



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«УКРАЇНСЬКИЙ ГОЛОВНИЙ ПРОЕКТНО-РОЗВІДУВАЛЬНИЙ ТА НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З МЕЛІОРАТИВНОГО
І ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО БУДІВНИЦТВА»
(ТОВ «УКРВОДПРОЕКТ»)

Україна вул. Митрополита Василя Липківського, 45, м.Київ, 03035

E-mail: uvpkyiv@ukr.net

**Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних
вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-
накопичувача б. Свистунова у р. Інгулець у
міжвегетаційний період 2025-2026 років**

Директор

Головний інженер проекту



П.В.Юрченко

С.М.Єрлісков

Київ, 2025

Наукові керівники та відповідальні виконавці:

Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва (ТОВ «Укрводпроект» м. Київ)

Головний інженер проекту

С.М. Єрлієков

Керівник групи

С.Т.Довженко

Провідний інженер

К.С.Цимбалюк

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ	8
3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА.....	13
3.1 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо скидання зворотних вод з ставка-накопичувача.....	14
3.2 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо уникнення аварійних ситуацій та аварій на ставку-накопичувачу.....	18
4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ РЕГЛАМЕНТУ СКИДУ	23
4.1 Визначення кількості і тривалості етапів скидання та відповідної витрати води у фоновому створі	23
4.2 Умови періодичного скидання зворотних вод. Формулювання задачі розрахунку режиму скидання.	24
4.3 Основні співвідношення, що використовуються при розрахунку режиму скидання.....	26
4.4 Методика розрахунку максимально допустимої витрати зворотної води.....	28
4.5 Методика розрахунку кратності розбавлення зворотних вод в контрольному створі.....	31
4.6 Методика розрахунку концентрації речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець	34
4.7 Методика розрахунку критичної витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища.....	40
4.7.1 Умови зменшення концентрації речовин в контрольному створі при збільшенні витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища	41
4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати.....	42
5. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД.....	46
6. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕМОЖЛИВОСТІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНОМУ СТВОРІ	61
6.1 Оцінка концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод	65
6.2 Оцінка попуску води з Карачунівського водосховища, потрібного для дотримання норм якості води в контрольному створі	70
7. ВИХІДНІ ДАНІ	76
7.1 Рельєф та кліматичні умови.....	77
7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець.....	79
8. ВАРІАНТ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА- НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ ТА ПОПУСКІВ ВОДИ З	

КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД.....	100
9. РЕЖИМ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА.....	102
ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ	102
10. РЕЖИМ ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД.....	104
11. ПРОГНОЗ ЯКОСТІ ВОДИ ПРИ СКИДАННІ ШАХТНИХ ВОД ТА ЗАБОРУ ВОДИ НА ПОПОВНЕННЯ ПІВДЕННОГО ВОДОСХОВИЩА НА ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ВІД КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДО КОНТРОЛЬНОГО СТВОРУ В с. ІНГУЛЕЦЬ	106
12 РОЗПОДІЛ ПАЙОВОЇ УЧАСТІ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ ПО ПОДАЧІ ВОДИ ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІД ЧАС ЇХ СКИДУ	108
13 КОНТРОЛЬНІ СТВОРИ НА р. ІНГУЛЕЦЬ ТА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В НИХ.....	110
14. ПОРЯДОК ДІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ РЕГЛАМЕНТУ	113
15. ВИСНОВКИ.....	116
16. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ ...	118

ВСТУП

«Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2025-2026 років» (далі – Індивідуальний регламент) розроблено по договору № 202504 від 28.04.2025 року. Розробник регламенту - Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва (ТОВ «Укрводпроект») м. Київ. Замовник робіт - ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ».

При розробці індивідуального регламенту були використані звітні матеріали, надані Замовником робіт, а також роботи, напрацьовані в рамках розробки МДП «Інститут проблем управління НАН України» - «Альтернативної схеми акумуляції надлишків шахтних вод Кривбасу у ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Свистунова та їх скидання в р. Інгулець», Пояснювальна записка на 132 стор. (м.Харків, 2020 р.) та Звіт Оцінка впливу на довкілля «Альтернативна схема акумуляції надлишків шахтних вод Кривбасу у ставку-накопичувачі шахтних вод в балці Свистунова та їх скидання у р. Інгулець» на 395 стор., розроблений ТОВ «Центр екології та розвитку нових технологій» (м.Київ, 2021р.) і інші розробки попередніх років, а саме:

Державного підприємства міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості «Кривбаспроект» (ДП «ДП «Кривбаспроект») м. Кривий Ріг. «Оцінка розміру збитків держави в наслідок зупинки роботи шахт Кривбасу, затоплення рудних покладів та відпрацьованого підземного простору» звіт №18034-2301 на 42 стор., 2018р.;

АТЗТ «Тяжпромавтоматика», м. Харків. «Оцінка впливу на навколишнє середовище та смт. Широке ставка-накопичувача шахтних вод у б. Свистунова в разі аварійної ситуації з проривом його греблі», звіт №14пр-0710-07 на 68 стор., 2007р. Окремо слід зазначити, що дана споруда є потенційним об'єктом для ракетних обстрілів з боку військового агресора, і в разі її переповнення та пошкодження, а така небезпека існує, може відбутися аварійна ситуація по одному з сценаріїв, описаному у даній роботі;

Інституту гідробіології НАН України, м. Київ. «Оцінка впливу на довкілля в частині водних організмів для сучасної та альтернативної схеми (режиму) акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу балки Свистунова та їх скидання в р. Інгулець», звіт №14/2018 на 86 стор., 2018р.;

ТОВ «Оріон-Україна» м. Київ. «Оцінка впливу ставка-накопичувача шахтних вод на гідрогеологічний та гідрохімічний стан території навколо ставка-накопичувача при діючому режимі акумуляції та скиду шахтних вод та прогноз змін впливу

об'єкту на прилеглу територію при застосуванні альтернативної схеми (режиму) акумуляції та скиду надлишків шахтних вод зі ставка-накопичувача», звіт на 61 стор., 2018р.

ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ» «Звіт про стратегічну екологічну оцінку проєкту Плану управління шахтними водами Кривбасу», звіт на 98 стор. 2021р.

ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ» «Звіт з оцінки екологічних ризиків акумуляції додаткових обсягів шахтних вод у ставку-накопичувачу в балці Свистунова», звіт на 94 стор., 2023 р.

ТОВ «ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИЙ ТА БУДІВЕЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ» «Технічний звіт «Обстеження ложа ставка-накопичувача б. Свистунова», звіт в 2 томах, 2023 рік.

Даним індивідуальним регламентом передбачений порядок організації та проведення скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод (далі по тексту - ставок-накопичувач ШВ) в р. Інгулець, тривалість і витрати скиду зворотних вод, тривалість і витрати попусків води з Карачунівського та Саксаганського водосховищ в р. Інгулець для розбавлення зворотних вод під час їх скиду, виконання прогнозних розрахунків вмісту забруднюючих речовин в тимчасових контрольних створах, що встановлюється на р. Інгулець під час здійснення скиду, наведена система організації контролю за дотриманням вимог регламенту.

В міжвегетаційний період 2024-2025 років скид надлишків зворотних вод здійснювався згідно вимог уточненого «Індивідуального регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2024-2025 років».

Індивідуальний регламент передбачав варіант проведення скиду з розбавленням шахтних вод по новій трасі з точкою скиду біля с.Інгулець на правому березі р.Інгулець. Через затримку прийняття Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про скидання надлишків зворотних вод в р. Інгулець» фактичний термін початку був зміщений на 4 квітня 2025 р, а скид тривав 6 діб з перервою на дві доби і завершився 11 квітня. За період скиду в р. Інгулець зі ставка-накопичувача було відведено 0,3994 млн.м3 надлишків зворотних вод. Після завершення скиду 15 березня, залишок зворотних вод в ставку-накопичувачу склав 7,635 млн.м³.

Аналізуючи виконання регламенту скиду зворотних вод слід відмітити, що фактично скид не відбувся, а спрацювання ставка-накопичувача ШВ становило всього 0,22 м до відмітки 85.82 м, що близько до рекомендованої відмітки максимального наповнення - 86.00 м. Зважаючи на це на момент розробки чинного регламенту, а саме 7 травня 2025 року була досягнута рекомендована відмітка. Така ситуація, при умові продовження подачі шахтних вод у запланованому режимі, може призвести, як до аварійної ситуації на ставку-накопичувачі ШВ у балці Свистунова, так і до значних фільтаційних втрат з водойми у бік р.Інгулець, що погіршить якість води нижче за

течією, в тому числі на водозаборах для водопостачання (водозабір на поповнення Південного водосховища та водопостачання м.Миколаїв) та зрошення.

З метою уникнення аварій на ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Сви-стунова (об'єкті підвищеної техногенної небезпеки) та недопущення виникнення низки надзвичайних ситуацій та техногенних катастроф пов'язаних з зупинкою і затопленням діючих шахт, відпрацьованого підземного простору, а також значних запасів залізних руд в Кривбасі, відповідно до розробленого регламенту, у міжвегетаційний період 2025 – 2026 рр. необхідно здійснити дозований (регульований) скид надлишків зворотних вод у річку Інгулець. Зважаючи на складну ситуацію з водозабезпеченням м. Кривий Ріг та м. Миколаїв в результаті підриву дамби Каховської ГЕС, враховуючи обмежені можливості регулювання попусків води з Карачунівського водосховища, згідно з листом ДПП «Кривбаспромводопостачання» №11/1160 від 31.10.2023 р., в діапазоні від 5 до 20 м³/с, з урахуванням Постанови КМУ № 566 щодо будівництва нового водозбору для водопостачання м.Миколаєва, введення в експлуатацію якого заплановано на серпень – вересень 2025 р., чинним регламентом передбачено проведення скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ з розбавленням водою з Карачунівського водосховища в максимально ранні терміни, починаючи з 15 жовтня, що дозволить звільнити ємність ставка-накопичувача ШВ до відміток, близьких до рівня мертвого об'єму з завершенням скиду зворотних вод не пізніше 15 березня 2026 року.

Індивідуальний регламент передбачає:

- постійний скид води на розбавлення з Карачунівського водосховища з 15 жовтня 2025 року по 14 березня 2026 р. витратою 11,0 м³/с;
- скид зі ставка-накопичувача шахтних вод по новій трасі в р. Інгулець, збудованій відповідно до Переліку об'єктів з будівництва магістральних водогонів у зв'язку з необхідністю ліквідації негативних наслідків, пов'язаних із знищенням Каховської гідроелектростанції, затвердженого Постановою КМУ від 06.06.2023 № 566, з 16 жовтня 2025 р. по 15 березня 2026 р. постійною витратою близько 0,8 м³/с. При цьому, скид зі ставка-накопичувача ШВ враховує можливі технічні простої при скиді, які, на основі аналізу скиду по Індивідуальному регламенті 2023-2024 років, становили приблизно 3,5 доби. В разі відсутності простоїв, що мало ймовірно, скид з ставка-накопичувача шахтних вод може забезпечити спрацювання ставка-накопичувача до рівня, близького до мертвого об'єму.

Під час скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод передбачено забір води з річки Інгулець на поповнення Південного водосховища, що використовується для водопостачання м.Кривий Ріг, а саме:

- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища насосною станцією, розташованою в районі кар'єрів ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою, близькою до 1,0 м³/с;

- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища насосною станцією, розташованою на південно-східній околиці с.Зелене Дніпропетровської області, витратою, близькою до 4,6 м³/с.

У період скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача з розбавленням водою з Карачунівського водосховища виникає проблема забору якісної води на водопостачання м. Миколаєва по альтернативній схемі.

При зволіканні зі скидом надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача після 15 жовтня 2025 року можна прогнозувати його значне переповнення та залишки шахтних вод у ставку-накопичувачі що перевищать рівень мертвого об'єму на 15 березня 2026 р. Сценарій з запізненням скиду може призвести до аварійних ситуацій, як на ставку-накопичувачі шахтних вод, що може призвести до прямого потрапляння шахтних вод у р.Інгулець, так і значних втрат шахтних вод шляхом зосередженої фільтрації через привали ложа (борти) водойми у водоносні горизонти, направлені в зону витоку ґрунтових вод р.Інгулець. З метою уникнення аварії на об'єкті підвищеної небезпеки, недопущення припинення режиму гідрозахисту та захисту селітебних територій у Кривбасі необхідно вивільнити ставок-накопичувач у зазначений вище період.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

У цьому регламенті терміни вживаються в такому значенні:

аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище;

аварія споруди – руйнування споруди, що призводить до повної втрати нею експлуатаційно-технічних властивостей, негативного впливу на здоров'я людей та забруднення навколишнього природного середовища;

аварійна ситуація – стан потенційно небезпечного об'єкта, що характеризується порушенням меж та (чи) умов безпечної експлуатації, але не перейшов в аварію, і за якого всі несприятливі впливи джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище утримується у прийнятних межах за допомогою відповідних технічних засобів, передбачених проектом;

аварійний стан споруди – критичний стан споруди, при якому внаслідок можливості розвитку руйнівних процесів її подальша нормальна експлуатація стає неможливою;

аварія на промислових підприємствах – порушення умов експлуатації промислових підприємств, коли виникає перевищення нормативних меж впливу на персонал підприємства, здоров'я населення та навколишнє природне середовище;

асимілююча спроможність водного об'єкта – здатність водного об'єкта приймати певну масу речовин за одиницю часу без порушення встановлених вимог до якості води в контрольному створі чи пункті водокористування;

витрата води - кількість води, що протікає через живий переріз за одиницю часу;

вода зворотна – вода, що повертається за допомогою технічних споруд і засобів з господарської ланки кругообігу води в його природні ланки у вигляді стічної, шахтної, кар'єрної чи дренажної води;

вода стічна – вода, що утворилася в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведена з забудованої території, на якій утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів;

вода шахтна (далі ШВ) – вода, яка утворюється в результаті притоку підземних вод у гірничі виробки при видобуванні корисних копалин;

води підземні – води, що знаходяться нижче рівня земної поверхні в товщах гірських порід верхньої частини земної кори в усіх фізичних станах;

води поверхневі – води різних водних об'єктів, що знаходяться на земній поверхні;

водний об'єкт – природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, річка, озеро, водосховище, ставок, канал, водоносний горизонт);

водність – характеристика величини річкового стоку за певний проміжок часу відносно до його середньої багаторічної величини;

водокористування – використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та інших галузей господарства, включаючи право на забір води, скидання стічних вод та інші види використання вод (водних об'єктів);

водовипускна споруда – гідротехнічний об'єкт або пристрій, призначений для відводу (скидання) зворотних вод у водні об'єкти;

водосховища – штучна водойма місткістю більше 1 млн. кубічних метрів, збудована для створення запасу води та регулювання її стоку;

випускання зворотних вод – відвід зворотних вод у водні об'єкти;

гірнича (гірничодобувна) промисловість - комплекс галузей важкої промисловості з розвідування родовищ корисних копалин, їх видобутку з надр землі та збагачення;

гірничодобувний регіон – відносно відокремлене територіальне зосередження підприємств, які здійснюють видобуток корисних копалин у межах великих геологічних структур або їх частин;

гірничі роботи - комплекс робіт з проведення, кріплення та підтримки гірничих виробок і виймання гірничих порід в умовах порушення природної рівноваги, можливості прояву небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

гірниче підприємство - цілісний технічно та організаційно відокремлений майновий комплекс засобів і ресурсів для видобутку корисних копалин, будівництва та експлуатації об'єктів із застосуванням гірничих технологій (шахти, рудники, копальні, кар'єри, розрізи, збагачувальні фабрики тощо);

гірничо-збагачувальний комбінат – багатоцільове підприємство з повним циклом видобування та переробки залізної сировини у металургійну, який у своєму складі має один чи кілька кар'єрів, відвали, дробильно-збагачувальні фабрики та хвостосховища;

граничнодопустима концентрація (далі ГДК) речовини у воді – встановлений рівень концентрації речовини у воді, вище якого вода вважається непридатною для конкретних цілей водокористування;

граничнодопустимий скид (далі ГДС) речовини – маса речовини у зворотній воді, що є максимально допустимою для відведення за встановленим режимом даного пункту водного об'єкта за одиницю часу;

етап режиму скидання – частина процесу періодичного скидання зворотних вод, протягом якої витрата скиду цих вод є постійною;

забруднення вод – надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин;

забруднююча речовина – речовина, яка привноситься у водний об'єкт в результаті господарської діяльності людини;

запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків;

зона змішування – ділянка водного об'єкта від випуску зворотної води до контрольного створу;

зона впливу – територія в межах якої негативний вплив об'єкта перевищує нормативні та проектні показники;

катастрофа – велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до тяжких наслідків;

класифікаційна ознака надзвичайних ситуацій - технічна або інша характеристика небезпечної події, що зумовлює виникнення обстановки, яка визначається як надзвичайна ситуація;

консервація - припинення діяльності гірничого підприємства на невизначений строк з можливістю подальшого поновлення його роботи;

контрольний створ – створ у водному об'єкті, розташований на певній відстані від скиду зворотної води нижче за течію у водотоках або радіусу у водоймах та морях, в якому мають дотримуватись встановлені вимоги щодо якості води;

координатор робіт – підприємство (організація, установа), що здійснює координацію робіт зі скидання надлишків зворотних вод та ліквідацію його наслідків шляхом отримання, аналізу інформації стосовно обсягів водних ресурсів, задіяних в зазначених процесах, їх хімічного складу, а також прийняття рішень в рамках Індивідуального регламенту;

межі безпечної експлуатації – встановлені проектом значення параметрів технологічного процесу, відхилення від яких може призвести до аварії;

моніторинг вод – система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень;

надзвичайна ситуація – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження

або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності;

небезпечна подія - подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків;

норми якості води - сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів;

нормована речовина – речовина (або показник якості води), яка має гранично допустиму концентрацію та входить до переліку речовин, скидання яких із зворотними водами даного підприємства нормується;

об'єкт підвищеної небезпеки – єдиний майновий комплекс підприємства, що включає будь-які будівлі, виробництва (цехи, відділення, виробничі дільниці), окреме обладнання та джерела небезпеки, розташовані в межах території такого об'єкта, який за результатами ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки вважається об'єктом підвищеної небезпеки відповідного класу;

оперативне регулювання скиду – зміна водокористувачем витрати зворотної води під час її скидання відповідно до зміни зовнішніх умов;

особливо небезпечні підземні умови - умови в шахтах і рудниках, пов'язані з дією важкопрогнозованих проявів гірничо-геологічних і газодинамічних факторів, що створюють небезпеку для життя та здоров'я їх працівників (виділення та вибухи газу та пилу, раптові викиди, гірничі удари, обвалення, самозаймання гірничих порід, затоплення гірничих виробок тощо);

оцінка безпеки споруди – визначення відповідності споруди вимогам діючих норм і правил проектування, будівництва та експлуатації;

періодичне скидання зворотних вод – скидання зворотних вод, яке здійснюється не безперервно, а в окремі періоди часу, або при якому витрата зворотних вод періодично змінюється у часі;

поверхневий водний об'єкт – природний водний об'єкт, в якому зосереджуються поверхневі води;

природна фоновая якість - якість води, що сформована природними процесами за відсутністю антропогенного навантаження або в умовах тривалого неінтенсивного впливу антропогенних факторів, що важко піддаються регулюванню;

регламент скидання зворотних вод (регламент) – документ, що містить сукупність вимог щодо періодичного скидання зворотних вод у поверхневий водний об'єкт;

режим скидання зворотних вод (режим скидання) – залежність витрати зворотних вод від часу при періодичному скиданні зворотних вод;

рибогосподарський водний об'єкт – водний об'єкт (його частина), що використовується для рибогосподарських цілей;

ризик – імовірність виникнення будь-якої небезпечної події протягом певного періоду або за певних обставин;

розрахунковий створ - створ, для якого визначають розрахункові характеристики водного об'єкта (контрольний, фоновий, гідрометричний, гирловий (для річок) та інші створи);

розрахункові умови - сукупність характеристик (гідрографічні, гідрологічні, гідрохімічні та інші характеристики водних об'єктів, характеристики водозаборів, випусків зворотних вод), що приймаються для розрахунку умов скиду зворотних вод та інших видів господарського впливу на водні об'єкти в сучасний період і на перспективу;

розробник регламенту – юридична особа, що здійснює розроблення регламенту періодичного скидання зворотних вод;

ставок-накопичувач – гідротехнічна споруда, яка використовується для накопичення промислових забруднених стічних чи шахтних, кар'єрних, рудникових вод та періодичного скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти;

суб'єкт господарювання – юридична або фізична особа, у власності або у користуванні якої є хоча б один об'єкт підвищеної небезпеки;

техногенна безпека - відсутність ризику виникнення аварій та/або катастроф на об'єктах, що можуть створити реальну загрозу їх виникнення. Техногенна безпека характеризує стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Забезпечення техногенної безпеки є особливою (специфічною) функцією захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;

токсичність зворотної води - це її властивість викликати патологічні зміни або загибель організмів, що зумовлено присутністю в ній токсичних речовин, яка встановлюється методом біотестування;

тривалість скиду – відрізок часу з початку скидання зворотної води до його закінчення;

управління ризиком – процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику;

умови скиду зворотних - сукупність встановлених характеристик витрат, складу і властивостей зворотних вод, режиму і місця їх скиду до водного об'єкта;

хвости – рідкі відходи, що виникають під час збагачування корисних копалин або інших технологічних процесів у різних галузях виробництва;

якість води – характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА

Під час видобування корисних копалин підземним способом гірничі підприємства Кривбасу мають забезпечувати водозахист гірничих виробок для усунення шкідливої дії вод (підтоплення, засолення, заболочення) територій за рахунок пониження рівня депресійної воронки. Таким чином, при розробці родовищ гірничі підприємства Кривбасу стикаються з таким явищем, як шахтні води. Повернення підземних (шахтних) вод, що утворилися в наслідок видобутку залізної руди у Криворізькому басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні, здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів, штучно створеного ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова, шляхом їх скиду у р. Інгулець.

Для випусків зворотних вод з оперативним регулюванням витрат умови скиду зворотних вод встановлюються у формі індивідуальних оперативних регламентів, з урахуванням вимог щодо якості води у водному об'єкті в контрольному створі нижче скиду зворотних вод.

Необхідність розробки щорічного індивідуального регламенту скиду обумовлена періодичним характером скиду надлишків зворотних вод протягом міжвегетаційного періоду (з 15 жовтня поточного року по 15 березня наступного року включно), зміною обсягів скиду в залежності від водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах, витрат та джерел для розбавлення зворотних вод, фактичної гідрологічної та гідрохімічної ситуації в басейні р. Інгулець.

Враховуючи той факт, що в Україні відсутні, затверджені у встановленому порядку, єдині правила, норми чи інструкції щодо порядку розроблення і затвердження індивідуальних регламентів періодичного скидання зворотних вод у водні об'єкти, дійсний регламент скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу, розроблений з врахуванням вимог і рекомендацій діючої нормативно – правової бази за даним напрямком робіт, а саме:

- Водного Кодексу України (далі ВКУ);
- Кодексу цивільного захисту України;
- Закону України “Про об’єкти підвищеної небезпеки”;
- Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”;
- Постанови Кабінету Міністрів України від 02 вересня 2020р. № 766 “Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням» ”;
- Постанови Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018р. № 758 “Порядок здійснення державного моніторингу вод ”;
- Постанови Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999р. № 465 “Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами ”;

- Постанови Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996р. № 1100 “Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується”;
- Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами, затверджених наказом міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.03.2021 р. №173.

3.1 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо скидання зворотних вод з ставка-накопичувача

Основний законодавчий документ, який регламентує скидання надлишків зворотних вод з накопичувачів є Водний Кодекс України (ВКУ) [1]. Аналізуючи статті ВКУ слід відмітити наступне:

В статті 1 ВКУ при визначенні терміну “вода зворотна” вказуються 4 види зворотної води - стічна, шахтна, кар'єрна та дренажна, а при визначенні терміну “вода стічна” підкреслюється, що шахтна, кар'єрна та дренажна вода не є стічною. Разом із тим, конкретні умови скидання стічних вод формулюються у статті 70 ВКУ, а конкретні умови скидання шахтних, кар'єрних та рудникових вод у ВКУ фактично не формулюються, хоча стаття 72 ВКУ має назву “Умови скидання шахтних, кар'єрних і рудникових вод у водні об'єкти та повернення супутньо-пластових вод”. Це видно із наступної цитати тексту статті 72 ВКУ:

“Підприємства, установи і організації, які відкачують шахтні, кар'єрні та рудникові води для запобігання затоплення шахт, кар'єрів та рудників під час видобування корисних копалин, зобов'язані впроваджувати ефективні технології, що забезпечують зниження рівня їх мінералізації перед скиданням у водні об'єкти, а підприємства, установи та організації, що добувають нафту і газ, повертають супутньо-пластові води нафтогазових родовищ до підземних горизонтів.

Умови скидання цих вод у водні об'єкти та повернення до підземних горизонтів супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ встановлюються обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.”

Проаналізуємо статтю 72 ВКУ. Перша частина статті 72 ВКУ сформульована не конкретно, бо вона містить неконкретну фразу “ефективні технології, що забезпечують зниження рівня мінералізації”. Дійсно, по-перше, неясно, про які саме “технології” тут йде мова: це технології видобування корисних копалин, чи технології очищення шахтних, кар'єрних та рудникових вод, чи якісь інші “технології”.

По-друге, незрозуміло, в якому випадку зазначені “технології” слід вважати “ефективними”. Як відомо, термін “ефективний” визначається як “той, що дає певний ефект, результат”. Враховуючи це визначення, можна стверджувати, що фраза “ефективні технології, що забезпечують зниження рівня... мінералізації...” не дає ніякої змістовної інформації, бо само собою зрозуміло, що “технології”, які забезпечують зниження рівня мінералізації, є “ефективними” за визначенням останнього терміну.

Відзначимо, що на сьогоднішній день не існує технологій очищення високо мінералізованих шахтних вод, які були би економічно доступними, та забезпечували би таке зниження мінералізації шахтних вод, яке дозволяло би скидати ці води у водні об’єкти без порушення норм якості води водних об’єктів. Разом із тим, можна знизити мінералізацію шахтних вод, розбавляючи їх “більш чистою” водою. Зазначена концепція покладена в основу проекту Плану управління шахтними водами Кривбасу, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України №1802-р від 20.12.2021р.

Відповідно до другої частини статті 72 ВКУ, умови скидання шахтних вод встановлюються обласними чи міськими державними адміністраціями, або органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища. Але на яких підставах зазначені вище державні органи мають встановлювати конкретні умови скидання шахтних вод? Про це йде мова у наступній цитаті тексту статті 74 ВКУ:

“Підприємства, установи і організації, що мають накопичувачі промислових забруднених стічних чи шахтних, кар’єрних, рудникових вод, зобов’язані впроваджувати ефективні технології для їх знешкодження і утилізації та здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами.

Скидання цих вод у поверхневі водні об’єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.

Використання технологічних водойм (ставки-охолоджувачі теплових і атомних станцій, рибницькі ставки, ставки-відстійники та інші) повинно проводитись відповідно до норм і правил експлуатації, визначених у технічних проектах, затверджених у встановленому законодавством порядку.”

Проаналізуємо першу і другу частини статті 74 ВКУ (третя частина не аналізується, бо вона не має відношення до накопичувачів).

Перша частина статті 74 ВКУ сформульована не конкретно, і ось чому. Щодо “ефективних технологій”, про які говориться у першій частині статті 74 ВКУ, то тут можна повторити те, що було сказано вище при аналізі першої частини статті 72 ВКУ. Окрім цього, у першій частині статті 74 ВКУ говориться, зокрема, про “технології

для... знешкодження і утилізації” шахтних вод. Ця фраза є неконкретною, бо терміни “технологія знешкодження вод”, “технологія утилізації вод”, “знешкодження” та “утилізація” можуть трактуватися неоднозначно. Зокрема, термін “утилізація” майже завжди використовується лише у словосполученні “утилізація відходів”. Враховуючи це, можна стверджувати, що фраза “утилізація шахтних, кар’єрних чи рудникових вод” є безглуздою, бо зазначені води не містять ніяких відходів. У першій частині статті 74 ВКУ також сказано, що підприємства, які мають накопичувачі забруднених вод, зобов’язані “здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами”. Але очевидно, що доки експлуатується накопичувач, виконати цю вимогу практично неможливо, бо “землі, зайняті накопичувачем”, покриті або водою або гідротехнічними спорудами, що утримують воду у накопичувачі. Окрім того, незрозуміло, для чого взагалі треба “здійснювати рекультивацію земель, зайнятих накопичувачем”, коли під час його експлуатації ці землі не можуть бути використані ні для чого іншого, окрім експлуатації накопичувача. Може тут мається на увазі рекультивація земель після завершення експлуатації накопичувача? Але про це у статті 74 ВКУ нічого не сказано, що дає природоохоронним органам певні підстави вимагати здійснювати під час експлуатації накопичувача нездійсненну “рекультивацію земель, зайнятих накопичувачем”.

Відповідно до другої частини статті 74 ВКУ, скидання шахтних вод у поверхневі водні об’єкти “здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища”. Відзначимо, що вимога щодо “індивідуального регламенту”, яка формулюється у другій частині статті 74 чинного ВКУ, була сформульована ще в першій редакції ВКУ, яка була затверджена у 1995 році. Однак, ні у першій, ні в чинній редакціях ВКУ не вказано, який саме суб’єкт має затверджувати порядок розроблення вказаного вище індивідуального регламенту. І лише Постановою КМУ № 1100 від 11.09.1996р. (зі змінами згідно з Постановою КМУ № 1091 від 13.12.2017 [3, 4] у пункт 12 “Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти” [4] були внесені зміни, які нарешті прояснили питання щодо затвердження порядку розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод. Процитуємо пункт 12 Порядку [4] у його чинній редакції: “Скидання промислових забруднених стічних, шахтних, кар’єрних, рудникових вод з накопичувачів здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською чи Севастопольською міськими держадміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища. Нормативно-правове забезпечення такого періодичного водовідведення до водних об’єктів затверджується Мінприроди”.

