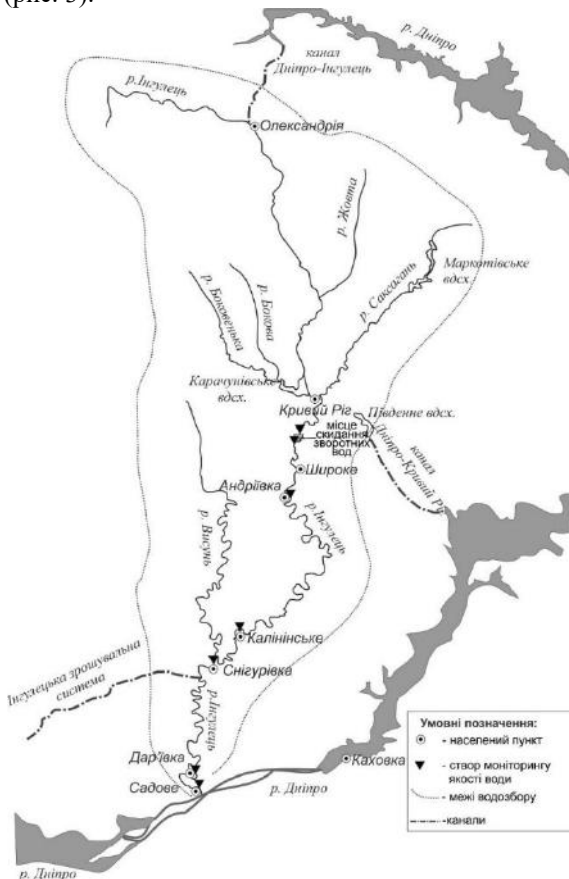


Рисунок 3 – Основні елементи водогосподарської системи р. Інгулець

Для забезпечення нормативної якості води на водозабір Інгулецької зрошувальної системи та підтримки рекреації на р. Інгулець після завершення промивки русла Інгульця передбачені додаткові попуски води з Карачунівського водосховища протягом поливного сезону [8]. Такий режим промивки та оздоровлення р. Інгулець діяв щорічно, з 2011 по 2017 роки.

У часові проміжки за межами вищевказаних періодів (скидання шахтних вод, промивки русла та оздоровлення р. Інгулець) витрати та якість води у річці нижче Карачунівського водосховища формуються тільки за рахунок бічної припливності, включаючи постійні водовипуски на самій річці та її притоках. Для оцінки впливу скидання зворотних вод з накопичувача на стан поверхневих вод нами обрано

метод статистичної перевірки рядів гідрохімічної інформації щодо їх однорідності, раніше запропонований для оцінки впливу накопичувачів [5, 7] та апробований для умов діючих накопичувачів на р. Самара [6]. Під статистичною однорідністю розуміють приналежність всіх елементів ряду, який розглядається, та його статистичних параметрів (середнього, дисперсії) до однієї сукупності [9].

За усталеною міжнародною практикою оцінки впливів господарської діяльності на довкілля вплив скидання зворотних вод на стан поверхневих вод оцінюється як неістотний, якщо зміни у характеристиках водних об'єктів, імовірно викликані цим впливом, знаходяться в межах природних варіацій відповідних показників [10, 11].

При застосуванні цього критерію для умов періодичного скидання зворотних вод з накопичувача, вплив скидання зворотних вод на якість води вважається неістотним, якщо ряд гідрохімічних спостережень за період їх скидання належатиме до відповідного ряду в період відсутності скидання (властивість однорідності дотримується). Навпаки, вплив скидання зворотних вод слід оцінювати як істотний, якщо властивість однорідності для зазначених вище рядів не зберігається.

Перевірка рядів на однорідність виконується за дисперсіями та за середньоарифметичними значеннями за допомогою критерію Фішера (F). Для перевірки гіпотези однорідності середніх значень двох порівнювальних рядів спостережень використовуються критерій Стюдента (t) [9, 10].

Розрахунок критеріїв F і t детально описано в роботі [9]. Після розрахунків критеріїв за довідковою таблицею [12] визначається критичне значення критерію $F_{кр}$ і критерію $t_{кр}$ в залежності від величини ступеню вільності $\nu_1 = n_1 - 1$ і $\nu_2 = n_2 - 1$ (n_1 і n_2 – число членів в кожному з рядів) при обраному рівні значущості α (зазвичай за рівень значущості обирають імовірність 5 або 1%, тобто $\alpha = 0,05$ або $\alpha = 0,01$).