Таким чином, відповідно до пункту 12 Порядку [4], порядок розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод з накопичувачів повинно затверджувати Міністерство екології та природних ресурсів України.

Разом із тим, у теперішній час відсутня затверджена у встановленому порядку інструкція щодо розроблення регламентів періодичного скидання зворотних вод з накопичувачів або інший нормативно-правовий документ, в якому встановлюється порядок розроблення зазначених регламентів.

Врегулювання питання розроблення та затвердження регламентів скидання зворотних вод у водні об'єкти передбачалося Заходами, які необхідно здійснити до 2008 року у зв'язку із затвердженням переліку забруднюючих речовин, скидання яких нормується, які є додатком до Постанови КМУ від 11.09.1996 № 1100 та спільним наказом № 1622/405 від 08.11.2017 стосовно «Підготовки нормативно-правового акта щодо Порядку розроблення та затвердження регламентів періодичного скидання зворотних вод у водні об'єкти», розробку якого покладено на Міндовкілля, Мінекономіки, ДАВР та наукові установи. Розробка вказаного документу на момент розроблення даного регламенту **не виконана**.

Починаючи з 1995, з одного боку, відповідно до другої частини статті 74 ВКУ, зазначені підприємства повинні скидати зворотні води згідно з індивідуальним регламентом, а з іншого боку – державні органи, що мають погоджувати зазначений регламент (вони вказані у другій частині статті 74 ВКУ), як правило, відмовляються це робити, посилаючись на відсутність нормативно-правових документів, в яких встановлюється порядок розроблення регламенту. У деяких випадках вказані вище державні органи пропонують зазначеним підприємствам замість регламенту скидання зворотних вод розробити гранично допустимі скиди (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами відповідно до Методичних рекомендацій [6]. Але це суперечить вимогам другої частини статті 74 ВКУ.

Розглянемо низку положень чинних законодавчих актів та нормативно-правових документів, що стосуються експлуатації накопичувачів та скидання з них шахтних чи стічних вод у водні об'єкти (ці положення треба враховувати при розробленні відповідних індивідуальних регламентів періодичного скидання зворотних вод).

Згідно із визначенням терміну “вода зворотна” (стаття 1 ВКУ), шахтні чи стічні води, що скидаються з накопичувачів у водні об'єкти, є зворотними водами, бо ці води повертаються за допомогою технічних споруд і засобів (водоскидні споруди, насоси, трубопроводи, тощо) з господарської ланки кругообігу води (гірничорудні або інші підприємства, накопичувачі шахтних чи стічних вод) у природні ланки кругообігу води (поверхневі водні об'єкти).

Разом із тим, якщо у водний об'єкт з накопичувача скидаються стічні води, причому це призводить до виникнення аварійних ситуацій та порушення норм якості води

у водному об'єкті, то існує можливість здійснювати зазначене скидання на підставі відповідного рішення Кабінету Міністрів України.

Дійсно, згідно із пунктами 10 та 11 статті 14 ВКУ, до відання Кабінету Міністрів України у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить “прийняття у разі виникнення аварійних ситуацій рішень про скиди стічних вод з накопичувачів у водні об'єкти, якщо вони призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у цих об'єктах”.

Підкреслимо, що у пункті 10 статті 14 ВКУ мова йде лише про стічні води, хоча існують й інші види зворотних вод, а саме, шахтні, кар'єрні та дренажні води (див. визначення терміну “вода зворотна” у статті 1 ВКУ). У зв'язку з цим виникає таке питання: а якщо при скиданні з накопичувача, наприклад, шахтних вод виникає аварійна ситуація та порушуються норми якості води у водному об'єкті, то чим у цьому випадку шахтні води “гірше” або “краще” стічних вод? На наш погляд, залишається тільки дивуватися тому, що у пункті 10 статті 14 ВКУ законодавець каже не про зворотні, а лише про стічні води. Разом із тим, у накопичувач шахтних вод окрім цих вод можуть подаватися стічні води (якщо існує відповідний договір про приймання стічних вод). Мабуть можна вважати, що в цьому випадку з накопичувача разом із шахтними водами скидаються стічні води. Тому, скоріш за все, у даному випадку виникають певні підстави для застосування пунктів 10 та 11ст. 14 ВКУ.

Згідно із пунктом 11 статті 14 ВКУ, до відання Кабінету Міністрів України у галузі управління і контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить «організація і координація робіт, пов'язаних з попередженням та ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха, шкідливої дії вод або погіршення якості водних ресурсів». В разі переповнення ставка-накопичувача шахтних вод може виникнути аварія. Організація і координація робіт по її попередженню (запобіганню) належить до відання саме Кабінету Міністрів України.

3.2 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо уникнення аварійних ситуацій та аварій на ставку-накопичувачу

Для організації дій пов'язаних з запобіганням надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру на ставку-накопичувачу передбачені чинні нормативні документи, а саме:

- Цивільний кодекс України;
- Кодекс цивільного захисту України;
- Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки";
- Постанова Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004р. № 368 “Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями”;

- Методика обстеження та паспортизації гідротехнічних споруд систем гідравлічного вилучення та складування промислових відходів та хвостів, затверджена наказом Держкоммістобудування і архітектури від 19 грудня 1995р. №252, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 21 грудня 1995 р. за № 466/1002;
- Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій, затверджені наказом МВС України від 06.08.2018 № 658, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 серпня 2018 р. за № 969/32421;
- ДСТУ 2156-93 “Безпечність промислових підприємств” терміни та визначення. УДК 006:568.345.001.6.

При прийнятті рішень про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми слід керуватись критеріями, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності. Саме до суб’єктів господарювання з високим ступенем ризику відносяться підприємства з видобування, первинного збагачення та переробки руд, яким належать гідротехнічні споруди (хвостосховища, накопичувачі тощо) господарська діяльність на яких може призвести до аварій на об’єктах підвищеної небезпеки.

Прийняття рішення про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми необхідно обґрунтовувати за такими основними принципами:

- принцип виправданості: зазначений попереджувальний захід повинен бути виправданим, тобто отримана користь для суспільства від відвернутої цим заходом екологічної та економічної шкоди повинна бути більша, ніж сумарний збиток пов’язаний з його проведенням;
- принцип не перевищення: повинні бути застосовані всі можливі заходи для обмеження негативного впливу на рівні, нижчому за поріг припустимих впливів;
- принцип оптимізації: режим регламентованого (дозованого) скидання надлишків зворотних вод (або комбінація декількох контрзаходів, наприклад часткове розбавлення зворотних вод під час їх скиду), його масштаби та тривалість повинні вибиратися таким чином, щоб різниця між сумарною користю та сумарним збитком була не тільки додатною, але і максимальною.

Об’єктивною підставою, яка будується на наведених принципах, є реальна потреба в проведенні випереджального регульованого (дозованого) скиду надлишків зворотних вод, у міжвегетаційний період, в р. Інгулець з метою недопущення переповнення ставка-накопичувача, що, зважаючи на історичний досвід його наповнення, вже призводило до аварійних витоків шахтної води через ложе ставка, припинення відкачки підземних вод в Кривбасі, виникнення аварій і надзвичайних ситуацій на об’єктах підвищеної техногенної небезпеки, зупинки роботи шахт, втрати значних запасів залізних

руд та виникнення низки некерованих техногенних катастроф в регіоні (зсуви, провалля, підняття рівня підземних вод, тощо) пов'язаних з затопленням відпрацьованого підземного простору та підземних гірничих виробок. Організація та проведення випереджального заходу (скиду надлишків зворотних вод) здійснюється виключно за кошти гірничорудних підприємств Кривбасу. Після завершення скиду, гірничорудні підприємства забезпечують промивку русла річки Інгулець, що надає можливість перед початком весняно-літнього періоду забезпечити необхідну якість води придатну для зрошення та рекреації, яка за якістю відповідає показникам перед початком скидання у жовтні-листопаді.

За умови відсутності скиду надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача в Кривбасі буде припинено відкачку підземних вод. Інших вільних ємностей для акумуляції шахтних вод не існує. Цілком зрозуміло, що на ліквідацію наслідків, пов'язаних з зупинкою відкачки підземних вод в Кривбасі, необхідно буде витратити значно більші фінансові та матеріальні ресурси не лише гірничорудних підприємств а і держави. При цьому, витрати на ліквідацію наслідків потребує значно більших обсягів коштів з різних джерел фінансування і не дають гарантії та підстави для вирішення усіх наявних техногенних та екологічних питань, які притаманні даній проблемі. Тому для суспільства значно більшу користь принесе своєчасна реалізація випереджального заходу зі скиду надлишків зворотних вод з наступною промивкою, ніж ліквідація наслідків аварії на ставку-накопичувачу та наступної зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі.

Критерієм віднесення загрози небезпечної події до надзвичайної ситуації є ознаки, що наведені в нормативному документі - «Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій», затверджені наказом МВС України від 06.08.2018 № 658.

Характерні ознаки надзвичайних ситуацій, які передбачені зазначеним документом і можуть виникнути в разі неконтрольованого аварійного скиду надлишків зворотних вод в поверхневі водойми, за умови надмірного переповнення чи руйнування греблі ставка - накопичувача шахтних вод або зупинки відкачки шахтних вод з затопленням рудних покладів і відпрацьованих пустот підземними водами з відповідними техногенними наслідками наведені нижче:

№ з/п	Опис ознаки (короткий опис ситуації, випадку, події, пригоди, аварії, явища)	Одиниця виміру показника ознаки	Порогове значення показника ознаки	Примітки
1. Надзвичайні ситуації техногенного характеру				
1.28	Хімічне забруднення внаслідок аварії, яке фактично або за прогнозом поширюється за межі об'єкта	Факт	1	
1.37	Наявність у воді (крім питної) забруднюючих та інших небезпечних	Факт	1	

	речовин у концентраціях, що створюють загрозу життю та здоров'ю людей, спричиняють шкоду довкіллю і потребують заходів із екологічного оздоровлення поверхневих вод			
1.60	Утворення проривного паводка	Факт	1	Проривний паводок - хвиля прориву води в результаті гідродинамічної аварії на гідротехнічних спорудах з рівнем її гребеня, що дорівнює або перевищує рівень розрахункового паводка (повені) забезпеченістю 15 - 10 %
2. Надзвичайні ситуації природного характеру				
2.17	Затоплення об'єктів підвищеної небезпеки	Факт	1	Об'єкти підвищеної небезпеки визначаються відповідно до Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки"

Після встановлення факту віднесення існуючої загрози до загрози надзвичайної ситуації необхідно визначити рівень надзвичайної ситуації. Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями здійснюється для забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади з метою запобігання надзвичайній ситуації на підставі документа «Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.03.2004р. № 368».

Залежно від обсягів заподіяних наслідків, технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, у даному випадку надзвичайна ситуація за певними ознаками може бути класифікована як надзвичайна ситуація державного рівня, що відповідно визначає рівні прийняття рішень та механізми запобігання надзвичайним ситуаціям.

В разі, якщо скид зворотних вод призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах, а їх відсутність призведе до аварії на гідротехнічних спорудах (ставку – накопичувачу високомінералізованих шахтних вод) або спричинить низку надзвичайних ситуацій регіонального масштабу через припинення відкачки шахтних вод з затопленням відпрацьованого простору, а також зумовить значних економічних збитків та соціальних наслідків у зв'язку з зупинкою гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізничної сировини, рішення про їх скидання приймає Кабінет Міністрів України.

Саме кризовий (аварійний) характер скиду та специфічні умови його проведення (тимчасове перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті) сформували передумови для отримання у відповідності до пунктів 10 та 11 ст.14, ч.2 ст. 72, ч.2 ст. 74 ВКУ дозволу Кабінету Міністрів України на здійснення такого скиду на підставі індивідуального регламенту.

Підсумовуючи вище викладене, слід зазначити, що регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми, з тимчасом перевищенням норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водному об'єкті по пріоритетних компонентах, які притаманні саме високомінералізованим шахтним водам Кривбасу (хлориди, сульфати, мінералізація), може бути виправдано лише в одному випадку, коли їх скидання здійснюється за для уникнення низки аварій і надзвичайних техногенних ситуацій як у Криворізькому гірничодобувному регіоні, так і за його межами та втрати доступу до значних запасів залізних руд, які були розвідані та обліковуються на балансі держави.

4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ РЕГЛАМЕНТУ СКИДУ

При періодичному скиданні зворотних вод з накопичувача об'єм води у накопичувачі та витрати скиду зворотних вод змінюються. Тому скидання зворотних вод протягом року складається із низки *етапів скидання*, на кожному з яких витрата зворотних вод є постійною. В загальному випадку витрата зворотних вод на різних етапах скидання є різною, причому на деяких етапах ця витрата може дорівнювати нулю, тобто на таких етапах зворотні води не скидаються. Режим скидання є заданим, якщо визначені кількість і тривалість етапів скидання та витрата зворотної води на кожному з етапів. Режим скидання розраховується при розробленні регламентів періодичного скидання зворотних вод.

4.1 Визначення кількості і тривалості етапів скидання та відповідної витрати води у фоновому створі

Періодичне скидання зворотних вод з накопичувачів обумовлене суттєвою та періодичною зміною із часом *фонові витрати води* - витрати води у фоновому створі випуску зворотних вод, наповненням накопичувача до критичних відміток та обмеженням скидання у вегетаційний період. Як правило, така динаміка фонові витрати річкової води є характерною для річок з не зарегульованим стоком і вона обумовлена природним розподілом річкового стоку по місяцях року. Але бувають і виключення. У річці Інгулець, стік якої є повністю зарегульованим до греблі Карачунівського водосховища, для розбавлення зворотних вод, що скидаються з накопичувача у балці Свистунова, щорічно у міжвегетаційний період року здійснюється регульований попуск води з Карачунівського водосховища, розташованого вище випуску зворотних вод. Саме попусками води із Карачунівського водосховища обумовлені зміни якості води у фоновому створі випуску зворотних вод, що скидаються зі ставка-накопичувача.

Для визначення динаміки фонові витрати води, період скидання тривалістю 1 рік розбивається на низку *фонових етапів* певної тривалості, для кожного з яких задається фонові витрати води. При цьому кількість та тривалість етапів скидання зворотних вод співпадає з кількістю та тривалістю фонових етапів.

Перед розрахунком режиму скидання визначають кількість і тривалість етапів скидання та відповідну фонові витрату води для кожного з етапів, причому спосіб визначення вказаних вище величин не залежить від того, природними чи штучними причинами обумовлена динаміка фонові витрати води.

Асимілююча спроможність річки використовується максимально, коли кожному з етапів скидання відповідає 1 місяць року, кількість m етапів скидання є максимальною ($m = 12$), тривалості етапів $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{12}$ співпадають з тривалістю

відповідних місяців, а фонові витрати води $Q_1, Q_2, \dots, Q_{12}$ розраховуються за формулою:

$$Q_i = Q_{\text{фон}} \frac{\tau}{\tau_i} \frac{\alpha_i}{100} \quad (i = 1, 2, \dots, 12), \quad (1)$$

де $\tau = 365$ діб - період скидання зворотних вод;

τ_i та α_i - тривалість i - го етапу скидання та відповідний % об'єму води, яка протікає крізь фоновий створ за 1 рік.

Зважаючи на досвід та рекомендації стосовно мінімізації негативного впливу на оточуюче середовище пропонується виконати скид надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача виконати у міжвегетаційний період 2023 - 2024 років.

4.2 Умови періодичного скидання зворотних вод. Формулювання задачі розрахунку режиму скидання.

При розрахунку режиму скидання треба враховувати наступні умови.

Умова не переповнення накопичувача:

$$V_{\min} \leq V(t) \leq V_{\max} \quad (0 \leq t \leq \tau), \quad (2)$$

де $V(t)$ - об'єм води у накопичувачі в залежності від часу t ; $V_{\min}$ та $V_{\max}$ - мінімальне та максимальне значення об'єму V .

Умова, якій задовольняє період скидання зворотних вод:

$$\tau = \sum_{i=1}^m \tau_i = 1 \text{ рік}, \quad (3)$$

Умова періодичності скидання зворотних вод:

$$V(0) = V(\tau), \quad (4)$$

Умови обмеженості витрати зворотних вод:

$$0 \leq g_i \leq g_{\max} \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (5)$$

де g_i - витрата зворотних вод на i - му етапі скидання; $g_{\max}$ - максимальна витрата, яку можна забезпечити при регулюванні витрати зворотних вод.

Витрата $g_{\max}$, яка входить у співвідношення (4.5), вибирається так, щоби виконувалась умова:

$$g_{\max} > G, \quad (6)$$

де G - різниця між витратою води, яка надходить у накопичувач, та сумарною витратою води, що випаровується з водної поверхні та фільтрується з накопичувача (тут і далі вважається, що витрата G не змінюється протягом року, а якщо це не так, то для розрахунку режиму скидання використовується середньорічне значення витрати G).

Умови дотримання норм якості води в контрольному створі:

$$g_i \leq \hat{g}_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (7)$$

де $\hat{g}_i$ - максимальна витрата зворотних вод, при якій на i -му етапі скидання дотримуються норми якості води в контрольному створі.

Обговоримо наведені вище умови скидання зворотних вод.

Технічні характеристики водоскидної споруди чи пристрою для скидання зворотних вод з накопичувача такі, що зворотні води скидати неможливо, якщо рівень води в накопичувачі менше певного значення, а об'єм цієї води менше відповідного значення $V_{\min}$ (фактично $V_{\min}$ - це об'єм води в накопичувачі при рівні мертвого об'єму). Тому при експлуатації накопичувача може порушитися лише права частина подвійної нерівності (2), причому це порушення відповідає *переповненню накопичувача*. Саме тому умова (2) називається *умовою не переповнення накопичувача*. Як правило, у цій умові $V_{\max}$ - це об'єм води у накопичувачі при нормальному підпірному рівні (НПР), але бувають і виключення. Наприклад, для накопичувача в балці Свистунова об'єм води при НПР складає $V_{\text{НПР}} = 12$ млн. м³, а рекомендований максимально допустимий (тимчасово дозволений) об'єм $V_{\max} = 7,75$ млн. м³.

Умова (3) означає, що період скидання зворотних вод з накопичувача складає 1 рік, причому скидання зворотних вод протягом року складається із низки етапів скидання.

Якщо умова (4) періодичності скидання зворотних вод не виконується, то з плином років об'єм води у накопичувачі буде або зменшуватися (коли $V(0) > V(\tau)$), або збільшуватися (коли $V(0) < V(\tau)$). Такий режим експлуатації накопичувача у принципі є можливим, але небажаним хоча би тому, що при ньому кожного наступного року треба розраховувати новий режим скидання та погоджувати відповідний новий Регламент. При збільшенні (з плином років) об'єму V може виникнути загроза переповнення накопичувача.

Умови (5) відбивають той факт, що будь-яка водоскидна споруда або пристрій для скидання зворотних вод не можуть забезпечити (з технічних причин) необмежено велику витрату зворотної води.

Якщо умова (6) не виконується, то з урахуванням умови (5) очевидно, що в цьому випадку об'єм V води у накопичувачі буде монотонно збільшуватися, що в кінці кінців призведе до переповнення накопичувача. Саме тому витрата $g_{\max}$ вибирається так, щоби виконувалась умова (6).

При розрахунку режиму скидання максимально допустимі витрати $\hat{g}_1, \hat{g}_2, \dots, \hat{g}_m$, що входять в умови (7), вважаються заданими. Методика розрахунку максимально допустимої витрати описана у підрозділі 4.4. Якщо якусь із витрат $\hat{g}_i$ розрахувати неможливо (підрозділ 4.4), то відповідна з умов (7) не враховується при розрахунку режиму скидання.

Якщо величини $m, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$ визначені (підрозділ 4.1), то розрахунок режиму скидання зводиться до розрахунку витрати $g_1, g_2, \dots, g_m$ зворотної води на етапах скидання. В цьому випадку задача розрахунку режиму скидання формулюється так: враховуючи умови (2) – (7), необхідно розрахувати витрати $g_1, g_2, \dots, g_m$ при заданих значеннях величин $m, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m, \hat{g}_1, \hat{g}_2, \dots, \hat{g}_m, G, g_{\max}, V_{\min}, V_{\max}$.

Зважаючи на вимоги умови (4) для даного об'єкту необхідно застосувати періодичне скидання зворотних вод.

4.3 Основні співвідношення, що використовуються при розрахунку режиму скидання

Записуючи рівняння водного балансу накопичувача для i -го етапу скидання та розв'язуючи це рівняння відносно витрати g_i , одержимо:

$$g_i = G - \frac{x_i}{\tau_i} \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (8)$$

де $x_i = V_i - V_{i-1}$ - прирощення об'єму V на i -му етапі скидання; V_{i-1} та V_i - значення об'єму V на початку та наприкінці i -го етапу.

Якщо для всіх етапів скидання величини τ_i є відомими, то розрахувавши величини x_i , можна за формулою (8) розрахувати відповідні витрати g_i . В цьому випадку розрахунок режиму скидання зводиться до розрахунку величин x_i .

Якщо рівність $x_i = V_i - V_{i-1}$ записати для всіх етапів скидання, скласти отримані рівності, та врахувати умову (4), то одержимо:

$$\sum_{i=1}^m x_i = 0, \quad (9)$$

Якщо витрати g_i , які задаються співвідношеннями (8), підставити у нерівності (5), (7) та врахувати умови (2), (4), то можна одержати систему нерівностей такого вигляду:

$$\alpha_1 \leq x_1 \leq \beta_1, \quad \alpha_2 \leq x_2 \leq \beta_2, \quad \dots, \quad \alpha_m \leq x_m \leq \beta_m, \quad (10)$$

де величини α_i, β_i ($i = 1, 2, \dots, m$) є заданими функціями величин $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m, \hat{g}_1, \hat{g}_2, \dots, \hat{g}_m, G, g_{\max}, V_{\min}, V_{\max}$.

Якщо останні величини є заданими, то величини α_i, β_i ($i = 1, 2, \dots, m$) можна вважати відомими. В цьому випадку для розрахунку режиму скидання необхідно і достатньо знайти будь-який набір величин $x_1, x_2, \dots, x_m$, які задовольняють умовам (9), (10). Якщо такий набір величин $x_1, x_2, \dots, x_m$ знайдений, то відповідні витрати g_i , при яких виконуються умови скидання зворотних вод (підрозділ 4.2), розраховуються за формулою (8).

Оскільки умови (10) є нерівностями, існує безліч таких наборів величини $x_1, x_2, \dots, x_m$, які задовольняють умовам (9), (10). Тому, режим скидання розраховується неоднозначно. Цю неоднозначність можна усунути, оптимізуючи режим скидання. Але оптимізація режиму скидання, так само, як і розрахунок конкретних значень величин α_i, β_i ($i = 1, 2, \dots, m$) та знаходження відповідних наборів величин $x_1, x_2, \dots, x_m$, що задовольняють умовам (9) та (10) – це досить складна математична задача, розв’язок якої виходить за рамки даної роботи.

Разом із тим, використовуючи деякі з наведених вище співвідношень, можна одержати інші співвідношення для їх використання при аналізі “досить простих” режимів скидання, наприклад, діючого режиму скидання зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець. Одержимо два таких співвідношення.

Розв’язуючи рівняння (8) відносно величини x_i , знаходимо:

$$x_i = G\tau_i - g_i\tau_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (11)$$

Якщо скласти всі рівності (11) і врахувати умови (3) та (9), то одержимо

$$G\tau = \sum_{i=1}^m g_i\tau_i, \quad (12)$$

Відзначимо, що співвідношення (12) має досить простий фізичний сенс: відповідно до співвідношення, об’єм води, яка надходить у накопичувач протягом року (ліва частина рівності (12)), дорівнює об’єму води, яка протягом року скидається з накопичувача (права частина рівності (12)). Таким чином, співвідношення (12) фактично відбиває річний водний баланс накопичувача.

Якщо обидві частини кожної з нерівностей (7) помножити на τ_i , скласти всі отримані нерівності та врахувати співвідношення (12), то одержимо таку необхідну і достатню умову дотримання норм якості води в контрольному створі на всіх етапах скидання:

$$G\tau \leq \sum_{i=1}^m \hat{g}_i\tau_i, \quad (13)$$

Очевидно, що умову (13) можна записати так:

$$G \leq G_{кр}, \quad (14)$$

де $G_{кр}$ - критична витрата, яка розраховується за формулою:

$$G_{кр} = (1/\tau) \sum_{i=1}^m \hat{g}_i\tau_i.$$

Таким чином, норми якості води в контрольному створі дотримуються на всіх етапах скидання тоді, і тільки тоді, коли витрата води, що скидається з накопичувача, не перевищує критичну витрату.

4.4 Методика розрахунку максимально допустимої витрати зворотної води

Максимально допустима витрата зворотної води (максимально допустима витрата) – це така максимальна витрата, при якій в контрольному створі випуску зворотних вод дотримуються норми якості води, тобто виконуються умови:

$$C_i^{kc} \leq C_i^{ГДК} \quad (i = 1, 2, \dots, N), \quad (15)$$

де C_i^{kc} та $C_i^{ГДК}$ - максимальна концентрація i -ої нормованої речовини в контрольному створі та ГДК цієї речовини; N - кількість нормованих речовин.

У певних випадках розрахувати максимально допустиму витрату неможливо, бо в цих випадках дотримання або порушення умов (15) не залежить від витрати g зворотної води. Щоби визначити ці випадки, уведемо такі позначення: C_i^{36} - концентрація i -ої нормованої речовини у зворотній воді; C_i^{ϕ} - концентрація цієї речовини у фоновому створі.

Існують наступні варіанти співвідношень між величинами C_i^{36} , C_i^{ϕ} , $C_i^{ГДК}$ (нижче розглядаються лише нерівності зі знаками $<$ та $>$, бо відповідні нерівності зі знаками $\leq$ та $\geq$ практично не зустрічаються):

$$\begin{aligned} \text{а) } C_i^{36} < C_i^{\phi} < C_i^{ГДК}, \quad \text{б) } C_i^{36} < C_i^{ГДК} < C_i^{\phi}, \quad \text{в) } C_i^{\phi} < C_i^{36} < C_i^{ГДК}, \\ \text{г) } C_i^{ГДК} < C_i^{\phi} < C_i^{36}, \quad \text{д) } C_i^{ГДК} < C_i^{36} < C_i^{\phi}, \quad \text{е) } C_i^{\phi} < C_i^{ГДК} < C_i^{36}. \end{aligned}$$

Для визначення вказаних вище випадків виконується наступний аналіз.

Для кожної i -ої речовини перевіряється виконання умов:

а) – е) та приймається одне з таких тверджень: “речовину не можна скидати без порушення норм якості води”; “речовину можна скидати з будь-якою витратою”; “для скидання речовини потрібний розрахунок максимально допустимої витрати”.

Якщо для i -ої речовини виконується одна з умов а) – в), то для неї виконується умова $C_i^{36} < C_i^{ГДК}$. Очевидно, що в цьому випадку при будь-якій витраті g , скидання даної речовини не може призвести до порушення норм якості води в контрольному створі. Тому в даному випадку речовину “можна скидати з будь-якою витратою”.

Якщо для речовини виконується умова г) або умова д), то для цієї речовини виконуються умови $C_i^{\phi} > C_i^{ГДК}$, $C_i^{36} > C_i^{ГДК}$. Очевидно, що в цьому випадку при будь-якій витраті g виконується умова $C_i^{kc} > C_i^{ГДК}$, тобто норми якості води в контрольному створі порушуються. Тому в даному випадку “речовину не можна скидати без порушення норм якості води”.

Якщо ж для речовини виконується умова е) (таку речовину будемо називати *визначальною речовиною*), то “для скидання речовини потрібний розрахунок максимально допустимої витрати”.

Із наведеного вище аналізу випливає, що максимально допустиму витрату можна розрахувати лише у випадку, коли серед нормованих речовин є хоча б одна визначальна речовина. При цьому в іншому випадку норми якості води в контрольному створі або порушуються при будь-якій витраті g (якщо хоча би для одної з нормованих речовин виконуються умови $C_i^{\phi} > C_i^{ГДК}$, $C_i^{зв} > C_i^{ГДК}$), або скидання зворотних вод з будь-якою витратою g не може призвести до порушення норм якості води в контрольному створі (якщо для всіх нормованих речовин виконується умова $C_i^{зв} < C_i^{ГДК}$).

Виходячи з вище наведено можна зробити висновок:

При скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод не можливо порахувати максимально допустиму витрату зворотних вод, при якій в контрольному створі випуску зворотних вод дотримуються норми якості води.

Якщо задати деяке значення витрати g зворотної води, то за формулами, що наведені в наступному підрозділі 4.5, можна розрахувати відповідне значення кратності розбавлення n зворотної води в контрольному створі, тобто $n(g)$ - задана функція (тут вважаються заданими всі величини, від яких залежить величина n (підрозділі 4.5), окрім витрати g). Оскільки при збільшенні g кратність розбавлення $n(g)$ зменшується, враховуючи умови (15), можна показати, що максимально допустима витрата $\hat{g}$ є розв'язком рівняння:

$$n(g) = n_j, \quad (16)$$

в якому величина n_j задається формулами:

$$n_j = \max(n_1, n_2, \dots, n_S), \quad (17)$$

$$n_i = \frac{C_i^{зв} - C_i^{\phi}}{C_i^{ГДК} - C_i^{\phi}} \quad (i = 1, 2, \dots, S), \quad (18)$$

де i - номер визначальної речовини; S - кількість визначальних речовин; n_i - *необхідна кратність розбавлення i -ої речовини*.