Якщо розрахункова величина F, більша за критичну величину для обраного рівня значущості α (тобто $F > F_{кр}$), гіпотеза однорідності дисперсій відхиляється, що вказує на істотну зміну якості води річки під впливом скидів з накопичувача. Якщо ж $F < F_{кр}$, гіпотеза однорідності дисперсій приймається, зміна якості води не суттєва (статистично незначуща).

Розрахункове абсолютне значення величини t порівнюється з критичним значенням ($t_{кр}$), визначеним за довідковою таблицею [12] при заданому рівні значущості. Якщо $t \leq t_{кр}$, гіпотеза однорідності рядів приймається, в іншому випадку – відхиляється.

Нижче розглянуті алгоритм формування таких вибірок та засоби визначення їх середніх значень і дисперсій в залежності від забезпеченості даними спостережень на прикладі скидання шахтних вод зі ставка-накопичувача в балці Свистунова до р. Інгулець.

Стік р. Інгулець на ділянці скидання шахтних вод (від греблі Карачунівського водосховища до створу моніторингу якості води в с. Андріївка) фор-

мується за рахунок точкових скидів промислових та побутових зворотних вод, попусків з Карачунівського водосховища та з повністю зарегульованої лівої притоки – р. Саксагань. Внаслідок цього, на протязі ряду десятиліть природний режим стоку та природні процеси формування якості води у р. Інгулець є повністю порушеними, що робить неможливим визначення природної фонові якості води р. Інгулець на цій ділянці. За цих умов ряди гідрохімічних спостережень, що характеризували періоди скидання шахтних вод зі ставка-накопичувача, нами порівнювалися з аналогічними рядами, що характеризували періоди відсутності скидання шахтних вод, коли якість води на цій ділянці формувалась, головним чином, під впливом інших гідрологічних факторів та джерел забруднення.

При цьому методичний підхід, запропонований раніше [6], нами був суттєво доповнений у тому, що крім масивів даних гідрохімічних спостережень в контрольному та фоновому створі, нами були розглянуті також масиви даних гідрохімічних спостережень в створах, які розташовані значно нижче контрольного створу. Це дає можливість встановити вплив скидання зворотних вод з накопичувача на різні ділянки річки. Також, на відміну від [6], були виконані розрахунки не тільки для однорічних спостережень, а й для багаторічних.

Нами були використані масиви відомчих даних щоденних гідрохімічних вимірювань у чотирьох створах, розташованих на р. Інгулець:

- фоновий створ (500 м вище скиду шахтних вод з ставка-накопичувача);
- контрольний створ нижче створу повного змішування шахтних вод з річковими;
- створ гідрохімічного моніторингу в с. Андріївка;
- створ гідрохімічного моніторингу в м. Снігурівка.

У перших двох створах щоденні гідрохімічні вимірювання під час скидання проводилися лабораторією ПрАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» за показниками «хлориди», «сульфати», «азот амонійний», «нітриди». У створах с. Андріївка та м. Снігурівка щоденні вимірювання за показником «хлориди» в воді р. Інгулець проводилися відповідними регіональними лабораторіями, підпорядкованими Державному агентству водних ресурсів.

Виходячи з наявних даних, можливі такі варіанти оцінки впливу скидання шахтних вод з діючого накопичувача на р. Інгулець:

1. За рядами даних в фоновому та контрольному створах (ФС та КС) під час скидання шахтних вод. При цьому формуються і порівнюються між собою дві відповідні вибірки $C_{фс}$ і $C_{кс}$.

2. За рядами даних в створах, розташованих нижче контрольного створу, в періоди коли є скидання шахтних вод та в періоди, коли його немає. При цьому порівнюються вибірки з цих рядів, що належать до одного гідрологічного сезону. Розрахунки за цим варіантом дозволяють зробити висновок щодо впливу скидання зворотних вод з накопичувача на різні ділянки річки (табл. 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. Андріївка	33500	+	+	1;2
4. Снігурівка	204000	+	+	1;2

Для створів 3 та 4 розрахунки за першим варіантом є менш інформативними, оскільки відображають лише сумарний вплив на якість води всіх факторів, які діють на відповідній ділянці річки.