Визначальну речовину, номер якої j задається співвідношенням (17), будемо називати *лімітуючою речовиною*. Відзначимо, що лімітуюча речовина має таку властивість: якщо норми якості води в контрольному створі можуть дотримуватися, причому серед нормованих речовин є хоча би одна визначальна речовина, то зазначені норми якості води дотримуються тоді, і тільки тоді, коли для лімітуючої речовини виконується умова:

$$C_j^{kc} \leq C_j^{ГДК}, \quad (19)$$

Оскільки у рівнянні (16) функція $n(g)$ та значення величини n_j є заданими, це рівняння можна розв'язати будь-яким із чисельних методів розв'язку рівнянь такого вигляду. Нижче описується алгоритм найпростішого із цих методів – алгоритм *методу бісекції*, в якому враховується, що функція $n(g)$ зменшується при збільшенні g , а отже, рівняння (16) має єдиний розв'язок.

Для розв'язку рівняння (16) методом бісекції спочатку задається будь-яке значення $g = g_0 > 0$ (можна прийняти, що $g_0 = g_m$, де g_m - максимальна витрата, яку можуть забезпечити технічні пристрої для скидання зворотної води).

Якщо $n(g_0) = n_j$, то розв'язок рівняння (16) знайдений, причому $\bar{g} = g_0$, де $\bar{g}$ - корінь рівняння (16). Якщо ж $n(g_0) \neq n_j$, то для знаходження кореня $\bar{g}$ треба спочатку визначити будь-які величини α і β , для яких виконується умова $\alpha < \bar{g} < \beta$. Для цього використовується алгоритм (*метод Свенна*), що складається із низки наступних *розрахункових кроків*.

У випадку, коли $n(g_0) > n_j$, покладаємо $\alpha = g_0$. В цьому випадку на розрахунковому кроці 1 покладаємо $g_1 = 2g_0$. Якщо $n(g_1) < n_j$, то покладаємо $\beta = g_1$ та закінчуємо визначення величин α і β , а в іншому випадку виконуємо крок 2. На кроці 2 покладаємо $g_2 = 2g_1$. Якщо $n(g_2) < n_j$, то покладаємо $\beta = g_2$, та закінчуємо визначення величин α і β , а в іншому випадку виконуємо аналогічний крок 3, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k -му кроці не виконається умова $n(g_k) < n_j$. Після цього покладаємо $\beta = g_k$ і закінчуємо визначення величин α , β .

У випадку, коли $n(g_0) < n_j$, покладаємо $\beta = g_0$. В цьому випадку на кроці 1 покладаємо $g_1 = g_0 / 2$. Якщо $n(g_1) > n_j$, то покладаємо $\alpha = g_1$ та закінчуємо визначення величин α і β , а в іншому випадку виконуємо крок 2. На кроці 2 покладаємо $g_2 = g_1 / 2$. Якщо $n(g_2) > n_j$, то покладаємо $\alpha = g_2$, та закінчуємо визначення величин α і β , а в іншому випадку виконуємо аналогічний крок 3, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k -му кроці не виконається умова $n(g_k) > n_j$. Після цього покладаємо $\alpha = g_k$ і закінчуємо визначення величин α , β .

Після визначення величин α , β знаходиться корінь $\bar{g}$ рівняння (16). Для цього використовується алгоритм (власне *метод бісекції*), що складається із низки наступних кроків.

На кроці 1 приймаємо $a_1 = \alpha$, $b_1 = \beta$, і розраховуємо величину $g_1 = (a_1 + b_1)/2$ та перевіряємо виконання умови $|n(g_1) - n_j| \leq \varepsilon$, де ε - задана абсолютна похибка чисельного розв'язку рівняння (4.16). Якщо ця умова виконується, то покладаємо $\hat{g} = q_1$ і закінчуємо розв'язок рівняння (4.16), а в іншому випадку виконуємо крок 2. Якщо $n(g_1) < n_j$, то на кроці 2 приймаємо $a_2 = a_1$, $b_2 = g_1$, а якщо $n(qg_1) > n_j$, то приймаємо $a_2 = g_1$, $b_2 = b_1$, і розраховуємо величину $g_2 = (a_2 + b_2)/2$ та перевіряємо виконання умови $|n(g_2) - n_j| \leq \varepsilon$. Якщо ця умова виконується, то приймаємо $\hat{g} = q_2$ і закінчуємо розв'язок рівняння (16), а в іншому випадку виконуємо крок 3, аналогічний кроку 2, і так далі. Такі кроки виконуються доти, поки на деякому k -му кроці не виконається умова $|n(g_k) - n_j| \leq \varepsilon$. Після цього покладаємо $\hat{g} = g_k$ і закінчуємо розв'язок рівняння (16).

Якщо $g \leq \hat{g}$, то умови (15) виконуються для всіх нормованих речовин. Якщо при цьому $g < \hat{g}$, то для кожної i -ої речовини виконується умова $C_i^{kc} < C_i^{ГДК}$, а якщо $g = \hat{g}$, то ця умова виконується для всіх речовин, окрім лімітуючої речовини, для якої виконується умова $C_j^{kc} = C_j^{ГДК}$. Якщо ж $g > \hat{g}$, то умови (15) не виконуються хоча би для лімітуючої речовини.

4.5 Методика розрахунку кратності розбавлення зворотних вод в контрольному створі

Для розрахунку кратності загального розбавлення зворотної води у максимально забрудненому струмені у контрольному створі водотоку потрібні такі вихідні дані :

- витрата Q води водотоку у фоновому створі випуску зворотної води, м³/с;
- витрата g зворотної води, м³/с;
- відстань l (уздовж фарватеру водотоку) між створом випуску зворотної води та контрольним створом, м;
- середня глибина h водотоку на ділянці змішування (ділянці від створу випуску зворотної води до контрольного створу), м;
- середня швидкість u плинину води на ділянці змішування, м/с;
- коефіцієнт шорсткості $n_{ш}$ ложа водотоку на ділянці змішування (безрозмірний коефіцієнт $n_{ш}$ визначається за таблицею М.Ф. Срібного [Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд]);

- коефіцієнт шорсткості $n_{\text{л}}$ нижньої поверхні льоду (безрозмірний коефіцієнт $n_{\text{л}}$ визначається за таблицею П.Н. Белоконя [Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика М.: Стройиздат, 1981] та задається тільки у випадку, коли зворотна вода скидається під час льодоставу);
- коефіцієнт звивистості φ - відношення відстані l до відстані уздовж прямої між випуском зворотної води та контрольним створом;
- тип випуску зворотної води: *затоплений випуск* (випуск, оголовок якого розташований під поверхнею води) або *випуск з вільною поверхнею води* (лоток, канава, тощо);
- тип розташування випуску зворотної води відносно берега водотоку: для затопленого випуску – *випуск з берега* або *випуск у стрижень*, а для випуску з вільною поверхнею води - *випуск з берега*;
- діаметр d_0 випускного отвору оголовка випуску, м (діаметр d_0 задається тільки для затопленого випуску);
- швидкість v витікання зворотної води з оголовка випуску, м/с (швидкість v задається тільки для випуску з вільною поверхнею води та визначається за результатами вимірювання цієї швидкості при заданій витраті g).

Кратність n загального розбавлення зворотної води у максимально забрудненому струмені контрольного створу водотоку розраховується за наступними формулами:

$$n = n_n n_o, \quad (20)$$

де n_n та n_o - кратності початкового та основного розбавлень.

Кратність початкового розбавлення n_n розраховується наступним чином.

Спочатку визначається швидкість v (м/с) витікання зворотної води із затопленого випуску або із випуску з вільною поверхнею води.

Якщо випуск затоплений, то:

$$v = \frac{4g}{\pi d_0^2},$$

де $\pi = 3,1416$ - число "пи".

Для випуску з вільною поверхнею води величина швидкості v приймається за даними її вимірювання при заданій витраті g та визначається еквівалентний діаметр d_0 відповідного випускного отвору затопленого випуску:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4q}{\pi v}},$$

У випадку, коли не виконуються хоча б одна з умов

$$v > 2 \text{ м/с}, \quad v \geq 4 u, \quad (21)$$

приймається, що кратність початкового розбавлення $n_n = 1$.

Якщо умови (21) виконуються, то для розрахунку кратності розбавлення n_n спочатку обчислюються величини:

$$\Delta v = 0,15 (v - u), \quad m = u/v.$$

Далі визначається діаметр d (м) забрудненої плями в граничному створі зони початкового розбавлення:

$$d = \frac{1,972 d_0}{\sqrt{(1-m) \cdot \Delta v^2 / 1,92 + m \cdot \Delta v}},$$

Якщо $d > h$, то приймається, що $d = h$.

Відстань l_n (м) між створом випуску зворотної води та граничним створом зони початкового розбавлення розраховується за формулою:

$$l_n = \frac{d - d_0}{0,48 (1 - 3,12 m)},$$

Якщо $l > l_n$, то кратність початкового розбавлення n_n розраховується так:

$$n_n = \frac{0,248 \bar{d}^2}{1 - m} \left(\sqrt{m^2 + \frac{8,1 (1 - m)}{\bar{d}^2}} - m \right), \quad (22)$$

де $\bar{d} = d/d_0$.

Якщо $l < l_n$, або за формулою (22) виходить, що $n_n < 1$, то приймається, що $n_n = 1$.

Кратність основного розбавлення n_o розраховується за такими формулами:

$$n_o = 1 + \gamma \delta, \quad \delta = \frac{Q - q(n_n - 1)}{n_n q}, \quad \gamma = \frac{1 - \exp(-\alpha^3 \sqrt{l})}{1 + \delta \exp(-\alpha^3 \sqrt{l})}, \quad \alpha = \varphi \zeta \sqrt[3]{\frac{D}{q}},$$

де $\zeta = 1$ для берегового випуску зворотної води; $\zeta = 1,5$ для випуску зворотної води у стрижень водотоку.

У випадку, коли зворотна вода скидається при відсутності льодоставу, коефіцієнт турбулентної дифузії D (м²/с) розраховується так:

$$D = \frac{g_{\text{вн}} u h}{37 n_{\text{ш}} C_{\text{ш}}^2}, \quad (23)$$

де $g_{\text{вн}}$ - прискорення вільного падіння ($g_{\text{вн}} = 9,8 \text{ м/с}^2$);

Якщо $h \leq 5 \text{ м}$, то коефіцієнт Шезі $C_{\text{ш}}$ у формулі (23) визначається за формулою:

$$C_{\text{ш}} = \frac{h^\mu}{n_{\text{ш}}}, \quad \mu = 2,5 \sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,13 - 0,75 \sqrt{h} (\sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,1), \quad (24)$$

а при $h > 5$ м - за формулою

$$C_{\text{ш}} = 1/n_{\text{ш}} + (21 - 100 \cdot n_{\text{ш}}) \cdot \lg h, \quad (25)$$

Якщо зворотна вода скидається під час льодоставу, то величина D розраховується за формулами (23) – (25), в яких величина h замінюється на величину $h_{\text{нр}} = 0,5h$, а величина $n_{\text{ш}}$ - на величину:

$$n_{\text{нр}} = n_{\text{ш}} (1 + \lambda^{1,5})^{0,67},$$

де $\lambda = n_{\text{л}} / n_{\text{ш}}$.

Якщо розрахунок кратності загального розбавлення n за наведеними вище формулами показує, що $n > 1 + Q/g$, то величина n розраховується за формулою:

$$n = 1 + \frac{Q}{g}, \quad (26)$$

яка відповідає повному змішуванню зворотної води з водою водотоку.

Таким чином, кратність загального розбавлення n не може перевищувати значення, яке задається формулою (26).

Відзначимо, що у випадку, коли $g/Q > 0,1$, необхідно розраховувати кратність розбавлення n з використанням методів, що наведені в роботі [Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод]. У цій роботі, окрім описаного вище методу розрахунку величини n , розглядаються *детальні методи*, що засновані на чисельному розв'язку двовимірного рівняння турбулентної дифузії з відповідними граничними умовами.

У випадку коли $g/Q > 0,1$ рекомендується використовувати чисельний метод Караушева.

4.6 Методика розрахунку концентрації речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець

Якщо відомі витрата води Q та концентрація C_{ϕ} деякої нормованої речовини у фоновому створі В випуску зворотних вод (мал. 4.1), то максимальна концентрація $C_{\text{кс}}$ даної речовини в контрольному створі Г розраховується так [Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами]:

$$C_{\text{кс}} = \left(C_{\phi} + \frac{C_{\text{зв}} - C_{\phi}}{n} \right) \exp(-kL_{\text{кс}}/u), \quad (27)$$

де $C_{\text{зв}}$ - задана концентрація даної речовини у зворотних водах, що скидаються з накопичувача;

k - коефіцієнт неконсервативності речовини (для консервативної речовини $k=0$);

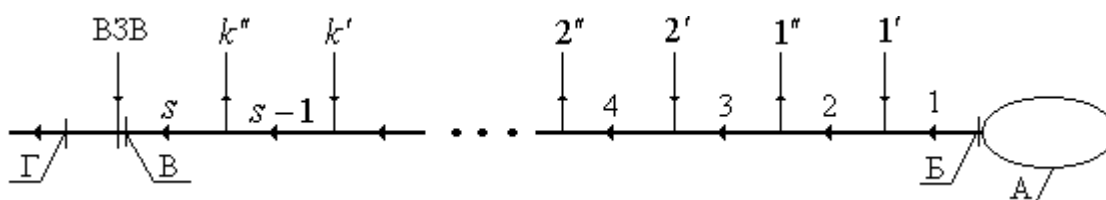
u - швидкість плину води на річковій ділянці від створу випуску зворотних вод до контрольного створу;

$L_{\text{КС}}$ - відстань між створом випуску зворотних вод та контрольним створом;

n - кратність загального розбавлення зворотних вод у максимально забрудненому струмені в контрольному створі (кратність розбавлення n залежить від витрати Q та розраховується за методикою, що описана у підрозділі 4.5).

Але величини Q та C_{ϕ} не є заданими, бо вони залежать не тільки від витрати води та концентрації розглядуваної речовини у створі Б випуску води з Карачунівського водосховища (мал. 4.1), а й від характеристик точкових джерел та стоків води і даної речовини на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (під *точковими джерелами* води і речовини тут розуміються випуски зворотних вод від різних підприємств у річку Інгулець та річкові притоки, а під *точковими стоками* – водозабори з річки Інгулець). Тому величини Q та C_{ϕ} треба визначати розрахунковим шляхом.

Відзначимо, що за інформацією Замовника даної роботи на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В на сьогодні водозабори відсутні. Але такі водозабори можуть з'явитися у майбутньому, причому їх наявність впливає на значення величин Q та C_{ϕ} . Тому наявність точкових стоків води і речовин (вони відповідають водозаборам), передбачена на мал. 4.1 та у методиці розрахунку величин Q і C_{ϕ} , яка описується нижче. Зрозуміло, що ця методика враховує, зокрема, й випадок, коли водозабори відсутні. Опишемо методику розрахунку величин Q та C_{ϕ} .



Малюнок 4.1 - Схема ділянки річки Інгулець від Карачунівського водосховища до контрольного створу випуску зворотних вод з накопичувача: А – Карачунівське водосховище; Б – створ випуску води з водосховища; ВЗВ – випуск зворотних вод з накопичувача; В – фонівий створ випуску зворотних вод; Г – контрольний створ випуску зворотних вод; $1', 2', \dots, k'$ - точкові джерела води і речовин; $1'', 2'', \dots, k''$ - водозабори з річки; 1, 2, ..., s - річкові ділянки, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин (дуги).

Відзначимо, що за інформацією Замовника даної роботи на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В на сьогодні водозабори відсутні. Але такі водозабори можуть

з'явитися у майбутньому, причому їх наявність впливає на значення величин Q та C_ϕ . Тому наявність точкових стоків води і речовин (вони відповідають водозаборам), передбачена на мал. 4.1 та у методиці розрахунку величин Q і C_ϕ , яка описується нижче. Зрозуміло, що ця методика враховує, зокрема, й випадок, коли водозабори відсутні. Опишемо методику розрахунку величин Q та C_ϕ .

Для розрахунку величин Q та C_ϕ потрібні такі вихідні дані:

- концентрація C_e розглядуваної речовини у створі Б випуску води з Карачунівського водосховища (мал. 4.1), мг/л;
- g_e - витрата води у створі випуску води з Карачунівського водосховища, м³/с;
- $\bar{p}$ - кількість точкових джерел води і речовин на річковій ділянці від створу Б до створу В (мал. 4.1);
- $\hat{g}_1, \hat{g}_1, \dots, \hat{g}_{\bar{p}}$ - витрата води у точкових джерелах води і речовин, м³/с;
- $\hat{C}_1, \hat{C}_2, \dots, \hat{C}_{\bar{p}}$ - концентрація розглядуваної речовини у точкових джерелах води і речовин, мг/л;
- $\check{p}$ - кількість точкових стоків води і речовин на річковій ділянці від створу Б до створу В (мал. 4.1);
- $\check{g}_1, \check{g}_2, \dots, \check{g}_{\check{p}}$ - витрата води у точкових стоках води і речовин, м³/с;
- k - коефіцієнт неконсервативності розглядуваної речовини, 1/с (для консервативної речовини $k = 0$);
- s - кількість річкових ділянок, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин (мал. 4.1);
- $u_1, u_2, \dots, u_s$ - швидкість плину води на річкових ділянках, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин, м/с;
- $l_1, l_2, \dots, l_s$ - довжина (уздовж фарватеру) річкових ділянок, які не містять точкових джерел та стоків води і речовин, м.

Витрата води Q розраховується за формулою:

$$Q = g_e + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i - \sum_{i=1}^{\check{p}} \check{g}_i, \quad (28)$$

Для розрахунку концентрації C_ϕ ділянка річки Інгулець від створу Б до створу В розбивається на дуги – річкові ділянки, що не містять точкових джерел та стоків води і речовин (мал. 4.1). Далі під *дугами* розуміються вказані вище річкові ділянки.

Дуги нумеруються у порядку їх слідування в напрямку плину річкової води (мал. 4.1). Кожна дуга має *вхідний створ* - найвищій (за течією води) створ даної

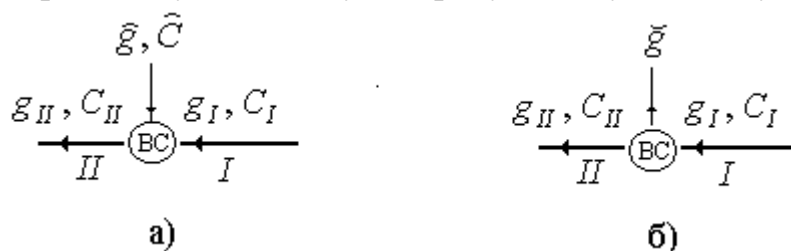
дуги - та *вихідний створ* – найнижчий за течією створ дуги. Якщо концентрація $C_{вх}$ розглядуваної речовини у вхідному створі даної дуги відома, то концентрація $C_{вих}$ у вихідному створі дуги розраховується за формулою [13]

$$C_{вих} = C_{вх} \exp(-kl/u), \quad (29)$$

де l - довжина (уздовж фарватеру) даної дуги;

u - швидкість плину води на даній дузі.

Кожному точковому джерелу та стоку води і речовин відповідає вершина спряження. Для точкового джерела води і речовин *вершина спряження* відповідає створу якогось випуску зворотних вод або місцю впадіння якоїсь притоки у річку Інгулець, а для стоку – створу забору води з річки Інгулець. Види вершин спряження наведені на мал. 4.2. Якщо вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин (мал. 4.2, а)), то вона характеризується витратою води $\bar{g}$ та концентрацією $\bar{C}$ даної речовини у цьому джерелі. Якщо вершина спряження відповідає стоку води і речовин (рис. 4.2, б)), то вона характеризується лише витратою води $\bar{g}$ у відповідному водозабірному створі. На мал. 4.2 дуга I *входить у вершину спряження*, дуга II *виходить з вершини спряження*, g_I та g_{II} - це витрати води у вихідному створі дуги I та у вхідному створі дуги II, C_I та C_{II} - концентрація розглядуваної речовини у вихідному створі дуги I та у вхідному створі дуги II.



Малюнок 4.2 – Види вершин спряження: ВС – вершина спряження;

I, II – потоки річкової води (дуги I, II);

а) – вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин;

б) – вершина спряження відповідає точковому стоку води і речовин.

Якщо величини g_I і C_I відомі, то величини g_{II} і C_{II} розраховуються з використанням наступних умов спряження [Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД “Райдер”, 2008].

Якщо вершина спряження відповідає точковому джерелу води і речовин (мал. 4.2, а)), то:

$$g_{II} = g_I + \bar{g}, \quad C_{II} = \frac{g_I C_I + \bar{g} \bar{C}}{g_I + \bar{g}}, \quad (30)$$

Якщо вершина спряження відповідає точковому стоку води і речовин (мал. 4.2, б)), то:

$$g_{II} = g_I - \bar{g}, \quad C_{II} = C_I, \quad (31)$$

Алгоритм розрахунку концентрації C_ϕ складається з наступних розрахункових кроків [Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД “Райдер”, 2008].

Спочатку виконується крок 1, на якому визначаються витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 1 (мал. 4.1). При цьому витрата води та концентрація речовини у вхідному створі дуги 1 відомі: витрата води дорівнює g_ϵ , а концентрація речовини дорівнює C_ϵ . Витрата води у вихідному створі дуги 1 також дорівнює g_ϵ (бо на дузі 1, як і на будь-якій іншій дузі, відсутні джерела та стоки води), а концентрація речовини $C_{вих}$ у вихідному створі дуги 1 розраховується за формулою (29), в якій $C_{ex} = C_\epsilon$.

Потім виконується крок 2, на якому розраховуються витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 2. Оскільки витрата води та концентрація речовини у вихідному створі дуги 1 відомі (вони були визначені на попередньому кроці 1), використовуючи одну з умов спряження (30) та (31), розраховуємо витрату води та концентрацію речовини у вхідному створі дуги 2 (рис. 4.1): якщо вершина спряження, з якої виходить дуга 2, відповідає точковому джерелу води і речовин, то використовуються умови спряження (30), а в іншому випадку - умови спряження (31). Тепер витрата води у вихідному створі дуги 2 відома (вона така ж сама, як і у вхідному створі дуги 2), а концентрація речовини у вихідному створі дуги 2 розраховується аналогічно тому, як це було описано вище для дуги 1.

Далі аналогічні кроки виконуються для дуг 3, 4, ..., s , в результаті чого розраховується концентрація речовини у вихідному створі останньої дуги з номером s (мал. 4.1). Очевидно, що ця концентрація співпадає із шуканою концентрацією C_ϕ .

Як зазначено вище, у теперішній час на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (рис. 4.1) відсутні водозабори, тобто $\bar{p} = 0$. Якщо при цьому вважати, що швидкість плину води є однаковою для всіх дуг 1, 2, ..., s (мал. 4.1), то описаний вище метод розрахунку концентрації C_ϕ суттєво спрощується: в цьому випадку концентрацію C_ϕ можна розрахувати за такою формулою [Кресин В.С., Остроумов

С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКРНДІЕП. Харків: ВД “Райдер”, 2008]:

$$C_{\phi} = \frac{g_{\phi} C_{\phi} \exp(-kL/u) + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u)}{g_{\phi} + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i}, \quad (32)$$

де L - відстань (уздовж фарватеру) між створами Б і В (мал. 4.1);

L_i - відстань (за фарватером) між i - им точковим джерелом води і речовин та створом В;

u - швидкість плину води на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (мал. 4.1).

Відзначимо, що в описаній вище методиці розрахунку не враховувалися *дифузні* (розподілені уздовж дуг) джерела та стоки води і речовин. Це обумовлено тим, що для врахування дифузних джерел та стоків необхідно мати результати попередніх регулярних вимірювань концентрації речовин та витрати води у вхідному та вихідному створах усіх дуг, причому такі вимірювання не проводяться на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (мал. 4.1). Але проведення зазначених вимірювань є можливим, і тому в додатку А описується методика розрахунку, яка враховує дифузні джерела та стоки води і речовин.

Якщо в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою та при цьому $\bar{p} = 0$ (тобто водозабори відсутні), то використовуючи співвідношення (26), (28) одержимо:

$$C_{\kappa\kappa} = \frac{g_{\phi} C_{\phi} \exp(-kL/u) + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + g C_{3\phi} \exp(-kL_{\kappa\kappa}/u)}{g_{\phi} + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g}, \quad (33)$$

Таким чином, при відсутності водозаборів та при повному змішуванні зворотних вод накопичувача з річковою водою використання описаної вище доволі складної методики розрахунку концентрації $C_{\kappa\kappa}$ фактично непотрібно, бо концентрацію $C_{\kappa\kappa}$ можна розрахувати за досить простою формулою (33).

Якщо розглядувана речовина є консервативною ($k = 0$), то із (33) знаходимо:

$$C_{\kappa\kappa} = \frac{g_{\epsilon} C_{\epsilon} + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i + g C_{3\epsilon}}{g_{\epsilon} + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g}, \quad (34)$$

Якщо $g_{\epsilon} \rightarrow \infty$, то із (28) одержимо $Q \rightarrow \infty$. Очевидно, що в цьому випадку $n \rightarrow \infty$. Враховуючи це, із (27), (32) знаходимо:

$$\lim C_{\kappa\kappa}(g_{\epsilon})|_{g_{\epsilon} \rightarrow \infty} = \tilde{C}_{\epsilon}, \quad \tilde{C}_{\epsilon} = C_{\epsilon} \exp(-kL_{\Sigma}/u), \quad (35)$$

де L_{Σ} - відстань (уздовж фарватеру) між створами Б і Г (рис. 4.1).

Із (35) випливає, що при достатньо великій витраті g_{ϵ} концентрація $C_{\kappa\kappa}$ практично не відрізняється від концентрації $\tilde{C}_{\epsilon}$, причому $\tilde{C}_{\epsilon} \leq C_{\epsilon}$.

4.7 Методика розрахунку критичної витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища

Як було зазначено під час скидання зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець здійснюється скид (попуск) води з Карачунівського водосховища, розташованого на річці Інгулець вище випуску зворотних вод. При цьому зворотні води скидаються з накопичувача у річку Інгулець лише у міжвегетаційний період року (1 листопада – 15 березня). Відповідно до регламенту періодичного скидання зворотних вод з накопичувача пропонується розробляти виходячи з умови, що при скиданні зворотних вод концентрація всіх нормованих речовин в контрольному створі не повинна перевищувати рекомендовану концентрацію у контрольному створі. Концентрація таких речовин згідно вимог нормативних документів у контрольному створі під час скидання зворотних вод не повинна перевищувати ГДК. Це означає, що для кожної з нормованих речовин повинна виконуватися умова:

$$C_{\kappa\kappa} \leq \tilde{C}, \quad (36)$$

в якій $C_{\kappa\kappa}$ - концентрація даної речовини в контрольному створі під час скидання зворотних вод, а $\tilde{C}$ - рекомендована концентрація даної речовини.

Критичною витратою будемо називати таку мінімальну витрату води, що скидається з Карачунівського водосховища, при якій для всіх нормованих речовин виконується умова (36).

Очевидно, що серед величин, від яких залежить концентрація $C_{\kappa\kappa}$ будь-якої нормованої речовини (підрозділ 4.6), під час скидання зворотних вод регулюванню практично піддаються лише витрата g зворотної води, яка скидається з накопичувача, та витрата води g_{ϵ} у створі випуску води з Карачунівського водосховища.

При цьому середня (за час скидання зворотних вод) витрата g є фактично заданою, бо вона розраховується за формулою:

$$g = \frac{V_{ш}}{\tau_2}, \quad (37)$$

де $V_{ш}$ - заданий об'єм шахтної води, яку необхідно скинути з накопичувача;

τ_2 - задана тривалість скидання зворотних вод з накопичувача.

Щодо витрати g_θ , то ця витрата, на відміну від витрати g , може змінюватися.

Таким чином, при розрахунку середньої (за час скидання зворотних вод) концентрації C_{kc} слід вважати постійними всі величини, від яких залежить концентрація C_{kc} , окрім витрати g_θ . При цьому, задавши певне значення витрати g_θ , можна розрахувати відповідне значення концентрації C_{kc} за методикою, що описана у підрозділ 4.6. Це означає, що концентрація C_{kc} є заданою функцією витрати g_θ , тобто $C_{kc} = C_{kc}(g_\theta)$, де $C_{kc}(g_\theta)$ - задана функція.

Будемо казати, що функція $C_{kc}(g_\theta)$ *убуває*, якщо при будь-якому збільшенні величини g_θ величина $C_{kc}(g_\theta)$ зменшується, та *зростає* – якщо $C_{kc}(g_\theta)$ збільшується. Як показано далі (пункт 4.7.2), перед розрахунком критичної витрати, для кожної з нормованих речовин треба визначити чи *убуває* відповідна функція $C_{kc}(g_\theta)$. У зв'язку із цим, розглянемо умови *убування* функції $C_{kc}(g_\theta)$.

4.7.1 Умови зменшення концентрації речовин в контрольному створі при збільшенні витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища

Очевидно, що функція $C_{kc}(g_\theta)$ *убуває* тоді, і тільки тоді, коли виконується умова:

$$\frac{dC_{kc}}{dg_\theta} < 0, \quad (38)$$

Щоби визначити характер зміни функції $C_{kc}(g_\theta)$ (*убуває* чи *зростає* ця функція) спочатку розглянемо випадок, коли в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. В цьому випадку функція $C_{kc}(g_\theta)$ задається формулою (33), в якій змінною є лише витрата g_θ . Якщо, використовуючи формулу (33), знайти похідну функцію $C_{kc}(g_\theta)$, підставити цю похідну у (38) та розв'язати одержану нерівність відносно концентрації C_θ , то отримаємо наступну необхідну і достатню умову *убування* функції $C_{kc}(g_\theta)$:

$$C_g < \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(k\bar{L}_i / u) + gC_{3g} \exp(k(L - L_{kc}) / u)}{g + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i}, \quad (39)$$

де $\bar{L}_i$ - відстань між i - им точковим джерелом води і речовин та створом Б (рис. 4.1).

Очевидно, що при $k=0$ права частина нерівності (39) є меншою, чим при $k>0$. Тому достатня умова убуття розглядуваної функції $C_{kc}(g_g)$ записується так:

$$C_g < \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i + gC_{3g}}{g + \sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i}, \quad (40)$$

Якщо умова (40) виконується, то виконується й умова (39), тобто функція $C_{kc}(g_g)$ убуттяє.

Тепер розглянемо випадок, коли в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. В цьому випадку для визначення характеру зміни функції $C_{kc}(g_g)$ (убуттяє чи зростає ця функція) треба розрахувати низку значень даної функції при різних значеннях її аргументу g_g , використовуючи при цьому формули (27), (28), (32) та методику розрахунку кратності розбавлення n (підрозділ 4.5). Після цього можна, наприклад, побудувати графік функції $C_{kc}(g_g)$, з якого буде видно, убуттяє чи зростає ця функція.

4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати

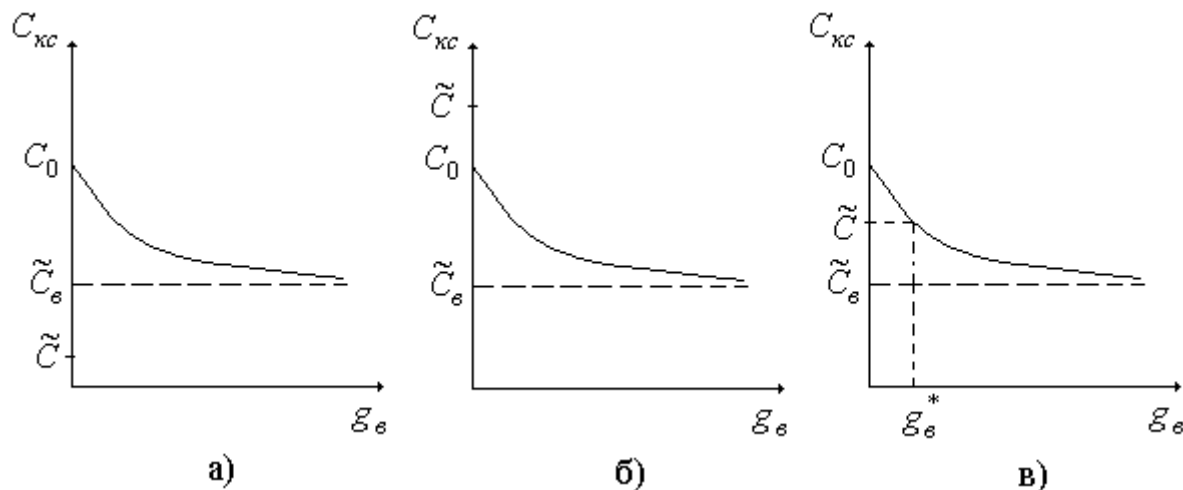
Опишемо алгоритм розрахунку критичної витрати $\ddot{g}_g$ - мінімального значення витрати g_g , при якому умова (36) виконується для всіх нормованих речовин.

Окрім уведеного вище позначення $\tilde{C}_g = C_g \exp(-kL_\Sigma / u)$, уведемо такі позначення: C_0 - значення функції $C_{kc}(g_g)$ при $g_g = 0$; g_g^* - корінь рівняння $C_{kc}(g_g) = \tilde{C}$ (розрахунок величин g_g^* та C_0 описується далі).

При розрахунку критичної витрати $\ddot{g}_g$ для кожної з нормованих речовин аналізується можливість виконання умови (36) та приймається одне з таких тверджень: “для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті g_g ”, “для речовини

умова (36) виконується при будь-якій витраті g_e ”, “для речовини умова (36) виконується при $g_e \leq g_e^*$ ”, “для речовини умова (36) виконується при $g_e \geq g_e^*$ ”.

Якщо для даної речовини функція $C_{kc}(g_e)$ убиває (мал. 4.3), то зазначений вище аналіз виконується наступним чином.



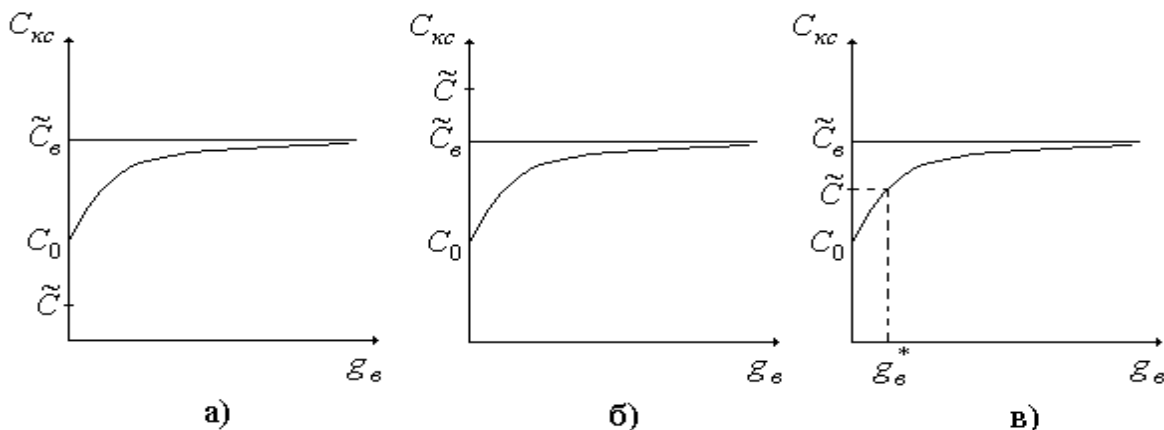
Малюнок 4.3 – Випадок, коли функція $C_{kc}(g_e)$ убиває: а) - $\tilde{C} < \tilde{C}_e$; б) - $\tilde{C} > C_0$; в) - $\tilde{C}_e < \tilde{C} < C_0$ (на рисунку враховано, що $C_{kc}(g_e) \rightarrow \tilde{C}_e$ при $g_e \rightarrow \infty$)

Якщо $\tilde{C} < \tilde{C}_e$, то “для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті g_e ” (мал. 4.3, а). Якщо $\tilde{C} > C_0$, то “для речовини умова (36) виконується при будь-якій витраті g_e ” (рис. 4.3, б). Якщо $\tilde{C}_e < \tilde{C} < C_0$, то “для речовини умова (36) виконується при $g_e \geq g_e^*$ ” (рис. 4.3, в).

Якщо для даної речовини функція $C_{kc}(g_e)$ зростає (мал. 4.4), то зазначений вище аналіз виконується наступним чином.

Якщо $\tilde{C} < \tilde{C}_0$, то “для речовини умова (36) не виконується при будь-якій витраті g_e ” (мал. 4.4, а). Якщо $\tilde{C} > \tilde{C}_e$, то “для речовини умова (36) виконується при будь-якій витраті g_e ” (мал. 4.4, б). Якщо $C_0 < \tilde{C} < \tilde{C}_e$, то “для речовини умова (36) виконується при $g_e \leq g_e^*$ ” (рис. 4.4, в).

Якщо описаний вище аналіз показує, що серед нормованих речовин є хоча б одна речовина, для якої “умова (36) не виконується при будь-якій витраті g_e ”, то скидання води з Карачунівського водосховища не дозволяє забезпечити виконання умови (36) для всіх нормованих речовин. В цьому випадку критичну витрату $\ddot{g}_e$ розрахувати неможливо.



Малюнок 4.4 – Випадок, коли функція $C_{кс}(g_{\epsilon})$ зростає: а) - $\tilde{C} < \tilde{C}_0$; б) - $\tilde{C} > \tilde{C}_0$; в) - $C_0 < \tilde{C} < \tilde{C}_\epsilon$ (на рисунку враховано, що $C_{кс}(g_{\epsilon}) \rightarrow \tilde{C}_\epsilon$ при $g_{\epsilon} \rightarrow \infty$)

Якщо для всіх нормованих речовин “умова (36) виконується при будь-якій витраті g_{ϵ} ”, то скидання води з Карачунівського водосховища є недоцільним, бо і без цього скидання (при $g_{\epsilon} = 0$) умова (36) виконується для всіх речовин, тобто в даному випадку $\ddot{g}_{\epsilon} = 0$.

В інших випадках критична витрата $\ddot{g}_{\epsilon}$ визначається наступним чином.

Серед витрат g_{ϵ}^* , що відповідають речовинам, для яких “умова (36) виконується при $g_{\epsilon} \leq g_{\epsilon}^*$ ”, вибирається найменша витрата (позначимо цю витрату через g_1). Серед витрат g_{ϵ}^* , що відповідають речовинам, для яких “умова (36) виконується при $g_{\epsilon} \geq g_{\epsilon}^*$ ”, вибирається найбільша витрата (позначимо цю витрату через g_2).

Очевидно, що умова (36) виконується для всіх нормованих речовин тоді, і тільки тоді, коли виконується умова

$$g_2 \leq g_{\epsilon} \leq g_1, \quad (41)$$

Якщо $g_1 < g_2$, то умова (41) не виконується ні при якому значенні витрати g_{ϵ} . В цьому випадку критичну витрату $\ddot{g}_{\epsilon}$ розрахувати неможливо, бо скидання води з Карачунівського водосховища не дозволяє забезпечити виконання умови (36) для всіх нормованих речовин.

Якщо $g_1 \geq g_2$, то найменше значення витрати g_{ϵ} , при якому виконується умова (41), є g_2 . Таким чином, в цьому випадку маємо $\ddot{g}_{\epsilon} = g_2$.

На цьому розрахунок критичної витрати $\ddot{g}_{\epsilon}$ закінчується.

Як показано вище, перед розрахунком критичної витрати $\ddot{g}_{\epsilon}$, для кожної нормованої речовини треба визначити такі величини: C_0 - значення функції $C_{кс}(g_{\epsilon})$

при $g_\theta = 0$; g_θ^* - корінь рівняння $C_{\kappa\kappa}(g_\theta) = \tilde{C}$. Опишемо розрахунок величин g_θ^* та C_0 .

Оскільки $C_0 = C_{\kappa\kappa}(0)$, величина C_0 розраховується з використанням методики розрахунку концентрації $C_{\kappa\kappa}$ (підрозділ 4.6).

Якщо в контрольному створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то із формули (33) при $g_\theta = 0$ одержимо:

$$C_0 = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + gC_{3\theta} \exp(-kL_{\kappa\kappa}/u)}{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g}.$$

Якщо в контрольному створі не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то величина C_0 розраховується за формулою (27), в якій $C_{\kappa\kappa} = C_0$, а концентрація C_ϕ визначається за формулою (32) при $g_\theta = 0$:

$$C_\phi = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u)}{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i}.$$

Корінь g_θ^* рівняння

$$C_{\kappa\kappa}(g_\theta) = \tilde{C}, \quad (42)$$

знаходиться наступним чином.

Якщо в контрольному створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то функція $C_{\kappa\kappa}(g_\theta)$ задається формулою (33). Підставляючи (33) у (42) та розв'язуючи отримане рівняння відносно g_θ , знаходимо корінь g_θ^* цього рівняння:

$$g_\theta^* = \frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + gC_{3\theta} \exp(-kL_{\kappa\kappa}/u) - (\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i + g)\tilde{C}}{\tilde{C} - C_\theta \exp(-kL/u)}.$$

Якщо в контрольному створі не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то для знаходження кореню g_θ^* рівняння (42) розв'язується чисельним методом бісекції (підрозділ 4.4), в якому функція $C_{\kappa\kappa}(g_\theta)$ розраховується за методикою, що описана (для даного випадку) у підрозділі 4.6.

5. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД

Шахтні і кар'єрні води відкачуються на поверхню з метою забезпечення можливості відпрацювання рудних покладів залізних руд. Останні роки діючими гірничорудні підприємства Кривбасу та ті, що працюють в режимі гідрозахисту, щорічно, відкачують на поверхню до 40 млн.м³ підземних вод (шахтні, кар'єрні), серед яких 16-17 млн.м³ високомінералізовані шахтні води.

Максимальні можливості по використанню підземних вод у зворотних циклах гірничорудних підприємств Кривбасу граничать на рівні 28-29 млн.м³ на рік. Решта 11-12 млн. м³ надлишків зворотних вод щорічно акумулюється і тимчасово утримується в ставку-накопичувачу шахтних вод.

Починаючи з 20 червня 2023 року обсяги відкачки шахтних вод у ставок-накопичувач зростають. Це пов'язано з неможливістю у повному обсязі забирати у оборотні цикли гірничо-збачувальних підприємств шахтні води північної групи шахт. Через різке падіння обсягів виробництва внаслідок військової агресії РФ, ПРАТ «ПІВНГЗК», не маючи можливості виконувати проектні рішення по нарощуванню дамб хвостосховища, внаслідок чого відбулося його заповнення вище проектних відміток. Підприємство змушене відмовитися від подальшої акумуляції шахтних вод північної групи шахт та використання їх у зворотному циклі водопостачання. Таким чином, акумуляція шахтних вод північної групи шахт (окрім ш. Першотравнева) з червня 2023 року здійснюється у ставку-накопичувачу в балці Свистунова.

В останнє десятиріччя обсяги відкачки шахтних вод у ставок-накопичувач проводили тільки шахти південної групи шахт. Середньорічні обсяги відкачки становили близько 11,9 млн.м³, у той же час в останні роки спостерігається незначне зниження відкачки. Так середньорічний показник за останні 5 років становить 11,0 млн.м³. Середньорічний обсяг відкачки шахтних вод північної групи шахт протягом останніх 10 років становив 3,9 млн.м³, а за останні 5 років – 3,6 млн.м³.

Зважаючи на пізні терміни початку та завершення останнього регламентованого скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод, а саме з 4 квітня та 11 квітня 2025 року, та базуючись на прогнозі відкачки шахтних вод можна припустити, що орієнтовні обсяги води, що будуть направлені на акумуляцію у ставок-накопичувач за період з 12 квітня 2025 року по 15 березня 2026 року, становитимуть біля 9,6 млн.м³.

Періодичний дозований (регульований) скид надлишків зворотних вод, передбачений загальним проектом відводу, використання та скиду надлишків шахтних вод Кривбасу і має здійснюватися виключно в міжвегетаційний період з розбавленням зворотних вод до рекомендованих норм якості води у контрольних створах розташованих нижче місця скиду. Після скиду надлишків зворотних вод впроваджуються заходи з ліквідації наслідків скиду, шляхом виконання промивки русла річки Інгулець.

Ємність ставка-накопичувача не дозволяє прийняти та акумулювати весь обсяг надлишків зворотних вод в межах рекомендованих рівня та обсягу акумуляції. Саме через переповнення ставка-накопичувача шахтних вод в першу чергу виникає реальна загроза настання надзвичайної ситуації (аварії) на ставку-накопичувачу. Інших вільних ємностей, придатних для тимчасової акумуляції шахтних вод, в Кривбасі не існує.

Основною причиною скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача є недопущення його переповнення. Адже по проекту ставок-накопичувач призначений для тимчасової акумуляції шахтних вод з наступним їх спорожненням у міжвегетаційний період до рівня мертвого обсягу.

Історичний досвід його наповнення вже призводив до аварійних витоків шахтної води через ложе ставка. Аналіз наповнення ставка-накопичувача у попередні роки, засвідчує наступне:

У перші роки після будівництва ставка-накопичувача наповнення відбувалося поетапно, а саме:

- на першому етапі після завершення будівництва у грудні 1975 р. відбулося заповнення мертвого об'єму до відмітки 74.20м з обсягом води - 0,5 млн.м³;

- на другому етапі з 22 березня 1976 р. до 21 жовтня 1976 р. було подано близько 13,0 млн.м³ шахтних вод і досягнуто відмітки наповнення 81.60м. Після припинення подачі і по 10 січня 1977 р. (або за 20 діб) ставок повністю спорожнівся через ложе водойми.

В наступні роки виконувалися відповідні дослідження, реалізовувалися заходи по запобіганню зосередженій фільтрації та тривало поступове, покрокове наповнення до рекомендованих рівнів. Початкове наповнення після виконання комплексу ремонтних робіт з протифільтраційного підсилення ложа виконувалося до 2,5 млн.м³. В наступні роки виконувалися спостереження за рівнями ґрунтових вод і збільшувалися обсяги наповнення. Так, поступово обсяги наповнення були доведені майже 8,0 млн.м³. При цьому, виконувався постійний моніторинг рівнів ґрунтових вод на прилеглий до ставка-накопичувача території.

При заданих обсягах наповнення та після скидів води в осінньо-зимовий період контролювались та аналізувались рівні води у ставку-накопичувачі та п'єзо-метрах спостережної мережі, а у періоди з низькими рівнями наповнення - стан відкритої частини ложа водойми. На основі багаторічних спостережень був визначений рекомендований рівень наповнення ставка-накопичувача до відмітки 86.00м. При цьому обсяги наповнення становили близько 8,0 млн.м³. При більшому наповненні значно зростають фільтраційні витрати, про що свідчить досвід наповнення та спрацювання 2016-2021 роки. У ці роки відбулося подовження терміну стояння

високих вод у ставку-накопичувачу, що призвело до перевищення рекомендованого рівня наповнення ставка-накопичувача та значного зростання фільтраційних втрат. Підтвердження цього наведено у розділі 7 у додатку 5.

Безпрецедентне перевищення намічається протягом 2025 року, зважаючи на те, що у період 2024 -2025 років скид шахтних вод практично не відбувся. За період з 4 по 11 квітня зі ставка-накопичувача було скинуто близько 0,4 млн.м³ шахтної води. Навіть при умові більш раннього початку скиду (з 15 жовтня 2025 року) очікується значне перевищення рекомендованої відмітки наповнення – 86.00 м БС, яка була по факту досягнута 7 травня 2025 року.

Продовження такої ситуації може призвести до аварійних порушень ложа водойми. Аналіз водного балансу в роки з більш пізніми термінами початку скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача та більш тривалий період високого стояння рівнів води у ньому показує на зростання обсягів фільтраційних втрат. Це свідчить про ймовірність утворення на більш високих рівнях наповнення водойми зон зосередженої фільтрації, і як наслідок, у майбутньому, може бути причиною порушення стійкості та цілісності ложа та захисної дамби. Якщо аналізувати гідрогеологічний стан на момент розробки чинного проекту регламенту, можна відмітити, що у ближній зоні до ставка-накопичувача рівні води у п'єзометрах у роки з більш пізнім початком скиду шахтних вод та неповним спрацюванням ставка-накопичувача після завершення скиду, піднялися на 2,0 м у порівнянні з попередніми роками, коли ставок-накопичувач спрацьовувався до рівня мертвого об'єму.

Показники горизонтальних та вертикальних деформацій тіла дамби ставка-накопичувача знаходяться в прямій залежності рівня наповнення ставка. При наповненні ставка-накопичувача вище рівня рекомендованих чи проектних відміток протягом тривалого часу (більше двох років) призводить до перевищення показників деформації гранично допустимих показників. Серія спостережень в 2020 році зафіксувала перевищення до 45 % та вказує на передаварійний стан гідроспороди, що є небезпечним для цілісності дамби та може призвести до її руйнування.

У 2023 році були виконані науково-дослідні роботи з вивчення геофізичними методами інженерно-геологічного стану території б. Свистунова.

Комплексний аналіз геолого-геофізичних матеріалів, який включав, як результати попередніх досліджень, так і висновки, отримані за даними інтерпретації сучасних досліджень, дозволив зробити наступні висновки:

1. В центральній частині балки (тальвег балки) відбувається розвантаження техногенних вод в осадові породи сарматського віку по зонам впливу тріщин кристалічного фундаменту на осадові породи.

2. За результатами геофізичних спостережень встановлено, що породи в східній частині під тілом дамби знаходяться у перезволоженому стані і щільно закарстовані.

3. Тіло дамби та породи у центральній та східній частині менш зволожені, але в цій частині простежуються вузькі зони розвантаження техногенних вод.

4. В межах лівого берегу балки спостерігається рівномірне та закономірне зволоження порід в бік дамби та тальвегу балки.

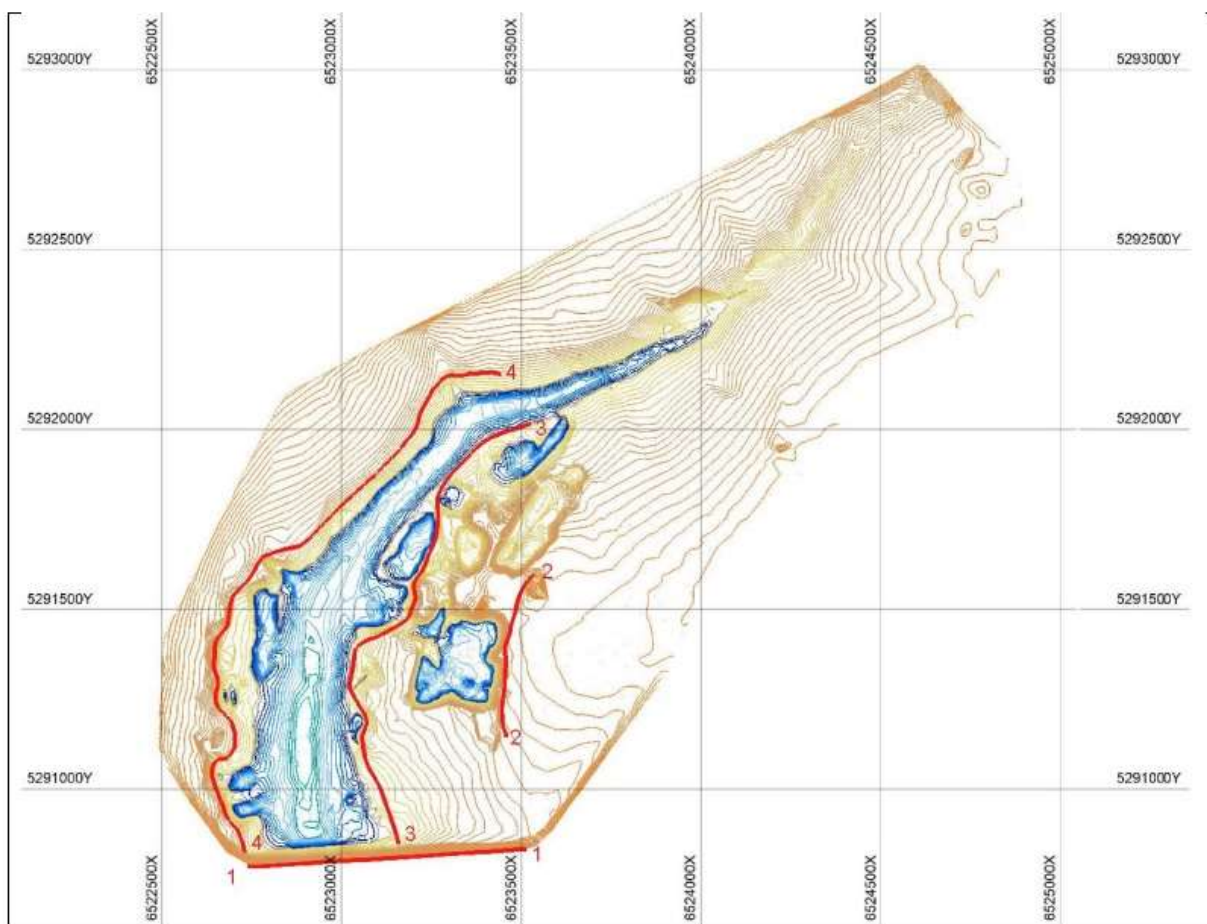
5. Аналіз звітів за спеціальними інженерно-геодезичними спостереженнями на греблі ставка-накопичувача у балці Свистунова, які щороку виконануються ТОВ «УКРРУДПРОМ» вказують на горизонтальні та вертикальні деформації тіла дамби ставка-накопичувача на відмітках +85м та +90 м в період тривалого інтенсивного навантаження, що може свідчити про розущільнення тіла дамби між цими відмітками. Перевищення гранично допустимих показників деформації досягає 45%.

6. По днищу балки виділяється ряд тектонічних порушень, що свідчить про інтенсивну тектонічну активність району, яка підняла вапнякову товщу на поверхню (вище рівня моря) і створили умови для розвитку карстових процесів. На сучасний період активізація процесу карстоутворення пов'язана з фільтрацією води зі ставка.

7. Ложе ставка-накопичувача та його підпірна дамба розташовані на карстових породах, які здатні розчинятися у воді, що призводить до руйнування їх структури, та утворенням у них порожнин, що може спричинити руйнування дамби у будь-який момент часу.

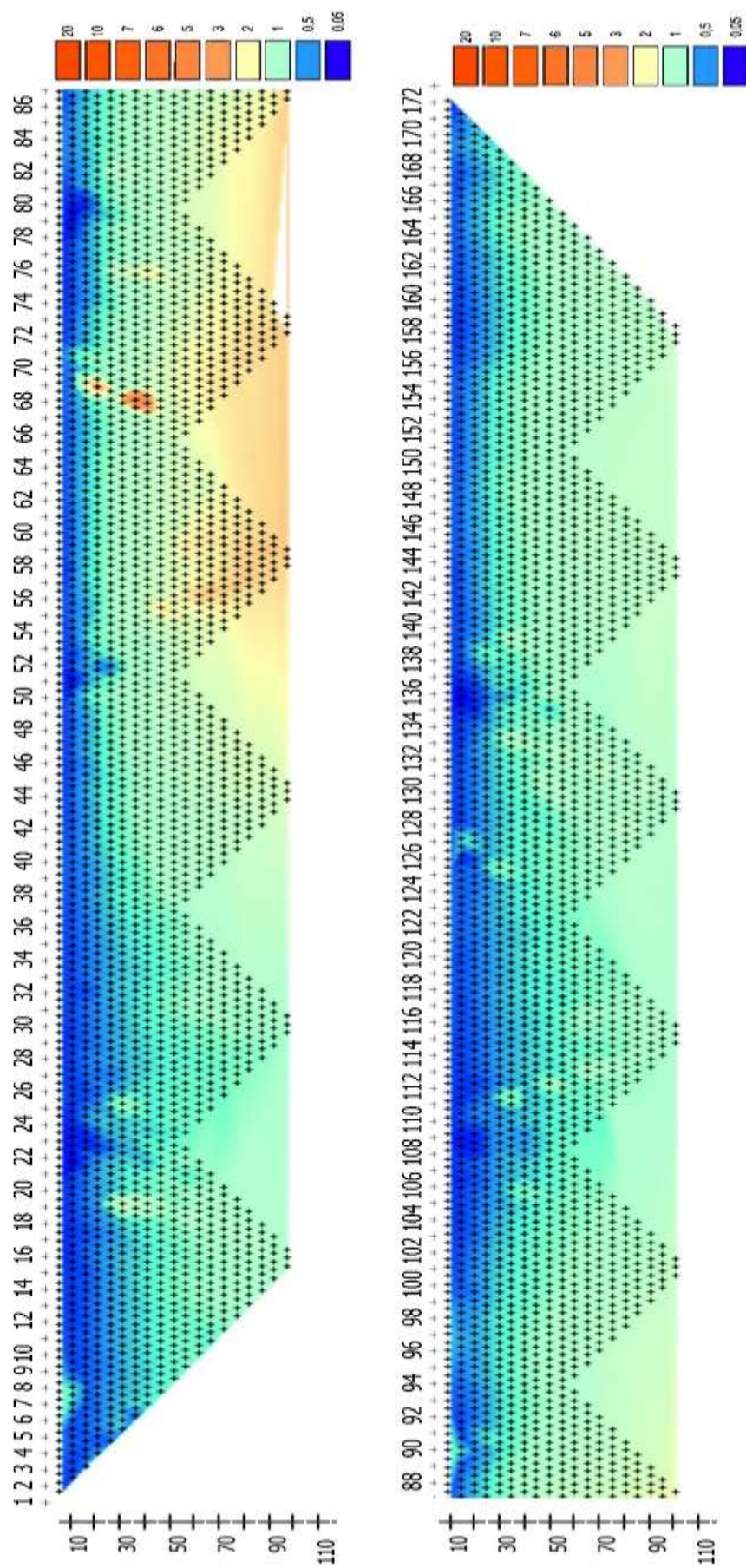
8. Основне розвантаження техногенних вод відбувається в межах правого берегу балки. Встановлено, що південно-західній частині балки зволоження порід відбувається на всю потужність геофізичного розріза (близько 80м), що означає наявність гідравлічного зв'язку поверхневих вод у балці з підземними водоносними горизонтами четвертинного і сарматського віку, а також зонами тріщинуватості (мал.5.1., 5.2.). Інтенсивність фільтрації води в цій зоні дуже висока. Така ж ситуація спостерігається в північній частині.