Для порівнюваних вибірок розраховуються середні значення і дисперсії та здійснюється аналіз на

статистичну однорідність.

На рис. 4 наведено алгоритм оцінки впливу скидання шахтних вод за варіантами. При цьому для більшої надійності результатів оцінки впливу рекомендується проводити розрахунки за обома варіантами.

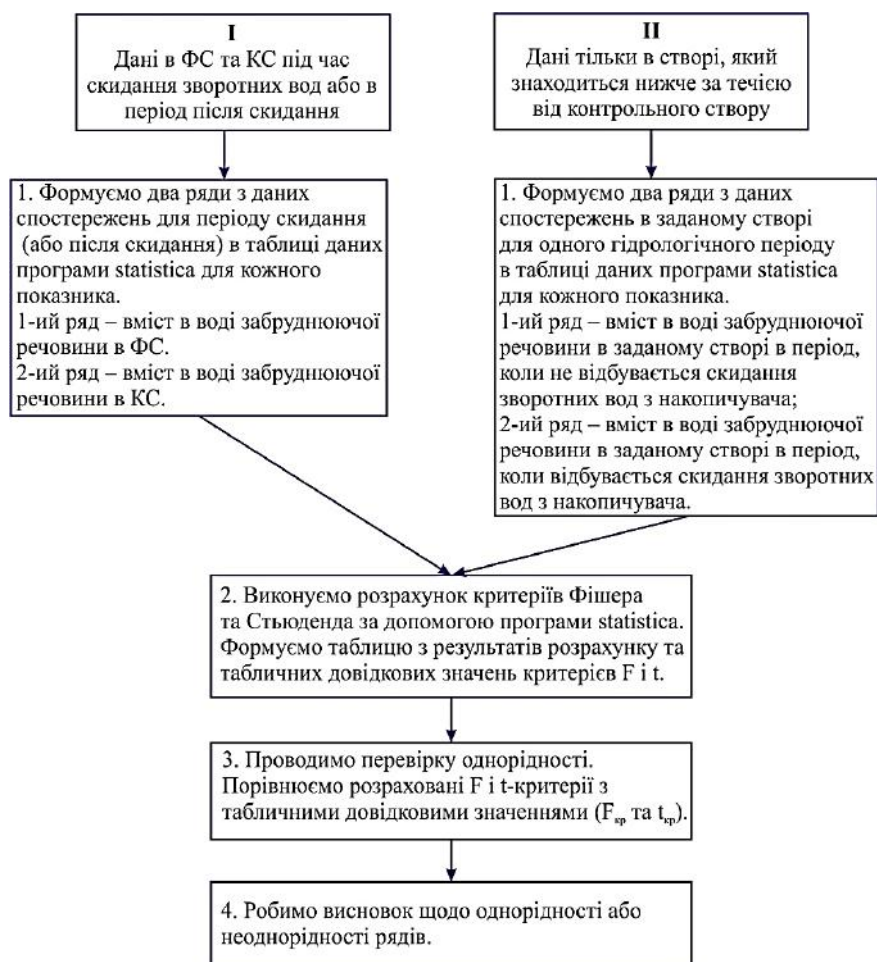


Рисунок 4 – Алгоритм розрахунків при комплексній оцінці впливу накопичувача на якість води за методом порівняння рядів спостережень

У реалізованому нами алгоритмі для оцінки впливу були використані вибірки даних гідрохімічних спостережень за 2012–2017 рр.

Для розрахунків за варіантом 1 з масиву даних зробили вибірку даних, які характеризували період скидання 2012–2013 рр., 2013–2014 рр., 2014–2015 рр., 2015–2016, 2016–2017 рр. Вибірку поділили на два ряди: 1-й ряд – дані щодо якості води в фоновому створі, 2-й ряд – дані щодо якості води в контрольному створі. Результати розрахунків за варіантом 1 наведено в табл. 2 та 3.

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. Для порівняння однорічних даних спостережень обрано листопад 2014 р. (скидання є) та листопад 2017 р. (скидання відсутнє). Результати розрахунків за варіантом 2 наведено в табл. 4 та 5.