9. Дослідження проводились у першому та повторювались у третьому кварталах 2023р. Виділені в межах дамби зони зволоження (мал.5.3.) порід у I кварталі (при максимально низькому рівні вод у б.Свистунова) у III кварталі 2023 року показали підвищення інтенсивності їх прояву, що підтверджує висновок, що в східній частині дамби існує загроза перезволоження порід тіла дамби та утворення аварійної ситуації

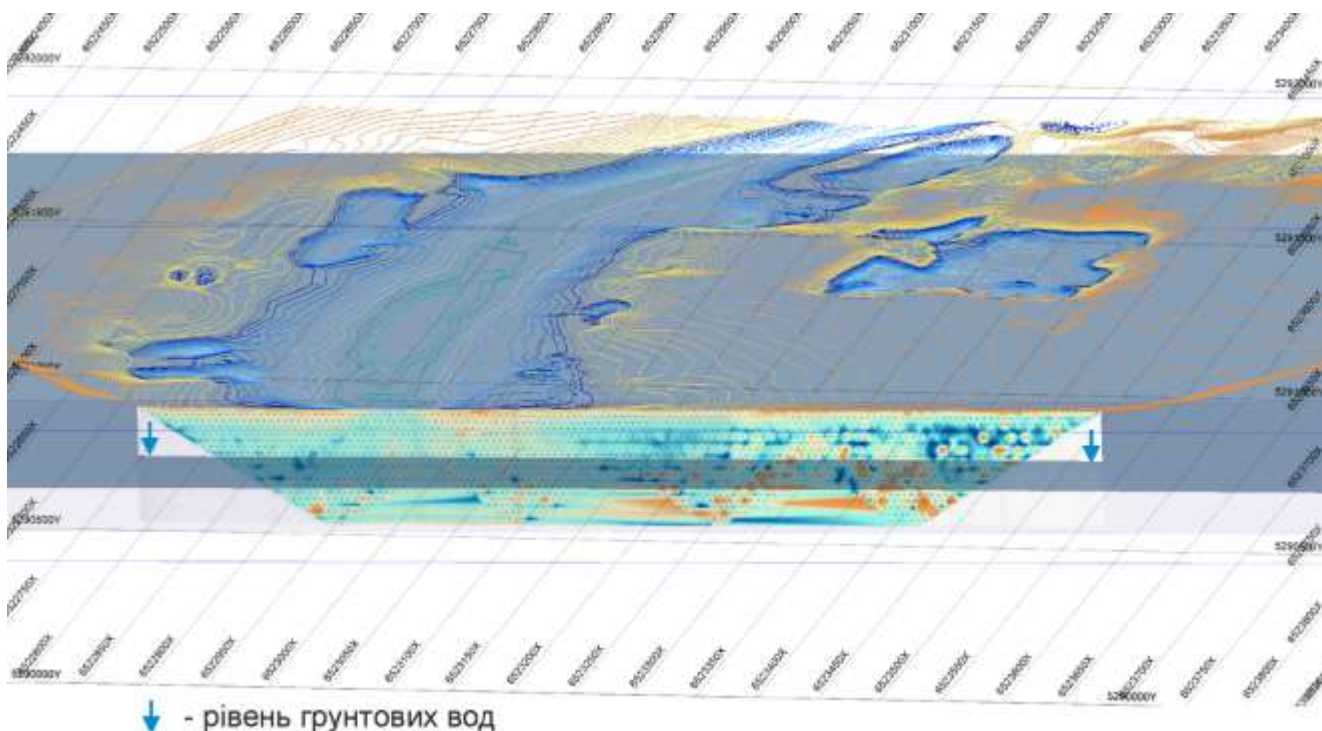


Мал.5.1. Схема розташування геофізичних профілів

Геофізичний розріз по профілю 4-4



Мал.5.2. Геофізичний розріз по профілю 4-4



Мал.5.3. 3D – модель території в межах геофізичного профілю 1-1 (дамба).

Проведений аналіз стійкості гідроспоруди вказує на **недопустимість наповнення ставка-накопичувача вище рекомендованого рівня + 86м та необхідність періодичного щорічного спорожнення ставка до мертвого залишку.**

Проведений аналіз геофізичних досліджень вказує на посилений рівень фільтраційних процесів правого берега балки Свистунова а також наявність аномальних зон на східному боці підпірної дамби.

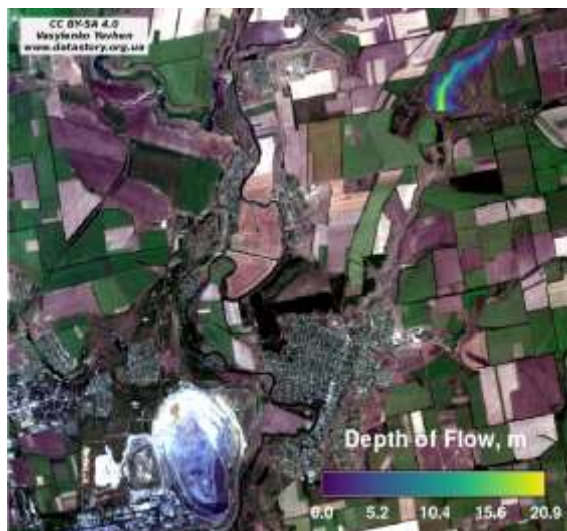
Розвантаження фільтраційних вод відбувається в основному в південному (по балці Широка), південно-західному та західному (в бік р. Інгулець) напрямках.

Основним критерієм оцінки перед аварійного стану ставка-накопичувача шахтних вод є відмітки його наповнення. Ситуація з його поведінкою при наповненні вище рекомендованих відміток є досить не визначеною та до кінця не вивченою. Окремо слід наголосити, що об'єкт знаходиться з зоні можливих обстрілів, що ускладнює ситуацію як з точки зору контролю, так і з точки зору забезпечення його безаварійної роботи.

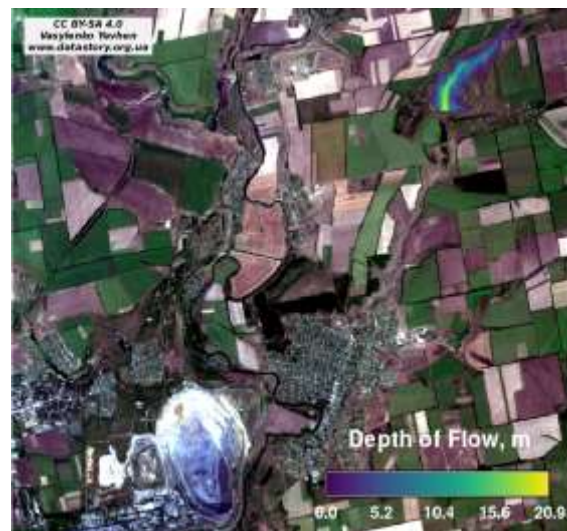
В роботі [26] наведене моделювання наслідків аварійної ситуації на ставку-накопичувачу, пов'язаної з руйнуванням огорожуючих дамб. Моделювання проходження потоку високомінералізованих шахтних вод після прориву дамби показує, що вже через 5 хвилин шахтні води почнуть затоплювати дачне селище, розташоване на південний схід від ставка-накопичувача. Через 20 хвилин потік досягне північної частини селища Широке, а через годину досягне р. Інгулець, затопивши переважну більшість західної території селища (мал. 5.4-5.7).

В результаті аварії на ставку-накопичувачі основні збитки будуть пов'язані з порушенням роботи водогосподарського комплексу р. Інгулець, а також з витратами на відновлення будівель та об'єктів техногенного середовища в зоні затоплення та зоні впливу аварії.

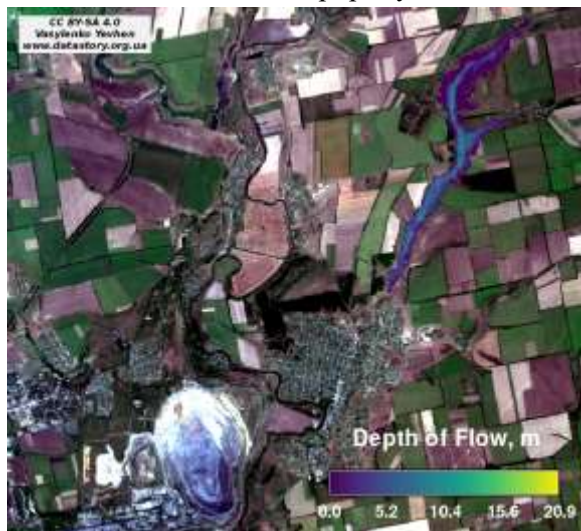
Незворотнім може бути вплив аварії на стан водної екосистеми річки в її середній і нижній течії. Аварія може призвести до масової загибелі риби, порушенню місць її вигулу та нересту, погіршенню кормової бази. Таким чином, цілком законно можна стверджувати, що аварія на ставку-накопичувачі призведе до значних екологічних, економічних та соціальних наслідків.



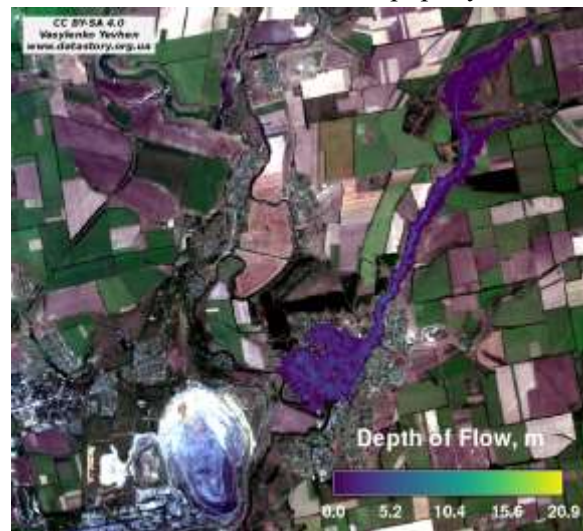
Малюнок 5.4. Стан до прориву дамби



Малюнок 5.5. 300 сек після прориву



Малюнок 5.6. 1200 сек після прориву



Малюнок 5.7. 3300 сек після прориву

Підсумовуючи вищевикладене можна зробити висновки:

1. З метою запобігання аварії на ставку-накопичувачу шахтних вод пропонується виконати дозований скид зворотних вод у міжвегетаційний період 2025 - 2026 рр. згідно регламенту, що забезпечить регулювання якості води у контрольному створі відповідно до рекомендованого вмісту забруднюючих речовин нижче скиду зворотних вод та дозволить звільнити ставок-накопичувач до рівня мертвого об'єму.

2. В разі продовження його наповнення вище рекомендованих відміток може виникнути аварія в його ложі та огорожуючій греблі. В результаті може відбутися залповий скид високомінералізованих шахтних вод, що призведе до порушення екологічної рівноваги на значних територіях, спричинить значні збитки та зупинку відкачки шахтних вод на період ліквідації аварії, а також втрати р. Інгулець, як джерела водопостачання для питних та водогосподарських потреб.

3. Припинення акумуляції шахтних вод у ставку-накопичувачу може призвести до зупинки відкачки шахтних вод та роботи шахт. Як альтернатива, на період ліквідації аварії, шахтна вода буде напряду скидатися в рр. Саксагань та Інгулець та при технічній можливості – подаватися у зворотні цикли гірничорудних підприємств, при умові наявності вільних ємностей.

В роботі [15] розглянуті аварійні ситуації, найбільш характерні для промислових ставків-накопичувачів, які являють найбільшу небезпеку для навколишнього середовища. Аварії на таких об'єктах пов'язані з порушенням стійкості підпірних споруд, які супроводжуються виливом шахтних вод на значні території. Аварія на ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Свистунова класифікується, як аварія першої категорії. Ймовірність настання такої події на ставку-накопичувачу визначається надзвичайними обставинами, а саме диверсією, стихійним лихом, переповненням ставка-накопичувача або збігом декілька обставин.

Процес аварії на ставку-накопичувачу можливо розділити на два етапи. На першому етапі відбувається порушення тіла греблі, на другому - рух потоку по прилеглій до ставка-накопичувача місцевості. Характеристика потоку виливу та прогностні параметри зони затоплення розраховані для трьох незалежних варіантів наповнення ставка-накопичувача до відміток 84,70; 86,20; 88,30м.

Згідно проведених розрахунків, в разі порушення греблі, термін виливу шахтних вод з ставка-накопичувача складатиме від 7,11 до 10,18 годин, в залежності від заповнення ставка-накопичувача. За цей час зі ставка-накопичувача витече від 6 до 12 млн.м³ високомінералізованих шахтних вод. В разі порушення греблі, потік від ставка-накопичувача по тальвегу балки Широка буде спрямований в бік смт. Широке і далі в р. Інгулець. Подальший рух потоку, який витече з ставка-накопичувача буде здійснюватися водним шляхом, утворюючи значно більшу зону впливу аварії, ніж зона затоплення. В місці впадіння потік роздвоюється, більша частина потоку буде спрямована вниз по течії р. Інгулець, решта потоку підтопить заплаву річки в межах смт. Широке.

В зоні затоплення (близько 40 га) об'єктами безпосереднього впливу будуть поверхневі води р. Інгулець та 820 будівель в смт. Широке, які можуть бути пошкоджені в результаті витоку з ставка-накопичувача.

Потрапляння потоку високомінералізованих шахтних вод в річку Інгулець призведе до забруднення води починаючи з смт. Широке до гирла річки. Таким

чином зона впливу від аварії на ставку-накопичувачу буде збільшена на 278 км вздовж русла р. Інгулець.

Моделювання процесу забруднення р. Інгулець надало можливості визначити динаміку переміщення забруднених мас води та спрогнозувати максимальні концентрації вмісту забруднюючих речовин в річній воді. Результати моделювання довели, що тривалість аварійного витоку шахтних вод з ставка-накопичувача не впливає на процес формування максимальних концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті. Значення максимальних концентрацій забруднюючих речовин (мінералізація, хлориди, сульфати) поступово зменшуються від місця витіку до гирла, однак їх значення, у всіх контрольних створах, значно перевищують санітарно-гігієнічні, комунально-побутові та рибогосподарські нормативи якості води.

Навпаки, термін проходження зони забруднених водних мас, через контрольні створи, залежить від тривалості аварійного витоку. З початку аварійного витоку в річку Інгулець, лише за 18 діб хвіст зони забруднення водних мас досягне гирла річки. За таких умов, в зоні впливу аварії, тимчасово буде неможливий водозабір води для зрошення, рекреація тощо.

З метою локалізації та ліквідації наслідків аварії на ставку-накопичувачу необхідно буде реалізувати комплекс заходів організаційного, захисного та охоронного характеру. Головним із числа рекомендованих захисних заходів є організація попуску води з Карачунівського гідровузла для промивки русла р. Інгулець після проходження аварійного витоку по руслу річки. Розрахунковий обсяг води, який необхідно подати з Карачунівського водосховища для витіснення призми високомінералізованої води з р. Інгулець складає 60 млн.м³.

В результаті аварії на ставку-накопичувачу основні збитки будуть пов'язані з порушенням роботи водогосподарського комплексу р. Інгулець, організацією тимчасових схем альтернативного водопостачання населення, промислових та сільськогосподарських підприємств, а також з витратами на відновлення будівель та об'єктів техногенного середовища в зоні затоплення та зоні впливу аварії.

Незворотним може бути вплив аварії та витіки високомінералізованих шахтних вод в р. Інгулець на стан водної екосистеми річки в її середній і нижній течії. Аварія може призвести до масової загибелі риби, порушенню місць її вигулу та нересту, погіршенню кормової бази. Таким чином, цілком закономірно можна стверджувати, що аварія на ставку-накопичувачу призведе до значних екологічних та економічних наслідків.

Водночас слід зазначити, що при дотриманні рекомендованого рівня наповнення ставка-накопичувача та недопущенні його переповнення в цілому, ймовірність настання аварії першої категорії на об'єкті менша 0,02%.

Внаслідок переповнення або аварії на об'єкті буде припинено прийом надлишків шахтних вод в ставок - накопичувач та відповідно виникне низка аварій на насосних станціях і трубопроводах загальної системи перекачки шахтних вод, а також шахтних водовідливих. За таких умов, в Кривбасі виникає ризик припинення відкачки підземних вод, і як наслідок зупинки роботи гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізорудної сировини.

В разі зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі створюються умови для виникнення низки некерованих техногенних катастроф пов'язаних з зупинкою та затопленням діючих шахт, з регіональним підняттям рівня високомінералізованих підземних вод, забрудненням верхніх водоносних горизонтів і поверхневих водоймищ, з масштабними зсувами порушених порід та земної поверхні. Виникнення такої надзвичайної ситуації призведе до порушення екологічної рівноваги на значній території та спричинить загрозу різним важливим сферам господарської діяльності та суспільного життя не лише у Кривбасі, а і за його межами.

В роботі [16] розраховані та отримані наступні висновки:

1. За тривалий період промислового освоєння надр в Кривбасі істотно порушений природний гідравлічний режим підземних вод, в результаті чого сформувалася загальна депресійна воронка завдовжки близько 40 км, завширшки 10-12 км та глибиною до 1,5 км. Припинення відкачки підземних вод навіть на одній із шахт призводить до затоплення суміжних шахт та зміни гідравлічного режиму в регіоні.

Потенційно небезпечними об'єктами при аварійному затопленні шахт водою є безпосередньо їх гірничі відводи, площа яких для умов Кривбасу складає майже 5,0 тис. га, в яких проведено вилучення рудних тіл і утворені зони зсувів.

При затопленні шахт, зони зсувів земної поверхні, включаючи зони воронок і провалів (площа порушених земель від ведення гірничих робіт підземним способом в межах міста Кривий Ріг складає 1173,9га), буде розширена в 2,5-3 рази за рахунок насичення водою та послаблення стійкості масиву порушених земель та вміщуючих порід, а також зменшення кутів зсувів та розривів.

Припинення відкачки підземних вод на всіх шахтах Кривбасу неминуче призведе до підняття рівня підземних вод, затоплення відпрацьованого простору та підземних порожнин, що становлять майже 16,0 млн. м³, які утворилися внаслідок тривалого видобутку залізних руд, непрогнозованого у часі розширення зон зсувів земної поверхні затоплених шахт, підтопленню земної поверхні та витоків високомінералізованих шахтних вод безпосередньо у річки Саксагань та Інгулець, що спричинить техногенно-екологічну катастрофу регіонального масштабу.

У результаті в чотирьох районах міста Кривий Ріг (Центрально-Міському, Саксаганському, Покровському та Тернівському) буде порушено умови безпечного існування населення, інфраструктуру та комунікації, які забезпечують їх життєдіяльність, підтоплені щонайменше 1173,9 га міських територій, кладовище

«Західне» та «Покровське», селище Карнаватка, землі Криворізького лісгоспу, державний заповідник балка «Північна Червона» та порушено залізничні колії «Укрзалізниці» П'ятихатської дистанції шляху.

Спрогнозувати та оцінити витрати на ліквідацію наслідків настання техногенно-екологічної катастрофи у Кривбасі, за відсутності відповідних методик оцінки, досить складно.

З підняттям рівня підземних вод та дренаванням високомінералізованих підземних вод в річки Саксагань та Інгулець забруднення буде поширено нижче по течії. За таких умов буде порушена екологічна рівновага не лише в Кривбасі, а і за його межами, в Дніпропетровській, Херсонській та Миколаївській областях, які розташовані нижче по течії р. Інгулець. В такому випадку надзвичайна подія набере міжрегіонального, а точніше, державного масштабу.

2. Зупинка роботи шахт Кривбасу завдасть значних економічних збитків для регіону і держави в цілому. Припинення відкачки підземних вод у Кривбасі призведе до втрати державою можливості експлуатації одного з найбільших родовищ залізних руд у світі. В результаті держава втратить експортні можливості, обвалить внутрішній ринок залізорудної сировини та відкриє шляхи для імпорту залізорудної сировини в Україну.

В наслідок зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі буде затоплено 1 105 342 тис. т багатих залізних руд та 4 614 655 тис. т неокислених залізистих кварцитів. Загальна орієнтовна вартість невідпрацьованих запасів залізних руд в Кривбасі, які буде затоплено в разі припинення відкачки підземних вод, в перерахунку на товарну продукцію становитиме 5 440,61 млрд. грн.

В разі зупинки роботи шахт Кривбасу прогнозний розмір щорічних втрат податків у Держбюджет оцінюється в 2 096,29 млн. грн.

Також, держава втратить щонайменше 114,25 млн. грн. інших періодичних надходжень до бюджету, пов'язаних з роботами з експертизи звітів геолого-економічних оцінок родовищ та коригувань спеціальних дозволів на користування надрами.

Крім того, виключно державні підприємства, які надають гірничорудним підприємствам Кривбасу послуги з транспортування, акумуляції, скиду шахтних вод та подачі води для розбавлення і промивки річки, щорічно не дорахуються близько 335 млн. грн.

При припиненні виробничої діяльності підприємств Кривбасу з підземним видобутком руди, міжбанківський ринок щорічно недорахується продажу валюти щонайменше на 160 млн. \$.

В результаті зупинки роботи шахт Кривбасу буде втрачено щонайменше 13690 робочих місць.

Орієнтовно, загальні витрати держави, пов'язані з соціально-економічним захистом вивільнених працівників, складатимуть близько 3 млрд. грн.

Близько 3000 суміжних підприємств та організацій в Україні, які надають послуги та матеріали шахтам Кривбасу, втратять замовлення та вимушені будуть скоротити обсяги виробництва і послуг та в решті решт закритися.

За таких умов, окрім техногенно-екологічної катастрофи в Кривбасі, виникне низка соціальних проблем, наслідки яких важко оцінити в повному масштабі.

Таким чином, внаслідок зупинки роботи шахт Кривбасу та їх затоплення прогнозний оціночний розмір сумарних збитків держави в перший рік складатиме **3 164,44** млн. грн, що на момент виконання роботи [16] було еквівалентно 121,5 млн.дол. США.

Довгостроковий прогнозний розмір сумарних збитків держави внаслідок зупинки роботи шахт Кривбасу та їх затоплення з урахуванням перспективи відпрацювання балансових запасів оцінюється в **128 402,59** млн. грн, або 4929,1 млн.дол. США.

3. В разі зупинки роботи шахт та впровадження державою режиму гідрозахисту в Кривбасі, витрати держави лише на першочергові заходи складатимуть 3 688,40 млн. грн., або 141,6 млн.дол. США. Орієнтовні щорічні поточні витрати держави на підтримання 10 шахт Кривбасу в режимі гідрозахисту (робота водовідливних, вентиляторних та підйомних установок, ремонт гірничих виробок, утримання персоналу) оцінюються в 984,86 млн. грн., або 37,8 млн.дол. США.

Крім цього, прерогативою держави, стане вирішення питання транспортування, тимчасової акумуляції та скидання до водного об'єкту надлишку шахтних вод Кривбасу, яке на сьогодні оцінюється в 141,36 млн. грн. на рік, або 5,4 млн.дол. США.

Таким чином, прогнозні сумарні витрати держави по впровадженню режиму гідрозахисту в Кривбасі складатимуть **7 945,63** млн. грн., або 305 млн.дол. США., серед яких витрати на:

- першочергові заходи по переводу шахт Кривбасу в режим гідрозахисту в розмірі 3 688,40 млн. грн.;
- поточні витрати на підтримання шахт Кривбасу в режимі гідрозахисту в розмірі 1 257,23 млн. грн. на рік;
- соціально-економічний захист вивільнених працівників в розмірі близько 3 млрд. грн.

Слід відмітити, що дані розрахунків можливих збитків наведені в цінах на 2018 р. і не враховують інфляційні процеси, що у гривневому вимірі з роками тільки зростатимуть.

З метою недопущення виникнення низки надзвичайних ситуацій і техногенних катастроф, як у Кривбасі, так і за його межами, пов'язаних з відкачкою, використанням та тимчасовою акумуляцією значної кількості підземних вод, виникає необхідність у щорічному впровадженні заходів зі скиду надлишків зворотних вод в р. Інгулець. На жаль іншого, більш безпечного способу поводження з надлишками зворотних (шахтних) вод, поки що не існує. У поточний час результати проведених наукових досліджень з демінералізації шахтних вод Кривбасу, враховуючи рівень їх мінералізації та обсяги утворення солей, засвідчили про відсутність промислового досвіду з впровадження технологій опріснення та відмічають про колосальні енергетичні та фінансові затрати на створення подібних установок та їх експлуатацію. Водночас, впровадження технологій з демінералізації породжує ряд інших екологічних проблем, у т.ч. пов'язаних з утилізацією солей.

Одним з перспективних варіантів утилізації шахтних вод є їх відведення для подальшого випаровування в Утлютський лиман Азовського моря, який є природною гідроізолюваною ємністю, але він потребує колосальних фінансових затрат на будівництво та експлуатацію об'єктів, вирішення питання відчуження земель для прокладання траси, значна частина яких розпайована і знаходиться у приватній власності. Крім того, зазначена територія наразі знаходиться під окупацією РФ.

Скид надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у поверхневі водойми, за певних умов, є потенційно небезпечним для довкілля, оскільки при періодичному скиданні високомінералізованих надлишків зворотних вод неможливо дотриматися діючих норм якості води для поверхневих вод. Але, попри все, він є виправданим заходом, тому що виконується виключно з метою недопущення виникнення більш серйозних та масштабних наслідків техногенного, екологічного, економічного та соціального характеру.

При прийнятті рішень про регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми слід керуватись критеріями, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності. Саме до суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику відносяться підприємства з видобування, первинного збагачення та переробки руд, яким належать гідротехнічні споруди (хвостосховища, накопичувачі тощо) господарська діяльність на яких може призвести до аварій на об'єктах підвищеної небезпеки. Одним з таких об'єктів і є ставок-накопичувач шахтних вод.

Об'єктивною підставою, яка будується на наведених принципах, є реальна потреба в проведенні випереджального регульованого (дозованого) скиду надлишків зворотних вод в річку Інгулець, саме у міжвегетаційний період, з метою недопущення переповнення ставка-накопичувача, за для недопущення припинення відкачки підземних вод у Кривбасі, а також виникнення аварій і надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, зупинки роботи шахт, втрати значних запасів залізних

руд та виникнення низки некерованих техногенних катастроф в регіоні (зсуви, провалля, підняття рівня підземних вод, тощо) пов'язаних з затопленням відпрацьованого простору та підземних гірничих виробок. Організація та проведення випереджального заходу (скиду надлишків зворотних вод) здійснюється виключно за кошти гірничорудних підприємств Кривбасу. Після завершення скиду, гірничорудні підприємства фінансують промивку русла річки Інгулець, що забезпечить витіснення високомінералізованої води за межі русла річки Інгулець та надасть можливість у весняно-літній період забезпечити належну якість води в нижній течії р. Інгулець придатну для зрошення та рекреації.

Тому для держави та суспільства значно більшу користь принесе своєчасна реалізація випереджального заходу зі скиду надлишків зворотних вод за діючою схемою, ніж наступна ліквідація наслідків аварії на ставку-накопичувачу, припинення відкачки підземних вод в Кривбасі та втрат від зупинки гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізних руд.

Зважаючи на те, що скид зворотних вод призводять до перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах, а їх недопущення може призвести до аварії на гідротехнічних спорудах (ставку – накопичувачу шахтних вод) або спричинить низку надзвичайних ситуацій регіонального масштабу через припинення відкачки шахтних вод з затопленням відпрацьованого простору та призведе до значних економічних збитків та соціальних наслідків у зв'язку з зупинкою гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізної сировини, рішення про їх скид приймає Кабінет Міністрів України.

6. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕМОЖЛИВОСТІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНОМУ СТВОРІ

Окремого розгляду потребує питання щодо необхідності встановлення нормативів гранично допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин при скиданні зворотних вод з накопичувачів. Якщо з накопичувача скидаються стічні води, то зазначене питання фактично не виникає, бо у частині 1 статті 70 ВКУ вказано, що скидання стічних вод у водні об'єкти допускається лише за умови наявності встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин. Але, якщо з накопичувача скидаються зворотні води інших видів, наприклад, шахтні води, то ВКУ фактично не дає однозначної відповіді на вказане вище питання. По-перше, як зазначено вище, конкретні умови скидання шахтних, кар'єрних та рудникових вод у ВКУ фактично не формулюються. По-друге, частина 1 статті 41 ВКУ, в якій мова йде про скидання у водні об'єкти речовин, для яких не встановлено нормативи ГДС, фактично забороняє скидання таких речовин лише у випадку, коли для них, окрім нормативів ГДС, не встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування. Для підтвердження цього процитуємо частину 1 ст. 41 ВКУ: *«Скидання у водні об'єкти речовин, для яких не встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування та нормативи гранично допустимого скидання, забороняється»*. Відповідно до цієї цитати, для вказаної заборони потрібна наявність двох факторів: відсутність нормативів екологічної безпеки водокористування та відсутність нормативів ГДС. Якщо б у даній цитаті замість “та” було би написано “та/або”, то тоді для вказаної заборони потрібна наявність хоча б одного із зазначених вище двох факторів. Але у вказаній цитаті написано саме “та”. Тому стаття 41 ВКУ не забороняє скидати у водні об'єкти речовини, для яких встановлено нормативи екологічної безпеки водокористування, але не встановлено нормативи ГДС. На наш погляд, це суттєво звужує можливості регулювання скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у водні об'єкти. Разом із тим, ні у статті 41, ні в інших статтях ВКУ не сказано, щодо яких випадків нормативи ГДС можна не встановлювати, а у пункті 4 “Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти” вказується, що *“нормативи ГДС забруднюючих речовин встановлюються для водокористувачів, які скидають зворотні води у водні об'єкти”*. Таким чином, при скиданні будь-яких зворотних вод з накопичувачів у водні об'єкти необхідно встановлювати ГДС речовин. Відзначимо, що у «Методиці розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» міститься опосередкована вказівка на те, що при розробленні регламентів періодичного скидання зворотних вод треба розробляти нормативи ГДС речовин. Дійсно, відповідно до частини 2 пункту 2.1 зазначеної Методики, наднормативними скидами забруднюючих речовин у

водний об'єкт вважаються “скиди забруднюючих речовин внаслідок порушення регламенту санкціонованого скиду зворотних вод з перевищенням за окремими показниками нормативів ГДС регламенту”.

Розглянемо основні методичні положення встановлення ГДС речовин відповідно до «Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами» (далі «Методичні рекомендації»).

Аналіз розділу II Види водокористування, створи водних об'єктів, у яких рекомендується контролювати дотримання норм якості води, фонову якість води, розрахункові умови «Методичних рекомендацій»:

- Другий абзац П.2 розділу II «Методичних рекомендацій» встановлює поняття фонових створу, а саме *«Найближчий до випуску зворотних вод створ, в якому якість води водного об'єкту не впливає даний випуск, а також відсутні інші випуски зворотних вод на ділянці між ними, визначається як фоновий створ (далі – ФС)»*.