Таблиця 2 – Результати розрахунків критеріїв Фішера та Стьюдента за даними 2012–2017 р. у фоновому та контрольному створах за варіантом 1 для однорічних вибірок

Показник	Фоновий створ		Контрольний створ		F	F _{кр}	t	t _{кр}	Перевірка на однорідність	Гіпотеза однорідності приймається або відхиляється?	Висновок
	Середнє	Кількість спостережень	Середнє	Кількість спостережень							
2012–2013											
Хлориди	512,49	82	3564,73	79	19,39	3,90	-44,45	1,96	$F > F_{кр}; 19,39 > 3,90$	відхиляється	Є істотний вплив
Сульфати	609,01		725,61		1,43		-10,39		$F < F_{кр}; 1,43 < 3,90$ $ t > t_{кр}; 10,39 > 1,96$	відхиляється	Є істотний вплив
Азот амонійний	0,204		0,163		3,03		2,02		Не проводилась*	–	Негативний вплив відсутній
Нітрити	0,089		0,092		1,48		-0,47		$F < F_{кр}; 1,48 < 3,90$, $ t \leq t_{кр}, 0,47 < 1,96$	приймається	Вплив неістотний
2013–2014											
Хлориди	449,59	63	3122,41	69	60,806	3,92	-25,67	1,96	$F > F_{кр}; 60,806 > 3,92$	відхиляється	Є істотний вплив
Сульфати	540,73		670,10		1,26		-13,23		$F < F_{кр}; 1,26 < 3,92$ $ t > t_{кр}; 13,23 > 1,96$	відхиляється	Є істотний вплив
Азот амонійний	0,17		0,158		1,54		0,95		Не проводилась*	–	Негативний вплив відсутній
Нітрити	0,068		0,094		1,09		-3,4		$F < F_{кр}; 1,09 < 3,92$, $ t > t_{кр}, 3,4 > 1,96$	відхиляється	Є істотний вплив
2014–2015											
Хлориди	508,60	79	3400,43	82	28,48	3,90	-30,26	1,96	$F > F_{кр}; 28,48 > 3,90$	відхиляється	Ряди неоднорідні. Є істотний вплив
Сульфати	527,13		643,85		1,65		-13,02		$F < F_{кр}; 1,65 < 3,90$ $ t > t_{кр}; 13,02 > 1,96$	відхиляється	Ряди неоднорідні. Є істотний вплив
Азот амонійний	0,21		0,19		2,39		1,15		Не проводилась*	–	Негативний вплив відсутній
Нітрити	0,06		0,07		15,51		-0,58		$F > F_{кр}; 15,51 > 3,90$	відхиляється	Є істотний вплив
2015–2016											
Хлориди	478,21	57	3311,68	56	37,925	3,94	-30,52	1,983	$F > F_{кр}; 37,925 > 3,94$	відхиляється	Є істотний вплив
Сульфати	619,95		704,31		2,06		-5,10		$F < F_{кр}; 2,06 < 3,94$ $ t > t_{кр}; 5,10 > 1,983$	відхиляється	Є істотний вплив
Азот амонійний	0,26		0,255		1,49		0,27		Не проводилась*	–	Негативний вплив відсутній
Нітрити	0,069		0,097		1,63		-1,34		$F < F_{кр}; 1,63 < 3,94$, $ t < t_{кр}, 1,34 < 1,983$	приймається	Вплив неістотний
2016–2017											
Хлориди	480,41	54	2811,04	53	152,94	3,94	-21,08 5	1,983	$F > F_{кр}; 152,937 > 3,94$	відхиляється	Є істотний вплив
Сульфати	678,72		741,000		1,417		-4,874		$F < F_{кр}; 1,417 < 3,94$ $ t > t_{кр}; 4,874 > 1,983$	відхиляється	Є істотний вплив
Азот амонійний	0,21		0,24		1,862		-1,821		Не проводилась*	–	Негативний вплив відсутній
Нітрити	0,052		0,068		3,041		-1,746		$F < F_{кр}; 3,041 < 3,94$, $ t \leq t_{кр}, 1,746 < 1,983$,	приймається	Вплив неістотний

* Перевірка на однорідність не потрібна, оскільки середні значення показника в фоновому створі вищі ніж в контрольному.

Таблиця 3 – Результати розрахунків критеріїв Фішера та Стьюдента за багаторічними 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}	Перевірка на однорідність	Гіпотеза однорідності приймається або відхиляється	Висновок
	Середнє	Кількість спостережень	Середнє	Кількість спостережень							
Хлориди	488,91	338	3274,21	336	39,55	3,86	-63,55	1,964	F > F _{кр} ; 39,55 > 3,86	відхиляється	Є істотний вплив
Сульфати	589,31		693,83		1,68		-16,65		F < F _{кр} ; 1,68 < 3,86 t > t _{кр} ; 16,65 > 1,964	відхиляється	
Азот амонійний	0,209		0,195		1,75		1,71		F < F _{кр} ; 1,75 < 3,86 t < t _{кр} ; 1,71 < 1,964	приймається	Вплив неістотний
Нітриди	0,069		0,083		1,04		-2,94		F < F _{кр} ; 1,04 < 3,86 t > t _{кр} ; 2,94 > 1,964	відхиляється	Є істотний вплив

Таблиця 4 – 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 однорічних вибірок

Період	Середнє	Кількість спостережень	F	F _{кр}	t	t _{кр}	Перевірка на однорідність	Гіпотеза однорідності приймається або відхиляється	Висновок
створ с. Андріївка									
Листопад 2014 (скидання є)	2716,44	45	39,06	3,96	-8,48	1,987	F > F _{кр} ; 39,06 > 3,96	відхиляється	Є істотний вплив
Листопад 2017 (скидання відсутнє)	1434,89								
створ м. Снігурівка									
Листопад 2014 (скидання є)	1279,556	45	6,877	3,96	-0,963	1,987	F > F _{кр} ; 6,877 > 3,96	відхиляється	Є істотний вплив
Листопад 2017 (скидання відсутнє)	1227,111								

Таблиця 5 – Результати розрахунків критеріїв Фішера та Стьюдента за багаторічними даними 2012–2017 р. у створах с. Андріївка та м. Снігурівка за варіантом 2 для багаторічних вибірок

Період	Середнє	Кількість спостережень	F	F _{кр}	t	t _{кр}	Перевірка на однорідність	Гіпотеза однорідності приймається або відхиляється	Висновок
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	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	відхиляється	Є істотний вплив
Листопад 2015,2017	1209,44	90							

Перевірка гіпотези однорідності рядів спостережень однорічних та багаторічних в фоновому та контрольному створах за варіантом 1 показала, що отримані значення критерію t вказують на значну відмінність значень вмісту хлоридів та сульфатів у контрольному створі від значень у фоновому створі. Проведення перевірки на однорідність рядів за показником «азот амонійний» для однорічних спостережень у періоди скидання в 2012–2013, 2013–2014, 2014–2015 р. р. було визнане недоцільним, оскільки в ці періоди середні значення показника в фоновому створі були вищими від його значень у контрольному 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.

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 t свідчать про більш істотну відмінність між рядами, тобто більш суттєвий вплив, в створі с. Андріївка.

Динаміка розрахункових значень критеріїв F і t , одержаних для усіх трьох створів, розташованих нижче місця скидання надлишку зворотних вод зі ставка-накопичувача, вздовж р. Інгулець наведена у графічному вигляді на рис. 5. 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.

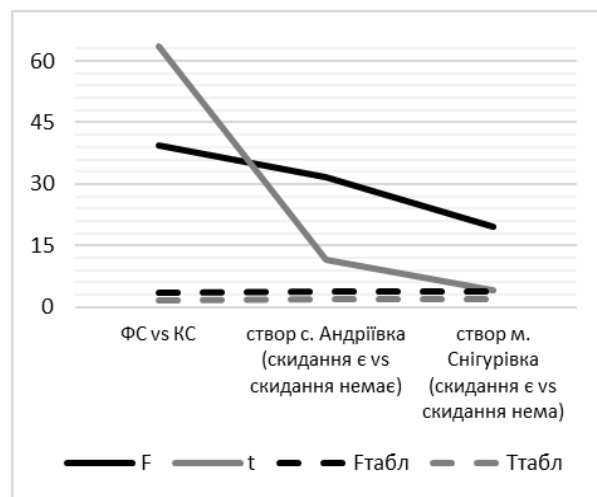


Рисунок 5 – Порівняння значень критеріїв F і t , отриманих в результаті розрахунків для ділянки р. Інгулець від фоновому створу до м. Снігурівка

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 F є більш чутливим до динаміки величини впливу, а критерій t – до наявності впливу.