- П.5 розділу II «Методичних рекомендацій» встановлює поняття фонові якості води водного об'єкту, а саме *«Якість води водного об'єкта, що сформована природними процесами і впливом усіх джерел надходження домішок, за винятком джерела, для якого визначаються нормативи ГДС забруднюючих речовин, рекомендується приймати за фонову якість води»*.

До видів фонові якості води належить природна фонову якість води та розрахункова фонову якість води.

Якість води, яка сформована процесами за відсутності антропогенного навантаження або в умовах тривалого неінтенсивного впливу господарської діяльності на водозборі, що важко піддаються регулюванню (природна фонову якість вод), рекомендується визначати для природних неконсервативних речовин (завислих, органічних і біогенних) та показників мінералізації за даними аналітичного контролю незабруднених ділянок водних об'єктів (у т.ч. об'єктів-аналогів) або наявних літературно-довідкових матеріалів по таких водних об'єктах.

Характеристики якості води, які рекомендується визначити (розрахувати) для прийняття розрахункових умов, рекомендується приймати за розрахункову фонову якість води.»

Аналіз даних пунктів дозволяє визначити **розрахункову фонову якість води** в умовах тривалого неінтенсивного впливу господарської діяльності, що важко піддаються регулюванню у окремі періоди року (коли відсутні зосереджені випуски зворотних вод) та **фоновий створ**, який найближче розташований у верх по течії до місця випуску скидних вод.

Аналіз розділу III . Фактичні, вихідні для розрахунку нормативів ГДС, розрахункові та прийняті для встановлення нормативів ГДС допустимі концентрації речовин (Сгдс) «Методичних рекомендацій»:

- П.3 розділу III «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Максимально допустиму величину концентрації речовини за повного використання асимілюючої спроможності водоприймача на ділянці до контрольного створу (для кожного з лімітуючих періодів року) рекомендується приймати за розрахункову допустиму концентрацію речовини у зворотних водах»

Якщо притримуватися логіки даного пункту, то у точці скиду шахтних вод, вище по течії від контрольного створу, максимально допустиму величину концентрації речовин, а по факту – максимально зафіксовану концентрацію речовини за період спостережень у ставку-накопичувачі слід приймати як **розрахункову допустиму концентрацію речовини у зворотних водах.**

- П.4 розділу III «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Прийняту для встановлення нормативів ГДС забруднюючих речовин допустиму концентрацію речовин рекомендується визначати як найменше значення серед вихідної для розрахунку та розрахункових допустимих концентрацій по лімітованих періодах...»

Таким чином, максимальна зафіксована концентрація приймається як найменша для виконання розрахунків.

Аналіз розділу IV. Методологічні та організаційні основи розроблення нормативів ГДС забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами «Методичних рекомендацій»:

П.6 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Якщо фонові якість водного об'єкта по яких-небудь показниках систематично перевищує норми якості води (що підтверджується даними систематичних аналітичних замірів протягом останніх 12 місяців) і обумовлена господарськими факторами, які не піддаються регулюванню у термін досягнення нормативів ГДС забруднюючих речовин (наприклад, впливом господарської діяльності на водозборі), то нормативи ГДС відповідних речовин рекомендується визначати з урахуванням не погіршення фонові якості води водоприймача.

Аналіз даного пункту дозволяє скид зворотних вод без перевищення розрахункової фонові якості води, яка формується під впливом природних факторів та обумовлена господарськими факторами, які не піддаються регулюванню. Зважаючи на технологію скиду шахтних вод, мова може йти про неперевищення зафіксованої фонові якості води у фоновому створі, розташованому вище точки скиду у періоди, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища для промивки і розбавлення, у контрольному створі, розташованому нижче за течією від точки скиду у період скиду з розбавленням шахтних вод.

П.12 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує:

«Порядок скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти визначено статтею 74 Водного кодексу України. Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначеному статтею 49 Водного кодексу України.»

Аналіз даного пункту потребує аналіз зазначених статей Водного кодексу (ВКУ).

Глава 14 в якій розміщено статтю 74 має назву - **УМОВИ СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ**

Стаття 74. *Накопичувачі промислових забруднених стічних вод та технологічні водойми*

Підприємства, установи і організації, що мають накопичувачі промислових забруднених стічних чи шахтних, кар'єрних, рудникових вод, зобов'язані впроваджувати ефективні технології для їх знешкодження і утилізації та здійснювати рекультивацію земель, зайнятих цими накопичувачами.

Скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом, погодженим з обласними, Київською, Севастопольською міськими державними адміністраціями, органом виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища.

Використання технологічних водойм (ставки-охолоджувачі теплових і атомних станцій, рибицькі ставки, ставки-відстійники та інші) повинно проводитись відповідно до норм і правил експлуатації, визначених у технічних проектах, затверджених у встановленому законодавством порядку.

Абзац 2 зазначеної статті чітко вказує на те, що **Скидання цих вод у поверхневі водні об'єкти здійснюється згідно з індивідуальним регламентом.**

Тому твердження другої частини пункту П.12 розділу IV «Методичних рекомендацій» - *Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначеному статтею 49 Водного кодексу України,* протирічить частині другій статті 74 ВКУ, яка чітко і однозначно встановлює умови скидання зворотних вод у водні об'єкти - **згідно з індивідуальним регламентом.**

З точки зору законності – норми Водного кодексу України є пріоритетними у порівнянні з Методичними рекомендаціями. А вислів: *«Право на здійснення скидання зворотних вод із накопичувачів у водні об'єкти оформляється на загальних підставах, відповідно до порядку, визначеному статтею 49 Водного кодексу України»* може носити тільки рекомендаційний характер, зважаючи на статус документу.

П.24 розділу IV «Методичних рекомендацій» рекомендує: *«Дані лабораторій суб'єктів державного моніторингу вод щодо фонові якості водних об'єктів по створах гідрохімічного моніторингу (репрезентативні для місць скиду зворотних*

вод) рекомендується вважати актуальними протягом трьох років з часу проведення аналогічного контролю.

Суть даного пункту підтверджує правильність використання інформації по створу моніторингових спостережень «Руднічне» у якості фоновому створу для визначення розрахункової фонові якості води водоприймача.

Зважаючи на ситуацію що склалася на ділянці р. Інгулець, де виконується дозований скид з розбавленням шахтних вод при періодичному скиданні зворотних вод зі ставка-накопичувача у балці Свистунова, неможливо дотриматися норм якості води чи нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті. Дані норми не виконуються і при відсутності скиду, про що свідчать дані моніторингових спостережень у фоновому створі у періоди, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища. При цьому відсутність скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача може призвести до виникнення аварій та надзвичайних ситуацій. Тому регламент скиду має розроблятися з врахуванням нанесення мінімально можливого негативного впливу на оточуюче середовище та уникнення аварійних та надзвичайних ситуацій на об'єкті.

Слід відмітити, що регламент скиду, базується на результатах досліджень та рекомендаціях наданих Національним аграрним університетом НАН України та інститутом гідробіології НАН України після виконання науково-дослідної роботи з "Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічних скидів надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу".

Регламентоване (дозоване) скидання надлишків зворотних вод у поверхневі водойми, з тимчасовим перевищенням норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об'єктах по компонентах, які притаманні та є основними саме у високомінералізованих шахтних водах Кривбасу (хлориди, сульфати, мінералізація), може бути виправдано лише в одному випадку, коли їх скидання здійснюється за для уникнення низки аварій та надзвичайних техногенних ситуацій як у Криворізькому регіоні, так і за його межами. Режим такого скиду повинен мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

6.1 Оцінка концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод

Концентрацію нормованих речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача можна було би розрахувати досить точно, використовуючи методику розрахунку, яка описана у підрозділі 4.6, та відповідні вихідні дані, що перелічені у зазначеному підрозділі. В даному та наступному підрозділах проводяться лише наближені розрахункові оцінки, в яких використовуються вихідні дані,

що наведені у Регламенті, аналіз моніторингових спостережень в р.Інгулець та Саксагань, а також певні припущення, що формулюються та обговорюються нижче.

При розрахунку концентрації речовин в контрольному створі будемо вважати, що в цьому створі відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою. Як зазначено у підрозділі 4.5, кратність n розбавлення зворотних вод в контрольному створі задовольняє умові $n \leq n_{повн}$, де $n_{повн}$ - кратність розбавлення, яка відповідає повному змішуванню. Тому, враховуючи формулу (27), можна стверджувати, що при $n = n_{повн}$ концентрація $C_{кс}$ речовини в контрольному створі буде меншою, чим при $n \leq n_{повн}$. Таким чином, припущення щодо повного змішування призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі. Відзначимо, що використання зазначеного припущення дозволяє розраховувати концентрацію $C_{кс}$ за формулою (33). Якщо в контрольному створі не відбулося повного змішування, то при розрахунках кратності розбавлення пропонується використовувати чисельний метод Караушева.

При розрахунку концентрації $C_{кс}$ будемо також вважати, що всі нормовані речовини є консервативними, тобто коефіцієнт неконсервативності $k = 0$ для всіх нормованих речовин. Із формули (4.33) випливає, що це припущення також призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі, та воно дозволяє розраховувати концентрацію $C_{кс}$ за формулою (34).

Окрім наведених вище припущень, при розрахунку концентрації $C_{кс}$ не будемо враховувати наявність точкових джерел надходження води і речовин, розташованих на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (рис. 4.1), тобто будемо вважати, що у формулі (34) $\bar{p} = 0$. В цьому випадку із (34) одержимо:

$$C_{кс} = \frac{g_{\epsilon} C_{\epsilon} + g C_{з\epsilon}}{g_{\epsilon} + g}. \quad (43)$$

Аналізуючи формулу (34), можна показати, що неврахування точкових джерел надходження води і речовин призводить до зменшення концентрації речовин в контрольному створі, якщо виконується умова:

$$\frac{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i}{\sum_{i=1}^{\bar{p}} \hat{g}_i} > \frac{g_{\epsilon} C_{\epsilon} + g C_{з\epsilon}}{g_{\epsilon} + g}. \quad (44)$$

Відзначимо, що перевірити виконання умови (44) неможливо через відсутність даних щодо величин $\bar{p}$, $\hat{g}_i$, $\hat{C}_i$. Разом із тим, якщо умова (44) виконується, то всі наведені вище припущення призводять до зменшення концентрації $C_{кс}$. Це означає, що концентрація $C_{кс}$, яка розрахована за формулою (43), буде меншою,

чим у випадку розрахунку даної концентрації без використання наведених вище припущень. Тому можна вважати, що наближені оцінки, які проводяться в даному та наступному підрозділах з використанням формули (43) є “доволі оптимістичними”. Разом із тим, навіть такі “оптимістичні” оцінки дозволяють отримати досить важливі результати, які розглядаються далі.

Якщо, не змінюючи дробу, що стоїть у правій частині рівності (43), помножити чисельник і знаменник цього дробу на τ_2 та врахувати співвідношення (5.8), (5.9), то після очевидних тотожних перетворень одержимо:

$$C_{kc} = C_v + \frac{C_{zv} - C_v}{1 + V_v / V_{ui}}. \quad (45)$$

За формулою (45) були розраховані концентрації C_{kc} нормованих речовин в контрольному створі. При розрахунках використовувалися фактичні дані обсягів, використаних під час скиду ШВ з розбавленням згідно Регламент 2024-2025 р. При цьому, зважаючи на неритмічність скиду ШВ зі ставка-накопичувача, за основу взято період з 4 по 8 квітня, період, коли повноцінно працював скидний водовід та подавалися витрати з Карачунівського водосховища передбачені Регламентом – 20,0 м³/с. Таким чином розрахункові величини становлять: $V_v = 8,64$ млн. м³ та $V_{ui} = 0,334$ млн. м³, та фактичні дані концентрації C_v на основі максимальних показників за період подачі на розбавлення ШВ у 2024 -2025 і концентрації C_{zv} на основі максимальних, зафіксованих у ставку-накопичувачі за період з 21.02. 2024 по 21.01.2025 р. При цьому концентрації C_v наведені на основі даних по контрольному створу 500 м вище скиду шахтних вод по показниках, по який виконувалися дослідження (під час скиду не виконувалися аналізи води у повному обсязі), що дозволяє більш точно врахувати розбавлення при змішуванні з урахуванням зміни якості води на ділянці від Карачунівського водосховища до точки скиду. У зазначених розрахунках не розглядалося хімічне споживання кисню (ХСК) через відсутність у Регламенті даних для ХСК щодо C_{zv} .

Результати вказаних розрахунків (концентрації C_{kc}) наведені у табл 6.1.

У табл. 6.1 для порівняння концентрацій C_{kc} з відповідними ГДК наведені для господарсько-побутового ($ГДК_{zn}$) та рибогосподарського ($ГДК_{pg}$) водокористувань, а також безрозмірні відношення $C_{kc} / ГДК_{zn}$ і $C_{kc} / ГДК_{pg}$ що вказують на кратність перевищення або його відсутність. ГДК речовин для господарсько-питного водокористування та відповідні безрозмірні відношення не наведені, бо на ділянці річки Інгулець від створу випуску зворотних вод з накопичувача до річкового гирла відсутні водозабори для господарсько-питного водопостачання.

У таблиці 6.1 $ГДК_{pg}$ мінералізації та відповідне безрозмірне відношення не наводяться, оскільки для рибогосподарського водокористування мінералізація не нормується.

Таблиця 6.1 – Концентрації нормованих речовин (показників якості води) під час скидання зворотних вод та відповідні ГДК речовин

Назва речовини (показника)	C_v , ^{*)} мг/л	$C_{зв}$, ^{*)} мг/л	C_{kc} , ^{*)} мг/л	$ГДК_{zn}$, ^{*)} мг/л	$ГДК_{pg}$, ^{*)} мг/л	$\frac{C_{kc}}{ГДК_{zn}}$	$\frac{C_{kc}}{ГДК_{pg}}$
Хлориди	644 ^{****}	18878	1439	350	300	4,11	4,8
Сульфати	340 ^{****}	1665	398	500	100	0,80	3,98
Мінералізація	1350 ^{****}	40628	3063	1000	-	3,06	-
Азот амонійний	0,28 ^{****}	1,26	0,32	2,0	0,5-1,0	0,16	0,64
БСК ₅	3,50	2,86	3,47	6	3	0,58	1,16
Нітрати	1,30	7,52	1,82	45	40	0,04	0,046
Нітрити	0,23 ^{****}	0,19	0,23	3,3	0,08	0,06	2,85
Завислі речовини	27,2 [*]	36	27,58	27,95 (Фон + 0,75) [*]	25 ^{**}	0,99	1,1
Нафтопродукти	0,04	0,060	0,041	0,3	0,05	0,14	0,82
Залізо загальне	0,05	0,10	0,052	0,3	0,1	0,17	0,52
Феноли	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	0,001	0,001	менше 1	менше 1
Фосфати	0,16	0,068	0,156	3,5	2,14	0,045	0,073
Розчинений кисень ^{***}	11,5	3,76	11,16	>4	>6	>2,79	>1,86
РН	8,37	8,20	8,36	6,5-8,5	6,5-8,5	В межах норми	В межах норми

Примітка: ^{*)} - C_v , $C_{зв}$ і C_{kc} - концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища, у зворотних водах і в контрольному створі; $ГДК_{zn}$ та $ГДК_{pg}$ – ГДК речовини (показника) для господарсько-побутового та рибогосподарського водокористувань; величини $ГДК_{zn}$ та $ГДК_{pg}$ наведені відповідно до [13] та [14]. Концентрації речовин у зворотних водах наведені максимальні, що зафіксовані за період з 21.02.2024 р. по 21.01.2025 р.

^{*} - Згідно [13] для водних об'єктів, які містять у межах понад 30 мг/дм³ природних мінеральних речовин, допускається збільшення завислих речовин у воді в межах 5%. За фонову концентрацію прийнято найвищий показник за період скиду зворотних вод з розбавленням по Регламенту 2023-2024 рр. у контрольному створі вище скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод, зафіксований 14.02.2024 р. (див. табл. 7.5).

^{**} - ГДК прийнято згідно додатку 3 Методичних рекомендацій з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами (б).

^{***} - Концентрації розчинного кисню прийнята як мінімальна величина, зафіксована у період скиду.

^{****} - Дані за період скиду 2024-2025 року у контрольному створі 500 м вище за течією від точки скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ.

Відзначимо, що у певних випадках, які визначені у розділі 3 та у підрозділі 4.7, в контрольному створі випуску зворотних вод можуть порушуватися чинні норми якості води. Але це положення не відбивається у чинних нормативно-правових документах, що регламентують скидання речовин із зворотними водами. Саме тому у даному та наступному підрозділах в якості концентрацій $\tilde{C}$ (див. формулу (36)), які можуть перевищувати відповідні ГДК речовин, використовуються відповідні ГДК.

Проаналізуємо результати розрахунків концентрації C_{kc} .

Як видно з таблиці 6.1 (див. останні два стовпця таблиці), в контрольному створі порушуються як рибогосподарські, так і господарсько-побутові норми якості води. Концентрація C_{kc} перевищує $ГДК_{en}$ для хлоридів та мінералізації та перевищує $ГДК_{pg}$ для хлоридів, сульфатів, БСК₅, нітритів та завислих речовин. При цьому найбільш суттєво норми якості води порушуються для хлоридів, концентрація яких в контрольному створі більше, чим у 4,11 разів перевищує $ГДК_{en}$ та в 4,8 разів перевищує $ГДК_{pg}$ та по загальній мінералізації в 3,06 разів перевищує $ГДК_{en}$ та сульфатах для $ГДК_{pg}$ більше ніж у 3,98 разів. Таким чином, навіть “оптимістична” оцінка концентрацій C_{kc} показує, що при скиданні зворотних вод з накопичувача відповідно до Регламенту в контрольному створі нижче випуску зворотних вод суттєво порушуються чинні норми якості води, особливо по хлоридам, сульфатам та мінералізації.

Окремо слід зазначити, що перевищення $ГДК_{en}$ у контрольному створі вище точки скиду ШВ (контрольний створ №6) в окремі періоди по загальній мінералізації та хлоридах та $ГДК_{pg}$ по сульфатах, хлоридах, завислих речовинах, БСК₅, нітритах під час подачі води на розбавлення, що свідчить про недостатню розбавляючу здатність води Карачунівського водосховища та суттєвий вплив притоків з водозбірної площі і постійно діючих скидів на формування якості води від створу водосховища до контрольного створу №6.

Після завершення скиду зворотних вод кордон розділу між річковою водою, що забруднена зворотними водами, та “більш чистою” річковою водою рухається униз за течією, віддаляючись від випуску зворотних вод зі швидкістю течії. При цьому змішування “чистої” та “забрудненої” води на кордоні розділу цих вод відбувається лише за рахунок процесу дифузії, який є значно “менш інтенсивним”, чим процес змішування забруднених зворотних вод з “більш чистою” річковою водою, який відбувається під час скидання зворотних вод.

Обговоримо можливості та наслідки регулювання концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод з накопичувача.

Як видно з формули (45), концентрація C_{kc} речовин в контрольному створі залежить лише від величин C_v , C_{zv} , $V_{ш}$ та V_v . Оскільки величини C_v , C_{zv} , $V_{ш}$ є фактично заданими, серед зазначених вище величин регулюванню практично піддається лише величина V_v (під регулюванням величини V_v тут розуміється зміна значення цієї величини). Таким чином, під час скидання зворотних вод з накопичувача єдиним способом регулювання концентрації речовин в контрольному створі, який можна реалізувати на практиці, є регулювання величини об'єму V_v води, що скидається з Карачунівського водосховища протягом скиду зворотних вод. Розглянемо можливі наслідки зазначеного вище регулювання.

Із формули (45) випливає, що при необмеженому збільшенні величини V_v концентрація C_{kc} необмежено наближається до концентрації C_v . Це означає, що при достатньо великому значенні величини V_v концентрація C_{kc} буде практично співпадати з концентрацією C_v . Із таблиці 6.1 видно, що для всіх нормованих речовин виконується умова $C_v \leq ГДК_{zn}$. Виключення становить сульфати, загальна мінералізація, БСК₅ та нафтопродукти, які дещо перевищує нормативну величину, але знаходиться в межах розрахункової похибки, тому до уваги не береться. Враховуючи сказане вище, можна стверджувати, що при достатньо великому значенні величини V_v в контрольному створі будуть дотримуватися господарсько-побутові норми якості води. Оцінка величини V_v , при якій в контрольному створі дотримуються господарсько-побутові норми якості води наводиться в наступному підрозділі.

6.2 Оцінка попуску води з Карачунівського водосховища, потрібного для дотримання норм якості води в контрольному створі

Як показано у попередньому підрозділі, при достатньо великому значенні величини V_v в контрольному створі будуть дотримуватися господарсько-побутові норми якості води. Оцінимо мінімальне значення $\ddot{V}_v$ величини V_v , при якому в контрольному створі забезпечується дотримання зазначених норм якості води.

Відзначимо, що у формулі (45) фактично вважається, що $C_\phi = C_v$, а кратність розбавлення зворотних вод в контрольному створі розраховується за формулою:

$$n = 1 + \frac{g_v}{g} = 1 + \frac{g_v \tau_2}{g \tau_2} = 1 + \frac{V_v}{V_{ш}}. \quad (46)$$

Як показано у підрозділі 4.4, норми якості води в контрольному створі дотримуються тоді, і тільки тоді, коли виконується умова:

$$n \geq n_j, \quad (47)$$

де n_j - необхідна кратність розбавлення лімітуючої речовини.

Підставляючи (46) у (47) та розв'язуючи отриману нерівність відносно величини V_θ , одержимо $V_\theta \geq \ddot{V}_\theta$, де

$$\ddot{V}_\theta = V_{\text{ли}}(n_j - 1). \quad (48)$$

Таким чином, для розрахунку величини $\ddot{V}_\theta$ за формулою (48) необхідно визначити лімітуючу речовину та необхідну кратність n_j її розбавлення.

Аналізуючи дані таблиці 6.1, можна визначити перелік *визначальних речовин* (підрозділ 4.4): у даному випадку – речовин, для яких виконується умова $C_\theta < ГДК_{\text{zn}} < C_{\text{зв}}$. У таблиці 6.2 наведений перелік визначальних речовин, вихідні дані, які потрібні розрахунку необхідної кратності розбавлення цих речовин та результати розрахунку цієї кратності розбавлення з використанням формули (18), яка у даному випадку записується так:

$$n_{\text{необ}} = \frac{C_{\text{зв}} - C_\theta}{ГДК_{\text{zn}} - C_\theta},$$

де $n_{\text{необ}}$ - необхідна кратність розбавлення розглядуваної визначальної речовини.

Однак між Карачунівським водосховищем та точкою скиду шахтних вод відбувається значний вплив на якість води за рахунок постійний скидів (р.Саксагань та обвідний канал і, у попередні періоди, Південна станція аерації КОС) та нерегульовані притоки з водозбірної площі на зазначеній ділянці річки. Тому по факту розбавлення зворотних вод відбувається не водою з Карачунівського водосховища, а менш якісною водою, що зазнала впливу вищенаведених чинників.

В таблиці 6.2 наведено розрахунок кратності розбавлення, виконаної на основі середніх значень концентрацій забруднюючих речовин у ставку-накопичувачі шахтних вод та у Карачунівському водосховищі за період скиду з розбавленням згідно регламенту 2023 – 2024 років.

Таблиця 6.2 – вихідні дані та результати розрахунку необхідної кратності розбавлення визначальних речовин

Назва визначальної речовини (показника)	C_θ , мг/л	$ГДК_{\text{zn}}$, мг/л	$C_{\text{зв}}$, мг/л	$n_{\text{необ}}$
Хлориди	58	350	18244	62,28
Сульфати	208	500	1465	4,3
Мінералізація	580	1000	37896	88,85

Примітка: * - C_θ та $C_{\text{зв}}$ - середні концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища та у зворотних водах за період скиду; $ГДК_{\text{zn}}$ – ГДК речовини (показника) для

господарсько-побутового водокористування; $n_{необ}$ - необхідна кратність розбавлення речовини (показника).

Як видно із таблиці 6.2, у даному випадку лімітуючою речовиною є мінералізація, яка має найбільшу необхідну кратність розбавлення, причому ця кратність розбавлення складає 88,85. Підставляючи у (48) значення $n_j = 88,85$ та $V_{\text{ш}} = 10,955$ млн. м³ (фактичний обсяг відкачки ШВ у ставок-накопичувач за 2024 рік), одержимо $\ddot{V}_g = 962,4$ млн. м³. Підставляючи у формулу величини $V_g = \ddot{V}_g = 962,4$ млн. м³, $\tau_2 = 365$ діб (при умові виконання скиду ШВ протягом року), отримаємо $g_g = \ddot{g}_g \approx 30,5$ м³/с, де $\ddot{g}_g$ - мінімальне значення витрати g_g , при якому в контрольному створі дотримуються господарсько-побутові норми якості води. Якщо у формулу (45) підставити величини $V_g = \ddot{V}_g = 962,4$ млн. м³, $V_{\text{ш}} = 10,955$ млн. м³ та величини C_g і $C_{зв}$, які наведені у табл. 6.1, то можна упевнитися в тому, що для загальної мінералізації виконується умова $C_{\text{кс}} = ГДК_{\text{зн}}$, а для усіх інших нормованих речовин – умова $C_{\text{кс}} < ГДК_{\text{зн}}$. Це підтверджує правильність розрахунку величини $\ddot{V}_g = 962,4$ млн. м³.

Насправді кількість води на розбавлення у контрольному створі буде більшою, оскільки розрахунок не враховує вплив дифузних джерел на ділянці р. Інгулець від Карачунівського водосховища до контрольного створу, але цей вплив є значним. Крім того, стік р. Саксагань (в поливний сезон перекритий) під час скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача практично не регулюється і при значних витратах може суттєво вплинути на якість води та на кратність розбавлення у зоні змішування.

Таким чином, за наведеною вище оцінкою, для дотримання господарсько-побутових норм якості води в контрольному створі під час скидання зворотних вод у період 2025-2026 рр. з Карачунівського водосховища треба було скинути, як найменше 962,4 млн. м³ (більш точно біля 1000,0 млн. м³) води з витратою, не менше, чим 30,5 м³/с (більш точно 31,7 м³/с).

Обговоримо можливості забезпечення вказаного вище скидання води з Карачунівського водосховища. Відзначимо, що об'єм води $\ddot{V}_g = 962,4$ млн. м³ приблизно у 3,34 рази перевищує корисний об'єм Карачунівського водосховища, який становить 288,5 млн.м³ (корисний об'єм водосховища – це різниця між об'ємом води у водосховищі при нормальному підпірному рівні води та об'ємом води при рівні мертвого об'єму). Зрозуміло, що скинути з водосховища 962,4 млн. м³ води неможливо, якщо під час скидання не подавати воду у водосховище. Карачунівське водосховище за цільовим призначенням використовується перш за все для забезпечення питного та технічного водопостачання міста Кривий Ріг, а також зрошення.

Тому для компенсації втрат води на розбавлення вказаних вище зворотних вод бажано подавати воду у водосховище з такою самою витратою, з якою вода скидається з водосховища, а саме, з витратою 30,5 м³/с. На сьогодні такі можливості відсутні.

Пропускна спроможність каналу «Дніпро-Інгулець», який використовується для подачі дніпровської води у Карачунівське водосховище, обмежена аксимальною гарантованою подачею 14,0 м³/с. Окрім того, середньорічна витрата води у річці Інгулець біля Кривого Рогу на вході у Карачунівського водосховища при постійній подачі по каналу Дніпро-Інгулець в діапазоні 11,0 – 14,0 м³/с складає 10,0 - 11,0 м³/с.

Слід зазначити, що скидання води з водосховища у річку Інгулець з витратою 30,5 м³/с (навіть якщо це можливо) призведе до “штучної повені” протягом тривалого часу. Подача у річку Інгулець таких витрат призведе до затоплення прибережних земель та територій окремих населених пунктів вище та нижче за течією від Карачунівського водосховища, руйнування берегів тощо.

Практична реалізація зазначеного вище режиму скидання неможлива з фінансово-економічних причин. Це обумовлено тим, що подача води у Карачунівське водосховище для розбавлення зворотних вод, які скидаються з накопичувача, здійснюється за рахунок грошових коштів гірничорудних підприємств Кривбасу. Очевидно, що подача у водосховище 962,4 млн. м³ води потребує чималих грошових затрат зазначених підприємств для будівництва додаткових потужностей для подачі води на розбавлення та щорічних витрат на подачу води. І якщо ці затрати порівняти з прибутком вказаних підприємств, то підприємства будуть змушені припинити видобування корисних копалин, що призведе до негативних наслідків, описаних вище в розділі 5.

Окремо слід відмітити, що між Карачунівським водосховищем та точкою скиду шахтних вод відбувається значний вплив на якість води за рахунок постійний скидів (р.Саксагань та обвідний канал і в попередні періоди Південна станція аерації КОС) та нерегульовані притоки з водозбірної площі на зазначеній ділянці річки. Тому, по факту, умови по зазначених у табл. 6.2 речовинах відповідає співвідношенню $C_i^{ГДК} < C_i^{\phi} < C_i^{ze}$. Згідно аналізу, наведеному у розділі 4.4 випливає, що в цьому випадку при будь-якій витраті g виконується умова $C_i^{kc} > C_i^{ГДК}$, тобто норми якості води в контрольному створі порушуються (дивись табл.7.4) по загальній мінералізації. Як видно із таблиці 6.2, лімітуючою речовиною є мінералізація, яка має найбільшу необхідну кратність розбавлення. В даному випадку, “речовину не можна скидати без порушення норм якості води”.