ВИСНОВКИ. 1. Запропоновано методологію комплексної оцінки впливу діючих накопичувачів зворотних вод на довкілля, яка базується на аналізі взаємодії факторів впливів цих об'єктів з факторами довкілля, представленої у вигляді структурної схеми, виділенні ключових впливів (здебільшого, це періодичні скидання надлишків зворотних вод) та оцінки наслідків діяльності по всій довжині зони впливів з використанням методів описової статистики для обробки даних післяпроектного моніторингу.

2. Оцінено вплив періодичних скидань високомінералізованих зворотних вод зі ставка-накопичувача на якість води р. Інгулець шляхом порівняння рядів спостережень за статистичними характеристиками двома варіантами:

- порівняння між собою масивів даних у фоновому та контрольному створах, одержаних за період скидання зворотних вод;

- порівняння масивів даних, одержаних у створі, розташованому нижче контрольного створу за період скидання зворотних вод, з масивами даних, одержаних у цих створах за період відсутності скидання, в межах одного гідрологічного сезону.

3. На підставі розрахунків визначено ключовий вплив ставка накопичувача на якість природних вод та оцінена його інтенсивність на різних ділянках р. Інгулець шляхом порівняння значень критеріїв F і t , отриманих для різних створів моніторингу якості води.

4. Наведені результати є підтвердженням дієвості запропонованої методології комплексної оцінки впливів діючих водойм-накопичувачів на довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко М. С. Полозенцева В. А. Расположение, основные направления и оценка влияния накопителей сточных вод на поверхностные водные объекты. *Экология и промышленность*. Харьков, 2012, № 4 (33). С. 108–113.

2. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.07.2017, № 2059-VIII // *Голос України*. 2017, № 110.

3. Анищенко Л. Я., Писня Л. А., Свердлов Б. С. Оценка воздействия предприятий на окружающую среду в соответствии с действующим законодательством Украины. *Экология и промышленность*. Харьков, 2018, №3-4. С. 118–121.

4. Коваленко М. С. Полозенцева В.А. Накопители сточных вод и промышленных отходов как потенциально опасные объекты. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харьков, 2012, №2/12 (56). С. 27–29.

5. Анищенко Л. Я. Полозенцева В. А. Комплексная оценка воздействия действующих накопителей шахтных вод на качество водных объектов (на примере р. Самара). *Научный вестник строительства*. 2017, Т. 89, № 3.С. 181–184.

6. Мухопад В. И. Оценка влияния накопителей сточных вод на качество поверхностных водных источников *Проблемы охраны окружающей природной среды*. УкрНЦОВ. Харьков, 1996. С. 221–231.

7. Полозенцева В. А. Влияние аккумулирующих емкостей на поверхностные водные объекты. *Проблемы охраны навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. УкрНДІЕП. Харків, 2009. С. 158–163.

8. Регламент скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у 2016-2017 рр. / Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний Інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України». Київ, 2016. 93 с. Режим доступу: URL: https://ukurier.gov.ua/media/documents/2016/12/09/r92_9.pdf. (дата звернення 20.08.2019).

9. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным. Государственное учреждение «Государственный гидрологический институт» ГУ «ГГИ». Санкт-Петербург, Нестор-История, 2010. 162 с.

10. Current Policies, Strategies and Aspects of Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context // *Environmental Series, ECE UN, New York and Geneva*, 1996, № 6. 74 p.

11. Анищенко Л. Я. Критерии экологической безопасности гидротехнического строительства в трансграничном контексте. *Екологія довкілля і безпека життєдіяльності*. 2007, № 6. С. 46–51.

12. Таблицы критериев однородности Стьюдента и Фишера онлайн. URL: http://portal.tpu.ru/SHARED/y/YAROCKAYA/biog/Ta_b2/tab1_Fisher_Student.doc (дата звернення 05.09.2019).

THE COMPREHENSIVE EVALUATION ENVIRONMENTAL INFLUENCE OF ACTING ACCUMULATING RESERVOIRS

L. Anishchenko, V. Polozentseva, B. Sverdlov

Research Institution "Ukrainian Research Institute of Environmental Problems"

vul. Bakulina, 6, Kharkov, 61166, Ukraine. E-mail: l_anishenko@ukr.net; polozentseva2402@gmail.com