Таким чином, за наведеною вище оцінкою, не можливо досягти для господарсько-побутових норм якості води в контрольному створі під час скидання зворотних вод у період 2025-2026 рр. з Карачунівського водосховища по показнику

«Загальна мінералізація». Навіть залучення значних обсягів води по каналу «Дніпро-Інгулець» не гарантує покращення якості води у Карачунівському водосховищі і досягнення ГДК по загальній мінералізації, якщо подачу виконувати у період скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод.

Окремо слід врахувати можливості подачі води на розбавлення з Карачунівського водосховища обмежені витратою 20,0 м³/с.

Базуючись на аналізі, наведеному вище, можна зробити наступні висновки:

1. В існуючих умовах немає технічних можливостей дотримання норм якості води у контрольному створі під час впровадження дозованого скиду надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод з їх розбавленням.

2. Якщо при періодичному скиданні зворотних вод неможливо дотриматися норм якості води чи нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у водному об'єкті, а відсутність скиду призведе до виникнення аварій та надзвичайних ситуацій, регламент скиду має розроблятися з врахуванням нанесення мінімально можливого негативного впливу на оточуюче навколишнє середовище. За таких умов все більш актуальним є регулювання скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у водні об'єкти за так званим принципом ALARA (абревіатура від – As Low As Reasonably Achievable – «настільки низький, наскільки це можливо у межах розумного»).

3. Розробка індивідуального регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу базується на результатах досліджень та рекомендаціях наданих Національним аграрним університетом НАН України та інститутом гідробіології НАН України після виконання науково-дослідної роботи з «Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічних скидів надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу» [23,24]. Згідно рекомендацій гідробіологів, скид надлишків зворотних вод повинен здійснюватися виключно у міжвегетаційний період, коли на р. Інгулець відсутні будь які водозабори, початок скиду встановлюється з урахуванням завершення вегетаційного сезону, коли температура води в річці стає нижче +10⁰ (зазвичай початок листопада), завершення скиду повинно враховувати терміни проходження нерестового періоду – не пізніше початку березня, з наступною промивкою річки прісною водою. На підставі багаторічних досліджень та враховуючи численні дані інших дослідників по впливу хлоридів, сульфатів, мінералізації на життєдіяльність іхтіофауни встановлено, що при скиді зворотних вод вміст хлоридів нижче зони змішування не повинен перевищувати рівня в 4,5 г/дм³ при загальному рівні мінералізації води не більше 9,0 г/дм³.

4. Фактором, що ускладнює ситуацію зі скидом зворотних вод є період можливого скиду зворотних вод з розбавленням, пов'язаний з використанням річки Інгулець для подачі води на питне водопостачання міста Миколаїв та зрошення.

5. Обмежуючим фактором для мінімізації впливу на навколишнє середовище під час скиду зворотних вод є і технічна проблема з організації подачі води з Карачунівського водосховища. Згідно з даних ДПП «Кривбаспромводопостачання» на сьогодні можливі витрати, що можуть гарантовано подаватися у нижній б'єф водосховища знаходяться в діапазоні від $5,0 \text{ м}^3/\text{с}$ до $20,0 \text{ м}^3/\text{с}$, що обмежує можливості по розбавленню забруднюючих речовин до встановлених показників на рівні ГДК для об'єктів питного водопостачання.

Зважаючи на це, у даному регламенті буде розглянуто варіант скиду надлишків зворотних вод з їх розбавленням у мінімально можливі терміни з максимально можливим розбавленням, виходячи з технічних можливостей Карачунівського водосховища та ставка-накопичувача шахтних вод та визначені можливі концентрації забруднюючих речовин у контрольному створі нижче скиду. Виходячи з можливих термінів проведення регламентованого скиду будуть визначені рекомендовані витрати скиду води зі ставка-накопичувача шахтних вод, що мінімізують негативний вплив на довкілля.

7. ВИХІДНІ ДАНІ

Підготовка вихідних даних для визначення розрахункових умов скиду зворотних вод здійснюється відповідно до фактичних характеристик випуску зворотних вод, якості води водного об'єкту та його показників. Визначення вихідних даних і розрахункових умов необхідні для розрахунку процесів асиміляції (змішування та розбавлення) домішок зворотних вод у водних об'єктах. При визначенні розрахункових умов використовуються бази даних якості води, мінімальні витрати річок, природні фонові концентрації речовин у водних об'єктах тощо.

При підготовці даних про водний об'єкт збирається наступна інформація:

- структура гідрографічної мережі водного об'єкту;
- водозбірні площі окремих ділянок водного об'єкту;
- довжина окремих ділянок водного об'єкту, площі водойм;
- коефіцієнти звивистості окремих ділянок водного об'єкту;
- глибина водного об'єкту;
- ширина водного об'єкту;
- коефіцієнти шорсткості ложа;
- витрати води.
- При підготовці даних про об'єкт скиду збирається наступна інформація:
 - назва і коди власника;
 - розташування місця випуску зворотної води на гідрографічній мережі;
 - конструктивні особливості випусків зворотних вод;
 - тип та категорія зворотних вод що скидаються;
 - склад та властивості зворотної води;
 - витрати і режим скиду зворотних вод.

Розрахунок вмісту забруднюючих речовин у водному об'єкті при скиді зворотних вод виконується з урахуванням:

- фонові якості води водного об'єкту до місця впливу випуску зворотних вод;
- впливу постійно діючих водовипусків на водний об'єкт у розрахунковому створі;
- витрат, складу і режиму надходження зворотних вод в період скиду у водний об'єкт ;
- ступеня змішування зворотних вод з водою водного об'єкту у розрахунковому створі;
- кратності розбавлення зворотних вод водою водного об'єкту у розрахунковому створі.

При підготовці вихідних даних були задіяні інформаційно-довідкові та аналітичні матеріали Дніпропетровського обласного управління водних ресурсів, державної екологічної інспекції Придніпровського округу (Дніпропетровська і Кіровоградська області), Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології – авіаметеостанції м. Кривий Ріг, центральної геофізичної обсерваторії державної служби України з надзвичайних ситуацій м. Київ, експлуатуючих організацій: державного підприємства «Кривбасшахтозакриття», комунального підприємства «Кривбасводоканал» та «Кривбаспромводопостачання», гірничорудних підприємств Кривбасу, каналу Дніпро-Інгулець.

7.1 Рельєф та кліматичні умови

В геоморфологічному відношенні район м. Кривий Ріг представляє собою степову рівнину. Загальний схил поверхні з півночі на південь. Найбільші відмітки земної поверхні 110 – 115м, найнижчі 30 – 40м. Значну площу поверхні займають балки та яри. Схили балок більшою мірою круті, у більшості балок побудовані штучні водоймища.

Клімат району – континентальний. Зима помірна, з частими відлигами. Найбільш холодний місяць – січень, найбільші коливання температури у лютому місяці. Тривалість снігового покриву в середньому складає 45 днів. Протягом останніх 5 років сніговий покрив не затримується довше ніж на 10 днів. Максимальна висота снігового покриву 8 – 10см, мінімальна – 0. Максимальна глибина промерзання ґрунту 0,8 – 1,0м. Літо ясне, жарке з продовженням до жовтня.

За даними Криворізької метеорологічної станції середньорічна температура повітря складає – 8,5 °С, багаторічна норма атмосферних опадів (дивись додаток 1) – 469 мм, а фактична річна кількість опадів за 2024 рік – 338,9 мм, що менше за багаторічну норму. Найбільша кількість опадів випала у січні, найменша - у серпні 2024 р. У багаторічному вимірі у теплу пору з квітня по листопад випадає – 72,7 %, а з грудня по березень – 27,3 % атмосферних опадів. Інфільтрація атмосферних опадів складає 3 – 10 % від їх загальної кількості, решта витрачається на поверхневий стік. Річне випаровування у регіоні коливається від 900 до 1200мм. Відносна вологість повітря досягає максимальних позначок у зиму і може досягати 90 – 92 %.

Додаток 1



Директору ДП
«Кривбасшахтозакриття»

Довідка
про місячні суми та багаторічні норми опадів
у Кривому Розі за 2024 рік

Місяць	Місячна сума опадів в мм	Багаторічна норма опадів в мм
Січень	52,5	32
Лютий	15,9	29
Березень	43,1	33
Квітень	16,7	35
Травень	19,9	50
Червень	42,2	58
Липень	6,9	51
Серпень	5,8	37
Вересень	13,6	43
Жовтень	48,4	34
Листопад	40,8	33
Грудень	33,1	34
Рік	338,9	469

Начальник авіаметеостанції Кривий Ріг

Тетяна ЯКОВЛЕВА

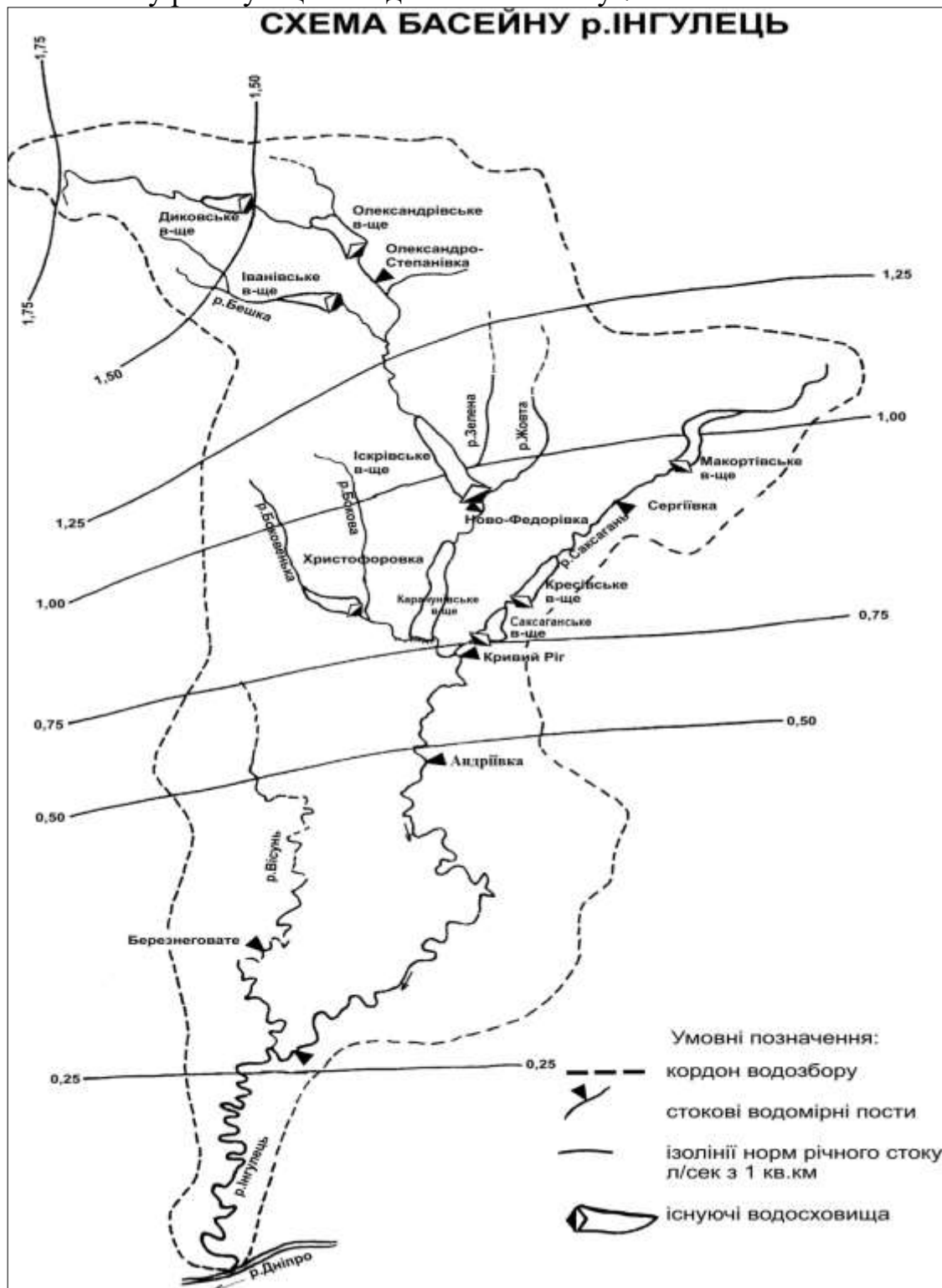
СЕД АСКОД ДП "КШЗ"
вхід № 2 від 02.01.2025



7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець

Річка Інгулець являється правою притокою р. Дніпро. Довжина річки Інгулець 551км, площа водозбору 13700 км², у тому числі до створу Карачунівської греблі – 6316 км². Головні притоки річки Інгулець: річки Жовта, Зелена, Бокова, Боковенька, Саксагань та Вісунь.

Схема басейну р. Інгулець наведена на малюнку 7.2.1



Малюнок 7.2.1

Річка Інгулець бере початок з криниць у балці в с. Кучерівка, Кіровоградської області, тече вона в південному напрямку по Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській та Херсонській областях і впадає в р. Дніпро праворуч на 46 км від його гирла. При впадінні річка розділяється на 2 рукави, із яких правий має довжину 0,9 км, лівий – 1,5 км.

Середній ухил водної поверхні дорівнює 0,32%; басейн має загальний ухил із півночі на південь. У верхній частині басейну рельєф сильно пересічений річковою і ярово-балковою мережею, у середній і нижній частині він слабо пересічений. Долина річки переважно трапецеїдальна. До м. Кривий Ріг вона порівняно вузька, завширши 1,0-1,5 км; нижче розширюється до 2,5 – 3,5 км.

Русло річки звивисте, особливо в середній та нижній течії. Коефіцієнт звивистості р. Інгулець в створі від греблі Карачунівського водосховища до гідро посту с. Андріївка 1,5 – 2,0. Ширина русла в середній течії 20 – 30 м. Глибина на перекатах приблизно 0,2 – 0,6 м, на плесах від 2 до 5 м. У нижній течії русло річки має ширину 10 – 60 м, місцями вона сягає 80 м. Швидкість течії річки вище Кривого Рогу на плесах близька до нуля, на перекатах 0,2 – 0,5 м/сек; нижче Кривого Рогу на плесах 0,1 – 0,4 м/сек, на перекатах сягає 0,5 м/сек. Коефіцієнт шороховатості ложа складає 0,025 – 0,03.

Переважно річка живиться талими та дощовими водами, а ґрунтові води в живленні річки грають другорядну роль.

Режим стоку р. Інгулець – типовий для рівнинних рік і характеризується відносно високими весняними повеннями та низькими літньо-осінніми і зимовими межеями. У весняний період і при відлигах у зимовий період річка живиться талими водами. В іншу частину року стік річки підтримується ґрунтовими та дощовими водами, а також поверхневою притокою під час дощів і злив у басейні річки. Основна область формування стоку розміщені у верхній частині басейну, де формуються 80% сумарного стоку річки. Стік річки Інгулець зарегульований Олександрійським, Іскрівським та Карачунівським водосховищем. Коефіцієнт зарегульованості – 80%.

Середньорічна витрата води р. Інгулець біля Кривого Рогу за багаторічний період складає 7,5 м³/сек. Фактичний притік в останнє десятиріччя зменшився у порівнянні з середньорічними. Через надмірну зарегульованість стоку мінімальних 30 – денних витрати води 95% забезпеченості на р. Інгулець нижче Карачунівського водосховища, визначити неможливо (Додаток 2 - лист ЦГО України від 21.04.2016р. № 17-081-761). Тому останні визначенні і встановленні відповідно до паспортних даних Карачунівського водосховища, де непорушні витрати р. Інгулець нижче греблі складають – 0,3 м³/с і відповідають фактичним гідрологічним даним моніторингу.

Зимова температура води в річці – близько 0°. Максимальна літня температура води в річці сягає 25 – 27°C. Вода річки Інгулець жорстка і відноситься до сульфатного класу кальцієво – магнієвої групи.



ДСНС України

**ЦЕНТРАЛЬНА ГЕОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ
імені БОРИСА СРЕЗНЕВСЬКОГО
(ЦГО)**

Проспект Науки, 39, корпус 2, м. Київ-28, 03028, факс: (044) 525-94-58, тел.: 525-69-69
<http://www.cgo-sreznevskiy.kyiv.ua> код ЄДРПОУ 22864480 e-mail: aupcgo@meteo.gov.ua

№ _____

На № _____ від _____

Директору
ТОВ «Укрводпроект»
Віталію ДУПЛЯКУ

Про надання інформації

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського на Ваш запит від 25.07.2023 № 1/55 повідомляє наступне.

Згідно методичних рекомендацій, мінімальний 30-денний стік води визначається для річок з природнім, незарегульованим гідрологічним режимом. Для зарегульованих річок таблиця «Мінімальні витрати води» не складається.

На режим річки Інгулець загалом та в створі гідрологічного поста м. Кривий Ріг значно впливають водосховища, розташовані по довжинні річки, скиди шахтних вод, забори води на водопостачання та зрошення.

Разом з тим повідомляємо, що маємо можливість надати дані про мінімальні витрати води – середні, найбільші та найменші з них за місяць.

Директор

Андрій КУЦІЙ

Кирило БЛЕЦЬКИЙ
525-69-65



СЕД АСКОД
цго
№ 991-001-1311/991-08 від 04.08.2023
Підписувач Куций Андрій Володимирович
Сертифікат S8E2D9E7F900307B0400000037DA330097139E00
Дійсний з 11.01.2022 0:00:00 по 10.01.2024 23:59:59

В зв'язку з руйнуванням дамби Каховської ГЕС та магістрального водоводу Дніпро-Миколаїв з 2023 року р. Інгулець використовується як джерело питного водопостачання для міст Кривий Ріг та Миколаїв. З метою підтримання якості води в р. Інгулець за вмістом хлоридів у точках водозабору для водозабезпечення Кривого Рогу та Миколаєва здійснюється постійна подача води в р. Інгулець по Каналу Дніпро-Інгулець з витратами 11 м³/с та попуски з Карачунівського водосховища витратами на рівні 11-12 м³/с.

Середньорічні, максимальні за період падачі на розбавлення та максимальні річні концентрації забруднюючих речовин в р. Інгулець (гребля Карачунівського водосховища), визначені на основі середньомісячних показників якості води Карачунівського водосховища за період з січня по по квітень 2025 р. (див. Додаток 3) наведені в табл. 7.1.

Таблиці 7.1

СЕРЕДНЬОРІЧНІ ТА МАКСИМАЛЬНІ РІЧНІ ТА МАКСИМАЛЬНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ У КАРАЧУНІВСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ ПРИ ПОДАЧІ НА РОЗБАВЛЕННЯ ПІД ЧАС СКИДУ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА ШАХТНИХ ВОД

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску:		
		Карачунівське водосховище (гребля) р. Інгулець, мг/л		
		Максимальні	Середні за період 2025 року	Максимальні за період скиду
1.	Хлориди	63	61	58
2.	Сульфати	280	248	208
3.	Мінералізація	599	578	580
4.	Азот амонійний	0,21	0,19	0,21
5.	БСК ₅	4,0	3,5	2,9
6.	Нітрати	2,1	1,3	0,5
7.	Нітрити	0,026	0,022	0,016
8.	Завислі речовини	Менше 5	Менше 5	Менше 5
9.	Нафтопродукти	0,04	0,04	0,04
10.	Залізо загальне	0,05	0,05	Менше 0,05
11.	Феноли	0,0008	0,0007	0,0006
12.	Фосфати	0,28	0,16	0,05
13.	Розчинний кисень	12,2	11,5	12,2
14.	ХСК	27	25	24
15.	pH	8,49	8,37	8,49
16.	Жорсткість	6,3	6,2	6,1

Примітка: Середньорічні та максимальні концентрації забруднюючих речовин визначені на основі аналізу даних середньомісячних показників якості води Карачунівського водосховища за період з 01 січня по 30 квітня 2025 р.

Окремо проаналізовано можливі концентрації забруднюючих речовин вище контрольного створу №7 (вище 500 м точки скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача). Базовим фоновим створом на р.Інгулець для виконання прогностичних розрахунків є створ, розташований найближче до точки скиду шахтних вод уверх по течії – створ «с.Інгулець». В табл. 7.2 наведено дослідження, що виконувалися в період з 20 березня 2025 р. по 21 квітня 2025 року. Дані по якості води на ділянці річки від Карачунівського водосховища до створу в с.Інгулець в характерних створах наведені в діапазоні від мінімальних до максимально зафіксованих в зазначений вище період. Окремо слід відмітити, що на якість води нижче греблі Карачунівського водосховища впливає постійна подача води, яка з середини серпня 2023 р. відбувалися витратами в діапазоні 9,0 – 20,0 м³/с, а з червня 2024 р. по даний час витратами в діапазоні 11,0 – 20,0 м³/с.

Таблиця 7.2

КОНЦЕНТРАЦІЇ

забруднюючих речовин на ділянці р. Інгулець від Карачунівського водосховища до с.Інгулець у характерних створах за період з 20.03.2025 по 20.05.2025 року

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Створ			
		Місток вул. Весела Дача	Місток на вул.Машинобудівників	800м на південь від селища Руднічне	Міст біля мікрорайону Інгулець
1.	Хлориди, мг/дм ³	55-71	112-324	158-399	193-466
2.	Сульфати, мг/дм ³	171-229	229-419	382-465	320-525
3.	Мінералізація, мг/дм ³	472-538	484-1214	882-1299	972-1422
4.	Азот амонійний, мг/дм ³	0,90	0,12-0,45	0,77	0,34-0,40
5.	Нітрати, мг/дм ³	2,98-5,10	3,2-19,12	3,44-16,9	4,14-7,42
6.	Нітрити, мг/дм ³	0,006-0,009	0,011-0,048	0,024-0,120	0,032-0,080
7.	Розчинний кисень	14,95	14,35	14,95	12,93
8.	Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО ² /дм ³	2,91	2,73	2,78	2,99
9.	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм ³	22,6	16,5	12,15	23,40
10.	рН	8,12	7,99	8,04	7,98

Як видно з наведених даних у контрольному створі вище точки скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача є періодичні перевищення ГДК для водойм, що використовуються для питного водопостачання. Максимальні перевищення за період спостережень становлять - по хлоридах в 1,3 рази та загальній мінералізації у 1,4 рази. При цьому слід зазначити, що у період скиду зворотніх вод зі ставка-накопичувача проводився скид води з Саксаганського водосховища, витратою 0,5 м³/с, який має вплив на якість води нижче за течією.

У період після завершення скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у період з 12 квітня по 24 квітня 2025 р. подача води з Карачунівського водосховища проводилася в режимі $20,0 \text{ м}^3/\text{с}$, а з 25 квітня в режимі $11,0 \text{ м}^3/\text{с}$. При цьому, якщо аналізувати наявні дані надані ДПП «Кривбаспромводопостачання» по якості води за квітень у Карачунівському водосховищі та дані моніторингових спостережень за 21 квітня 2025 р, які хоч і обмежено, але дають уявлення про вплив попусків з водосховища на якість води у контрольному створі 500 м вище точки скиду (контрольний створ №7), а саме - по основних показниках хлоридах та загальній мінералізації можна зробити висновок, що якість води по даним показникам відповідає нормативним як для водойм, що використовуються для господарсько-побутових потреб. Цей факт підтверджує позитивні зміни по якості у Карачунівському водосховищі при постійній подачі дніпровської води по каналу Дніпро-Інгулець та якості води на ділянці річки від Карачунівського водосховища до контрольного створу вище скиду зворотніх вод зі ставка-накопичувача шахтних вод, при умові подачі води з Карачунівського водосховища в діапазоні $10\text{-}20 \text{ м}^3/\text{с}$.

Починаючи з 12 квітня по 24 квітня 2025 року була виконана промивка русла р.Інгулець попусками з Карачунівського водосховища витратою $20,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Цей захід виконано для покращення якості води у створі забору води на поповнення Південного водосховища та на водозаборі Ігнулецької зрошувальної системи.

На ділянці від створу Карачунівське водосховище до гідропосту в с.Андріївка, що включає і створ скиду шахтних вод зі ставка накопичувача, якість води у річці стабільно погіршується від греблі водосховища у низ по течії, про що свідчать дані постійних спостережень. Дані якості води у Карачунівському водосховищі за період з 01 січня 2025 року по 30 квітня 2025 року по хлоридах змінилися з 63 на $58 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Якість води на державному гідропосту в с.Андріївка за цей же період при відсутності скидів зі ставка-накопичувача по хлоридах коливається в діапазоні від 490 до $740 \text{ мг}/\text{дм}^3$ і залежить в основному від витрат, що скидаються з Карачунівського водосховища.

З наведеного вище аналізу можна зробити наступні висновки:

- на ділянці річки Інгулець від впадіння річки Саксагань до створу гідропосту Андріївка у період, коли відсутні попуски з Карачунівського водосховища та скид зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод, якість води по хлоридам, сульфатам та сухому залишку не відповідають нормативним показникам, як для водойм господарсько-побутового використання.

- при умові постійної подачі води по каналу Дніпро-Інгулець витратами близькими до $11,0 \text{ м}^3/\text{с}$ та витрат з Карачунівського водосховища розміром $12,0 \text{ м}^3/\text{с}$ при відсутності скидів з Саксаганського водосховища на ділянці річки від греблі Карачунівського водосховища до контрольного створу 500 м вище за течією від місця скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод можна очікувати, що якість води по хлоридах та сульфатах не перевищуватиме господарсько-побутові ГДК, а по загальній мінералізації має незначні перевищення.

У таблиці 7.3 наведено максимальні за період скиду зворотних вод згідно Індивідуального регламенту скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ у міжвегетаційний період 2024-2025 років та розрахунок середньої концентрації забруднюючих речовин під час скиду у контрольному створі 500 м уверх за течією від місця скиду шахтних вод, а у таблиці 7.4 - відповідно максимальні за період скиду та розрахунок середньої концентрації забруднюючих речовин під час скиду 2024-2025 року у ставку-накопичувачі шахтних вод.

Таблиці 7.3

РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ
забруднюючих речовин в р. Інгулець під час скиду 2024-2025 року
(контрольний створ 500 м вище за течією від місця скиду шахтних вод)

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./ Фактичне значення показника	Назва створу – контрольний створ 500 м вище за течією від місця скиду шахтних вод						
		Дата спостереження						
		04.04	07.04	08.04	09.04	10.04	середні	максимальні
1	Хлориди, мг/дм ³	469	591	600	540	644	569	644
2	Сульфати, мг/дм ³	300	340	335	291	-	317	340
3	Мінералізація, мг/дм ³	992	1350	-	-	-	1171	1350
4	Азот амонійний, мг/дм ³	0,19	0,22	0,28	0,10	0,20	0,20	0,28
5	Нітрити, мг/дм ³	0,032	0,039	0,23	0,038	0,027	0,092	0,23

Таблиці 7.4

РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ
забруднюючих речовин у зворотній воді, що скидалася в р.Інгулець зі ставка-накопичувача шахтних вод при виконанні регламенту 2024-2025 років

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./ Фактичне значення показника	Назва створу – контрольний створ у точці скиду шахтних вод				
		Дата спостереження				
		04.04	07.04	08.04	середні	максимальні
1	Хлориди, мг/дм ³	16586	19076	19071	18244	19076
2	Сульфати, мг/дм ³	1456	1466	1474	1465	1474
3	Мінералізація, мг/дм ³	35822	39969		37896	39969
4	Азот амонійний, мг/дм ³	0,12	0,124	0,068	0,104	0,124
5	Нітрити, мг/дм ³	0,064	0,071	0,132	0,089	0,132

Починаючи з серпня 2023 року р. Інгулець нижче за течією від Карачунівського водосховища використовується як джерело питного водопостачання м. Кривий Ріг та Миколаїв. З метою поліпшення якості води в річці, що відповідає господарсько-питним потребам застосовуються попуски води з Карачунівського водосховища постійними витратами 9-12 м³/с. Збільшення попусків з Карачунівського

водосховища дозволило забезпечити зменшення концентрації забруднюючих речовин в точках водозабору води на поповнення Південного водосховища по хлоридах та сульфатах до рівня ГДК для джерел питного водопостачання, а по загальній мінералізації – близькій до ГДК.

Стосовно якості води в контрольній точці найближчої до водозабору в районі с. Інгулець Криворізького району, (Південна межа міста Кривий Ріг - міст сел. Інгулець), то по хлоридах і сухому залишку на момент взяття проб 21.04.2025р. – період після скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача та промивки після її завершення по всім, вищенаведеним показникам відповідала нормативним вимогам.

Концентрації забруднюючих речовин, що поступають в р. Інгулець, з постійно діючих водовипусків, починаючи від греблі Карачунівського водосховища до точки скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача, наведені в табл. 7.5.