Purpose. The purpose of the work is to identify the main impacts of periodic discharge of excess highly mineralized return water, based on the analysis of the interaction of the factors of impacts of mine water reservoirs with environmental factors. And determining the intensity of these impacts at different sites in Ingulets river with using descriptive statistics methods to process post-project monitoring data and evaluate the effects of these impacts over the entire length of the impact area. **Methodology.** A methodology is proposed for a comprehensive assessment of the impact of existing reservoirs of return water on the environment, the methodology is based on the analysis of the interaction of the influence factors of these objects with environmental factors and is presented in the form of a structural diagram. The main effects are highlighted in the diagram. The methodology is also based on the assessment of the consequences of activities along the entire length of the influence zone using descriptive statistics methods for processing post-project monitoring data. **Results.** An assessment of the impact on the water quality of the river Ingulets of periodic discharges of highly mineralized return water from the storage rate. The assessment was performed by comparing the values of the Fisher and Student criteria. Criteria obtained for various water quality monitoring targets. **Originality.** In this work, for the first time, a comparison was made of the series of hydrochemical data obtained in monitoring points that are located below the control section during periods of discharge and lack of discharge of mine water within the same hydrological season is performed. Thus, using the criteria for homogeneity of Fisher and Student, an assessment was made of the intensity of the influence of discharge of mine water in different sections of the river Ingulets. **Practical value.** Based on the developed methodology of a comprehensive assessment of the impact of return water on water bodies, recommendations can be developed to improve the discharge regime. **Conclusion.** The influence of periodic discharges of highly mineralized wastewater from the storage pond on the water quality of the Ingulets river was assessed by comparing the series of observations by statistical characteristics. Based on the calculations, the key influence of the reservoir pond on the quality of natural waters was determined and its intensity was estimated at different monitoring points of the Ingulets river by comparing the values of the Fisher and student criteria obtained for different water quality monitoring points.

Key words: Storage reservoir, complex assessment, environmental impact, periodic discharge of return waters, hypothesis of homogeneity of series.

REFERENCES

1. Kovalenko, M. S. Polozentseva, V. A. (2012), Location, main directions and evaluation of the effect of storage of wastewater on surface water bodies, *Ecology and industry, Kharkov*, №4 (33), pp. 108-113.
2. About Environmental Impact Assessment: Law of Ukraine of 23.07.2017, № 2059-VIII, *Voice of Ukraine*. 2017, no. 110.
3. Anishenko, L. Y., Pisnya, L. A., Sverdlov, B. S (2018), Assessment of impact of enterprises on the environment in accordance with the current legislation of Ukraine, *Ecology and industry, Kharkov*, no. 3–4, pp. 118–121.
4. Kovalenko, M. S. Polozentseva, V. A (2012), Storage of sewage and industrial wastes as potentially dangerous objects, *East European journal of advanced technologies*, Kharkov, vol 2/12 (56), pp. 27–29.
5. Anishenko, L. Y. Polozentseva, V. A (2017), Integrated assessment of the impact of existing drives of mine waters quality of water bodies (on the example of the Samara river), *Scientific Bulletin of Construction*, Vol. 89, no. 3, pp. 181–184.
6. Mukhopad, V. I. (1996), Evaluation of the effect of storage of wastewater on quality of surface water sources, *Problems of environmental protection, Kharkov*, pp. 221–231.
7. Polozentseva, V. A. (2009), Influence of the storage tanks to surface water bodies, *Problems of environmental protection and ecological safety, Kharkov*, pp. 158–163.
8. Regulation of discharge of surplus return water of mining enterprises of Kryvbas in 2016-2017, Ukrainian Chief Design and Research Institute and Research Institute for Reclamation and Water Management, State Institution “Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, 2016, Mode of access: URL: <https://ukurier.gov.ua/media/documents/2016/12/09/r929.pdf>. (Last accessed: 20.08.2019).
9. Guidelines for the assessment of uniformity of hydrological characteristics and definition of their calculation values for heterogeneous data (2010), State institution “State hydrological Institute”, Saint Petersburg, Nestor-History.
10. Current Policies, Strategies and Aspects of Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (1996), Environmental Series, ECE UN, New York and Geneva, № 6, 74 p.
11. Anishenko, L.Y. (2007), Criteria for ecological safety of hydraulic engineering in a transboundary context, *Environmental ecology and life safety*, No. 6, pp. 46–51.
12. Tables of student and Fisher uniformity criteria online. URL: http://portal.tpu.ru/SHARED/y/YAROCKAYA/biog/Ta b2/tab1_Fisher_Student.doc (Last accessed: 05.09.2019).

Стаття надійшла 25.09.2019.