Таблиці 7.5

СЕРЕДНЬОРІЧНІ ТА МАКСИМАЛЬНІ ЗАФІКСОВАНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ забруднюючих речовин, що поступають з постійних водовипусків в р. Інгулець

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела постійного водовипуску, у тому числі:		
		*Саксаганське водосховище (портал) р. Саксагань, мг/л	***Південна станція аерації КП «Кривбасводоканал» ГДК, мг/л	****Гирло обвідного каналу мг/л
1.	Хлориди	1245/1939	680/678	400(396,8)
2.	Сульфати	1046/1882	487/484	600(542,4)
3.	Мінералізація	3593/5089	2028/2055	2000(1908)
4.	Азот амонійний	1,03/3,91	1,98/2,22	2,0(1,64)
5.	БСК ₅	4,64/5,11	15,0/15,0	4,51(4,4)
6.	Нітрати	12,57/26,64	45,0/39,1	45,0(39,6)
7.	Нітрити	0,097/0,240	2,97/0,89	3,02(2,72)
8.	Завислі речовини	35,3/39,0**	15,0/15,0	25,0(24,7)
9.	Нафтопродукти	0,29/0,3**	0,3/0,17	0,3(0,28)
10.	Залізо загальне	0,45/0,56**	0,26/0,28	0,3(0,29)
11.	Феноли	менше 0,001**	0,001/0,001	менше 0,001
12.	Фосфати	0,55/0,95	7,5/7,46	1,5(1,4)
13.	Розчинений кисень*****	6,64/(4,03)	не менше 4,0 (5,49)	не менше 4,0 (7,82)
14.	ХСК	38,24/42,3	80,0/79,9	29,46(29,34)
15.	pH	7,53/8,60	6,5-8,5	6,5-8,5(8,42)

Примітка: *-уточнені дані на основі моніторингових спостережень у вхідному порталі першого Саксаганського дериваційного тунелю за період з 17.05.2023р.- 21.04.2025 рік. У чисельник –середні за період спостережень, знаменник – максимальні за період спостережень;

** - дані наведені за попередній період з травня по червень 2022 рік;

*** - у чисельнику, наведено дані, уточнені на основі дозволу на спец водокористування по гранично допустимій концентрації забруднюючих речовин (додаток 4), у знаменнику – фактичні максимально зафіксовані при скиді у р. Інгулець за період з 01.07.2023р. по 31.05.2024р.;

**** -уточнені дані згідно дозволу на спеціальне водокористування ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» по випуску № 1 (створ 2 обвідного каналу), а у дужках – фактичні максимальні показники за період скиду шахтних вод у 2022-2023 років;

*****-в дужках наведено мінімальні зафіксовані показники за період спостережень.

Таблиця 7.6

ВІДСТАНИ
по річки Інгулець, км (швидкість – 0,3 км/год)

Гребля Карачунівського водосховища	0,0
Гирло річки Саксагань	11,0
Водозабір у Південне водосховище	16,4
Обвідний канал	20,8
Південна станція аерації КОС	21,8
Водозабір у Південне водосховище	42,9
Скид з ставка-накопичувача	46,8
Міст с.м.т. Широке	51,9

Таблиця 7.7

Гарантована водовіддача р. Інгулець

Назва та місце створу	Витрата, м³/с
р. Інгулець, створ нижче Карачунівського водосховища	0,30

Таблиця 7.8

Гарантована водовіддача р. Саксагань

Назва та місце створу	Витрата, м³/с
р. Саксагань, створ Саксаганського портулу	0,30

Примітка: Фактичні витрати води з Саксаганського водосховища в окремі періоди під час скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у 2024 - 2025 році становили 0,5 м³/с.

Таблиця 7.9

Середньорічні витрати водовипусків,
які надходять в р. Інгулець у розрахункових створах

Назва	Витрата, м³/с
Обвідний канал	0,20/0,48* (0,89)**
Південна станція аерації КОС КП “Кривбасводоканал”	0,057***(0,23)**

Примітка: *- дані наведено як середні витрати за період з 01.01.2023 по 31.05.2024 року, у чисельнику - середньорічні, у знаменнику максимальні меодньомісячні.

** - у дужках наведено допустиму витрату при скиді з обвідного каналу та південної станції аерації КОС;

*** - дані наведено як максимально зафіксовані витрати за період з 01.07.2023 по 31.05.2024 р.

Додаток 4

ДОЗВІЛ НА СПЕЦІАЛЬНЕ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Від 01.08.2022

№ 76/ДП/49д-22

Цей дозвіл видано водокористувачу **КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КРИВБАСВОДОКАНАЛ"**, ЄДРПОУ: 03341316, Дніпропетровська область, Криворізький район, Криворізька ТГ, місто Кривий Ріг, вул. ЄСЕНІНА, буд. 6А

Допустимий обсяг скиду - 821,92 м³/год, 4800,00 тис. м³/рік, та фактичний обсяг скидання зворотних (стічних) вод - не здійснювався м³/год (згідно з розробленими нормативами ГДС)

Забруднюючі речовини, скидання яких нормується	Факт. концен-трація, мг/дм ³	Факт. скид, г/год	Гранич. допустимі концентрації, мг/дм ³	ГДС, г/год	ГДС, перераховані у т/рік
Азот амонійний	1.98	0.00	1.98	1627.40	9.504
БСК5	14.60	0.00	15.00	12328.80	72.000
ХСК	77.10	0.00	80.00	65753.60	384.000
Завислі речовини	16.00	0.00	15.00	12328.80	72.00
Нафтопродукти	0.30	0.00	0.30	246.58	1.440
Нітрати	44.50	0.00	45.00	36986.40	216.000
Нітрити	2.97	0.00	2.97	2441.10	14.256
Сульфати	487.0	0.00	487.0	400275.04	2337.600
Фосфати	7.50	0.00	7.50	6164.40	36.000
Хлориди	680.0	0.00	680.0	558905.60	3264.000
Алюміній	0,028	0,00	0,028	23,01	0,134
Залізо загальне	0.26	0.00	0.26	213.70	1.248
Мінералізація(по сухому залишку)	2028,0	0,00	2028,0	1666853,76	9734,400
СПАР(аніонні)	0,12	0,00	0,12	98,63	0,576
Цинк	0,02	0,00	0,02	16,44	0,096
Мідь	0,003	0,00	0,003	2,47	0,014
Нікель	0,05	0,00	0,05	41,10	0,240
Хром(III)	0,001	0,00	0,001	0,82	0,005
Хром (VI)	0,001	0,00	0,001	0,82	0,005
Феноли	0,001	0,00	0,001	0,82	0,005

Таблиця 7.10

Середньорічні витрати водозаборів у Південне водосховище, розташованих на ділянці річки Інгулець між Карачунівським водосховищем та точкою скиду зворотних вод зі ставіка-накопичувача шахтних вод

Назва	Витрата, м³/с
Водозабір у районі кар'єрів ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" та ПАТ «ПГЗК»	1,0
Водозабір у районі с.Інгулець	4,6 (4,4) *

Примітка: * - витрати відповідають проектним показникам витрат, а в дужках наведено фактичні середньорічні за 2024 рік.

7.3 Характеристика об'єкту з якого здійснюється скид

Для забезпечення стабілізації водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах Кривбасу, уникнення аварій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, запобігання затоплення шахт та недопущення низки надзвичайних ситуацій, в міжвегетаційний період 2025-2025 рр. необхідно здійснити скид надлишків зворотних вод, у обсязі, наведеному у таблиці 7.11.

Таблиця 7.11

1.	Ставок-накопичувач шахтних вод в балці Свистунова ДП «Кривбасшахтозакриття»	11,405 млн.м³
	Всього по Кривбасу	11,405 млн.м³

Ставок-накопичувач шахтних вод розміщений на лівому березі річки Інгулець в балці Свистунова, що входить у систему водозбору р. Інгулець. Адміністративно об'єкт розташований на південь від м. Кривий Ріг, у Криворізькому районі Дніпропетровської області. Ставок-накопичувач шахтних вод балки Свистунова є державною власністю та закріплений за Державне підприємство «Кривбасшахтозакриття» на правах господарського відання, як визначено статтею 136 Господарського кодексу України та п. 6.6 Статуту підприємства.

Адреса : 50069 м. Кривий Ріг, вулиця Дарвіна ,7 б, ЄДРПОУ 32975178, МФО 305493. ДП «Кривбасшахтозакриття», яке підпорядковане Фонду державного майна України.

Ставок – накопичувач шахтних вод побудований в 1976 році згідно технічного проекту «Відводу шахтних вод Кривбасу», затвердженого наказом № 553 від 15.08.1972 р. МЧМ СРСР на підставі висновку № 50 від 11.08.1972 р. відділу експертизи проектів і кошторисів МЧМ СРСР.

Відповідно до технічного проекту, ставок – накопичувач призначений для тимчасової акумуляції надлишків шахтних вод у вегетаційний період, з наступним повним спорожненням в осінньо-зимовий період (міжвегетаційний період).



Малюнок 7.3.1: План-схема ставка-накопичувача

Технічна характеристика ставка – накопичувача:

Об'єкт відноситься до II класу капітальності/(CC2)

тип – балковий;

відмітка НПР – 88,5м;

повний обсяг (при НПР) – 12 млн.м³;

площа дзеркала води (при НПР) – 216га;

рекомендована відмітка наповнення – 86,0м;

рекомендований обсяг наповнення (при 86,0м) – 7,75 млн.м³(з урахуванням уточнень – 7,886 млн.м³);

площа дзеркала води (при 86,0м) – 145га;

мінімальний рівень спорожнення – 76,8м;

повний обсяг (при 76,8) – 0,5 млн.м³(з урахуванням уточнень – 0,572 млн.м³);

гребля – насипна , ґрунтова, однорідна;

відмітка гребня греблі – 90,5м;

довжина греблі по гребню – 1,8км;

ширина греблі по гребню – 6–12м;

максимальна висота – 25,0м;

закладання укосів – 1:3, 1:3,5

Через складні геологічні та гідрогеологічні умови в місці розташування об'єкту, ставок-накопичувач шахтних вод не було введено в експлуатацію після будівництва. До теперішнього часу ставок-накопичувач знаходиться у тимчасовій експлуатації (згідно паспорту об'єкта). За таких обставин фактичні можливості з тимчасової акумуляції надлишків шахтних вод в ставку-накопичувачі обмежені. Рекомендований максимальний обсяг накопичення надлишків шахтних вод в ставку-накопичувачу складає $7,750 \text{ млн. м}^3$, що відповідає позначці рівня води – 86,00м. За уточненими даними станом на квітень 2023 р. фактичний обсяг наповнення при відмітці рівня води у ставку 86,00 м становить $7,886 \text{ млн. м}^3$, а при відмітці 76,80 м, що відповідає мінімальному рівню спородження - $0,572 \text{ млн. м}^3$.

Планом управління шахтними водами Кривбасу, затвердженого Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1802-р від 20.12.2021 передбачений комплекс заходів із завершення будівництва гідротехнічної споруди та введення її в експлуатацію.

В ставок-накопичувач постійно надходять шахтні води з південної групи шахт. Починаючи з червня 2023 року у ставок почали надходити і шахтні води північної групи шахт.

Схема подачі шахтної води від шахт у ставок-накопичувач шахтних вод у балці Свистунова наведено на мал. 7.3.2.

Наповнення ставка-накопичувача шахтними водами здійснюється по напірному трубопроводу діаметром 1200мм.

Відкачку води на скид зі ставка-накопичувача у річку Інгулець забезпечують дві плавучі насосні станції. Для дозування випуску шахтних вод в р. Інгулець насосні станції мають технічну можливість регулювати витрати скиду від 0,6 до 0,9 $\text{м}^3/\text{с}$. Паралельний режим роботи насосних станцій може забезпечувати регульований скид шахтних вод в діапазоні від 1,2 до 1,8 $\text{м}^3/\text{с}$. Витрати встановлюються на спеціально обладнаних замірних вузлах на насосній станції і контролюється водомірним пристроєм.

Скид надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача в р. Інгулець здійснюється одним поверхневим зосередженим випуском, діаметром 1000мм.

Схема розташування траси відвідного водоводу та водовипуску шахтних вод з ставка-накопичувача у річку Інгулець на мал. 7.3.3. Траса передбачає часткове використання старої траси. Точка скиду шахтних вод розташована на північно-східній межі сел. Інгулець м. Кривого Рогу за географічними координатами $47^{\circ}42'59.9''\text{N}$ $33^{\circ}13'43.5''\text{E}$ та нижче по течії від водозабору на подачу води з р.Інгулець у Південне водосховище, розташованому на південно-східній околиці с.Зелене Дніпропетровської області

Орієнтовні витрати зворотних вод, що передбачається скидати по новій трасі, становлять 0,8 $\text{м}^3/\text{с}$ при роботі одим насосом та 1,3 $\text{м}^3/\text{с}$ при паралельній роботі двох насосів на відкачку шахтних вод зі ставка-накопичувача.

Щорічне відведення надлишків зворотних вод з ставка – накопичувача шахтних вод здійснюється згідно з індивідуальними регламентами скиду, відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України.

Обсяги скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача шахтних вод за період з 2005 по 2025 роки наведено у таблиці 7.12.

Таблиця 7.12

Обсяг скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача шахтних вод за період з 2005 по 2025 роки

Міжвегетаційний період скиду (листопад-березень)	Обсяг скиду, млн.м ³
2005-2006 рр.	10,762
2006-2007 рр.	10,420
2007-2008 рр.	11,000
2008-2009 рр.	11,708
2009-2010 рр.	11,195
2010-2011 рр.	11,100
2011-2012 рр.	10,874
2012-2013 рр.	9,950
2013-2014 рр.	9,420
2014-2015 рр.	10,188
2015-2016 рр.	9,836
2016-2017 рр.	9,596
2017-2018 рр.	4,730
2018-2019 рр.	4,294
2019-2020 рр.	4,208
2020-2021 рр.	6,320
2021-2022 рр.	7,449
2022-2023 рр.	7,005
2023-2024 рр.	6,771
2024-2025 рр.	0,399

На основі аналізу даних, наданих підприємствами, що відкачують шахтну воду у ставок-накопичувач загальний обсяг відкачки за період з 12 квітня 2025 року по 15 березня 2026 року, з уточненням по фактичній відкачці шахтних вод за квітень та травень 2025 року, орієнтовно становитиме близько 9,6 млн.м³. Залишок шахтної води у ставку-накопичувачі на 11 квітня 2025 року становив 7,635 млн.м³. З урахуванням надходження шахтних вод у ставок-накопичувач та безповоротних втрат на випаровування та фільтрацію, орієнтовний обсяг наповнення ставка-накопичувача ШВ на 15 жовтня 2025 р. може становити близько 9,0 млн.м³.

[illegible]

6. Регламентний скид зворотних вод 2020-2021 років:
 - розпорядження КМУ від 28.12.2020 №1670-р;
 - період скиду: з 17.01.2021 року по 15.03.2021 року;
 - загальний обсяг скиду – 6320,0 тис.м³.
7. Регламентний скид зворотних вод 2021-2022 років:
 - розпорядження КМУ від 28.12.2021 №1736-р;
 - період скиду: з 02.01.2022 року по 04.03.2022 року;
 - загальний обсяг скиду – 7449,0 тис.м³.
8. Регламентний скид зворотних вод 2022-2023 років:
 - розпорядження КМУ від 16.09.2022 №853-р;
 - період скиду: з 10.11.2022 року по 13.03.2023 року;
 - загальний обсяг скиду – 7005,0 тис.м³.
9. Регламентний скид зворотних вод 2023-2024 років:
 - розпорядження КМУ від 19.01.2024 №42-р;
 - період скиду: з 25.01.2024 року по 15.03.2024 року;
 - загальний обсяг скиду – 6771,0 тис.м³.
10. Регламентний скид зворотних вод 2024-2025 років:
 - розпорядження КМУ від 01.04.2025 №288-р;
 - період скиду: з 04.04.2025 року по 15.04.2025 року;
 - загальний обсяг скиду – 399,4 тис.м³.

Директор

Віталій БЄЛІК

ДРОБОТ Тетяна
056 409 44 30

Додаток 6

Акт
регламентного обсягу скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств
Кривбасу, який здійснювало Державне підприємство «Кривбасшахтозакриття» в
р.Інгuleць у 2024-2025 роках

15.04.2025 р.

м.Кривий Ріг

На виконання Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01 квітня 2025 року № 288-р та відповідно до Індивідуального Регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача б. Свинтунова у р. Інгuleць у міжвегетативний період 2024-2025 р. здійснено скид надлишків зворотних вод в р. Інгuleць з розбавленням їх до рекомендованих норм. Контроль за обсягами скиду зворотних вод та якістю у тимчасових контрольних створах здійснювали підприємства та відомчі лабораторії, а також відділ інструментально-лабораторного контролю в Криворізькому регіоні Державної екологічної інспекції Придніпровського округу.

В період з 04.04.2025 р. по 08.04.2025 р. ДП «КШЗ» здійснювало скид надлишків зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод балки Свинтунова в р. Інгuleць. За вказаний період загальний обсяг скиду в р. Інгuleць склав 399 400 м³.

Розподіл обсягів скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу приведено у відповідній таблиці:

№ п/п	Назва підприємства	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод у південному напрямку за 2024 рік, м ³	Пайова участь, %	Обсяг скиду зворотних вод, м ³
1	АТ «Кривбасзалізрудко»	5 198 263	47,45	189 515
2	ПрАТ «Суха Балка»	977 422	8,92	35 627
3	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	2 300 496	21	83 874
4	ПРАТ «ЦГЗК»	2 479 247	22,63	90 384
	Всього:	10 955 428	100	399 400

Директор ДП «КШЗ»



Віталій БЄЛІК

Координатор від гірничорудних підприємств
 Директор ТОВ «Інтер-Бізнес Консалтинг»

Дмитро ШАРАПОВ

Таблиця 7.13

**СЕРЕДНІ ТА МАКСИМАЛЬНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ
речовин в шахтних водах гірничорудних підприємств Кривбасу за період
скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача у 2024-2025 роках**

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску:	
		ДП «Кривбасшахтозакриття», ставок – накопичувач б. Свистунова. Концентрації забруднюючих речовин	
		Максимальні	Середні
1.	Хлориди, мг/дм ³	18878	17794
2.	Сульфати, мг/дм ³	1665	1419
3.	Мінералізація, мг/дм ³	40628	38152
4.	Азот амонійний, мг/дм ³	1,26	0,40
5.	Біохімічне споживання кисню (БСК ₅), мгО ₂ /дм ³	2,86	2,75
6.	Нітрати, мг/дм ³	7,52	4,64
7.	Нітроти, мг/дм ³	0,19	0,11
8.	Завислі речовини, мг/дм ³	36,0	23,68
9.	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,06	0,032
10.	Залізо (загальне), мг/дм ³	0,10	0,09
11.	Феноли, мг/дм ³	0,001	0,001
12.	Фосфати, мг/дм ³	0,068	0,053
13.	Кисень розчинний, мг/дм ³	9,60	5,77
14.	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм ³	-	-
15.	рН	8,06	8,20

Примітка: Дані, наведені у таблиці є максимальні та середні за період, розраховані на основі аналізу результатів лабораторних досліджень, проведених в режимі повного аналізу якості води за період з 21.02.2024 по 21.01.2025 (усього п'ять досліджень), наданих ДП «Кривбасшахтозакриття».

Зважаючи, що ставок-накопичувач шахтних вод у б. Свистунова є гідротехнічною спорудою, яка розташована на поверхні, в межах водозбірної площі р. Інгулець і перебуває в однакових природно-кліматичних умовах що і р. Інгулець, нормування t° показників води в регламенті не здійснювалося, оскільки t° показник зворотної води, що скидається не впливає на t° режим води р. Інгулець.

8. ВАРІАНТ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ ТА ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД

Одним з механізмів зниження концентрації забруднюючих речовин при скиданні зворотних вод у водні об'єкти є - розбавлення. Розбавлення зворотних вод - це процес зниження концентрації забруднюючих речовин у водоймах, при перемішуванні зворотних вод з водним середовищем, в яке вони випускаються.

Розбавлення зворотних вод у водотоках визначається комплексним впливом наступних трьох процесів:

- розподіл зворотних вод у початковому перерізі водотоку, яке залежить від конструкції випускної споруди;
- початкового розбавлення зворотних вод, що протікає під дією турбулентних струменів;
- основного розбавлення зворотних вод, що визначається гідродинамічними процесами водойм і водотоків.

Всі фактори та умови, що характеризують процес розбавлення зворотних вод, можна розділити на дві групи:

1 група - конструктивні і технологічні особливості випуску зворотних вод (конструкція випускної споруди; число, форма і розміри випускних отворів; витрата і швидкість зворотних вод, що скидаються; наявність регулюючих споруд, технологія та санітарні показники зворотних вод (фізичні властивості, концентрація забруднюючих речовин та ін.);

2 група – метеорологічні, гідрологічні та гідравлічні особливості водойм і водотоків (характер руху водних мас; причини, що викликають ці рухи (стік, вітер, температура, щільність і т.д.; морфологічні характеристики русла водотоку або ложа водойми; ступінь проточності водойми, склад і властивості водного середовища).

Наприклад, із чинників першої групи встановлено, що розбавлення протікає більш інтенсивно при розсіювальних випусках. З фізичних властивостей зворотної води найбільший вплив на розбавлення надають початкова щільність і температура, причому не їх абсолютні значення, а різниця між параметрами зворотної води і навколишнього водного середовища.

З факторів другої групи істотне значення мають вторинні течії, що мають місце, наприклад, на повороті русла, коли потоки рухаються не тільки в основному, але і у зворотному напрямку, наявність у водоймі берм, брівок тощо.

Базуючись на досвіді попередніх років та враховуючи специфіку сучасної ситуації, у даному розділі наведено варіант скиду з розбавлення зворотних вод шляхом подачі відповідних витрат з Карачунівського водосховища, що забезпечать

скид надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачі до рівня, близького до мертвого обсягу при умові дотримання запланованих термінів початку та закінчення скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ. Такий варіант мінімізує час зупинки магістрального каналу Інгулецької зрошувальної системи, з якого вода забирається на водопостачання м.Миколаєва та дасть можливість підготуватися до зрошувального сезону 2026 року.

Даний варіант враховує, крім скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод, необхідність забезпечення водозабору на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі.

Варіант передбачає:

- постійний скид води на розбавлення з Карачунівського водосховища витратою $11,0 \text{ м}^3/\text{с}$;

- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною, розташованою в районі кар'єру ПАТ «Арсерор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$;

- водозабір по альтернативній схемі на поповнення Південного водосховища по водоводу з водозабором в районі с.Інгулець, витратою $4,6 \text{ м}^3/\text{с}$;

- скид зі ставка-накопичувача шахтних вод по існуючій трасі в р. Інгулець постійною витратою $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$;

- подачу води з Карачунівського водосховища витратою $5,4 \text{ м}^3/\text{с}$ на розбавлення зворотних вод зі ставка-накопичувача, з урахуванням нерегульованого місцевого стоку ділянки річки Інгулець від Карачунівського водосховища до місця змішування з шахтною водою.

Допускаються, що під час скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ, періодичні попуски води з Саксаганського водосховища з витратою $0,5 - 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

9. РЕЖИМ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ

Режим скиду зворотних вод враховує необхідність звільнення ємності ставка-накопичувача шахтних вод (ШВ) перед вегетаційним періодом 2026 року до рівня мертвого об'єму і скид зі ставка-накопичувача витратами, які в розрахунках прийняті – 0,8 м³/с згідно до рекомендацій, наданих ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» (довись додаток 7).

Для забезпечення максимального звільнення ставка до рівня, близького до мертвого об'єму, скид необхідно розпочати не пізніше ніж 16 жовтня 2025 року. Враховуючи наповнення ставка-накопичувача ШВ на 15 жовтня 2025 року, яке, згідно прогнозних розрахунків може становити 9,0 млн.м³, яке свідчить про значне перевищення рекомендованих обсягів максимального наповнення до відмітки 86.00 мБС, що відповідає об'єму 7,89 млн.м³, та прогноз подачі води у ставок шахтних вод гірничо-рудними підприємствами в період з 16 жовтня 2025 р. по 15 березня 2026 р., який згідно прогнозу становитиме біля 5,54 млн.м³, даним Регламентом скид заплановано розпочати не пізніше 16 жовтня 2025 р.

При цьому, зі ставка-накопичувача ШВ в період з 16 жовтня 2025 р. по 15 березня 2026 р., при скидній витраті 0,8 м³/с, загальний обсяг скиду зворотних вод може становити близько 10,437 млн.м³, а з урахуванням можливих простоїв – біля 10,0 млн.м³. Так, під час регламентованого скиду 2023 -2024 року, який тривав з 24.01.2024р. по 15.03.2024р., простої різної тривалості спостерігалися протягом 7 діб при загальній тривалості скиду ШВ - 52 доби.

Граничною датою завершення скиду прийнято 15 березня 2025 року.

Режим скиду зворотних вод згідно чинного Регламенту в період з 16 жовтня 2025 р. по 15 березня 2026 р. передбачає:

- 1 доба – 151 доба - 0,8 м³/с.

На момент початку скиду орієнтовні обсяги наповнення ставка-накопичувача ШВ становитимуть близько 9,0 млн.м³ води. Такий обсяг значно перевищить рекомендовану максимальну відмітку наповнення водойми, орієнтовно на 0,75 м.

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ"
(ДП "КШЗ")**

вулиця Дарвіна, 7 б, м. Кривий Ріг, 50069, тел/факс (056) 404-12-40(31),
e-mail: office@zakryttya.org.ua, код згідно з ЄДРПОУ 32975178

10.06.2025 № 452/01-08

на № _____ від _____

**Директору
Товариства з обмеженою відповідальністю
«Український головний проектно-
розвідувальний та науково-дослідний
інститут з меліоративного і
водогосподарського будівництва»
П.В. Юрченку**

Щодо розробки Індивідуального
Регламенту на 2025-2026 р.р.

У листі ТОВ «ТРАНСІНЖІНІРИНГ» № 132 від 09.06.2025 рекомендує розраховувати регламент скиду при максимальних скидних витратах 1,3 м³/с.

Враховуючи технічні характеристики технологічного обладнання, ДП «КШЗ» повідомляє, що скидання зворотних вод можливе при роботі однієї насосної станції з продуктивністю 0,8 м³/с, або одночасна робота двох насосних агрегатів - 1,6 м³/с.

Зважаючи на викладене, при розробці Індивідуального регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка- накопичувача б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2025-2026 років просимо врахувати технічну можливість скиду з одночасною роботою однієї насосної станції з продуктивністю 0,8 м³/с.

Додаток:

- Копія листа ТОВ «ТРАНСІНЖІНІРИНГ» № 132 від 09.06.2025.

З повагою
Директор



Віталій БЄЛІК

Іскрук

10. РЕЖИМ ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД

Одним з механізмів зниження концентрації забруднюючих речовин при скиданні зворотних вод у водні об'єкти є - розбавлення. Розбавлення зворотних вод - це процес зниження концентрації забруднюючих речовин у водоймах, викликаний перемішуванням зворотних вод з водним середовищем, в яке вони випускаються.

На етапі розробки чинного Регламенту можливості Карачунівського водосховища по подачі води на розбавлення обмежені регулюючими витратами в діапазоні 5,0 -20,0 м³/с (дивись додаток 8).

Враховуючи обставини, що склалися з водопостачанням м.Кривий Ріг, залучення для розбавлення шахтних вод водою з р.Саксагань не передбачається з урахуванням гідрологічної ситуації на р. Саксагань під час скидання зворотних вод. Допускаються періодичні попуски води з Саксаганського водосховища з витратою 0.5 – 1,5 м³/с. При цьому в розрахунках показників хімічного складу води в контрольних створах зазначені попуски не враховуються, оскільки вони носитимуть не-системний періодичний характер.

Крім власних водних ресурсів басейну річки Інгулець, що замикається на греблі Карачунівського водосховища, передбачено їх поповнення за рахунок подачі дніпровської води по каналу Дніпро-Інгулець постійною витратою близько 11,0 - 14,0 м³/с. Збільшення пропускної здатності обмежено можливостями пропускної здатності річок Березівка, на ділянці перед впадінням в р.Інгулець та руслом річки Інгулець на ділянці від Олександрійського водосховища до Іскрівського водосховища.

Режим попусків води з Карачунівського водосховищ для розбавлення зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод передбачає протягом усього періоду скиду постійну подачу 11,0 м³/с. Термін початку подачі води з водосховища – 15 жовтня 2025 р., завершення – 14 березня 2026 року. Загальний термін подачі становитиме 151 добу. Загальний обсяг скиду води на розбавлення та забезпечення забору води на поповнення Південного водосховища з Карачунівського водосховища в період скиду становитиме близько 143,51 млн.м³.

Слід врахувати те, що протягом скиду з розбавленням відбувається передбачено відбір води на поповнення Південного водосховища на ділянці між Карачунівським водосховищем та точкою скиду зворотних вод сумарними витратами біля 5,6 м³/с, а за період подачі на розбавлення (151 доба), сумарний обсяг відбору становитиме біля 73,06 млн.м³. **При цьому подача на розбавлення зворотних вод з Карачунівського водосховища становитиме біля 70,45 млн.м³.**



Заступнику голови
громадської спілки
«Екологічна рада Криворіжжя»
Едуарду ГОРЬОВОМУ

Щодо надання інформації

На Ваш лист № 60/23 від 27.10.2023р. ДПП «КРИВБАСПРОМВОДОПОСТАЧАННЯ» повідомляє наступне.

При виконанні регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача балки Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2023-2024рр. підприємство має можливість регулювання витрат скиду води з Карачунівського водосховища в діапазоні від 5 до 20 м³/сек.

Т.в.о. генерального директора

Єгор ХАРИТОНОВ

Вик. Дудко Наталія

11. ПРОГНОЗ ЯКОСТІ ВОДИ ПРИ СКИДАННІ ШАХТНИХ ВОД ТА ЗАБОРУ ВОДИ НА ПОПОВНЕННЯ ПІВДЕННОГО ВОДОСХОВИЩА НА ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ВІД КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДО КОНТРОЛЬНОГО СТВОРУ В с. ІНГУЛЕЦЬ

Прогноз якості води виконано для ділянки річки Інгулець від Карачунівського водосховища до контрольного створу в с.Інгулець.

Зважаючи на те, що у ставку-накопичувачі основними забруднюючими речовинами, що значно перевищують нормативні показники для водних об'єктів, що використовуються для питного водопостачання, є хлориди та загальна мінералізація, прогнозні розрахунки виконувалися для даних показників, що прийняті за базові. Цей підхід базується на аналізі даних по якості води у ставку-накопичувачі під час регламентованого скиду шахтних вод у 2023 – 2024 та 2024 – 2025 роках. Максимальні показники по хлоридам перевищували ГДК в 59,1 рази, а по загальній мінералізації – в 41,8 разів.

Прогнозні розрахунки виконано для характерних розрахункових створів, що дають можливість розрахувати обсяги притоку з водозабірної площі та прийняти управлінські рішення щодо проведення скиду зворотних вод з розбавленням зі ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова.

У даному випадку за характерні розрахункові створи прийнято:

- водовипуск з Карачунівського водосховища – РС-1;
- водозабір на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі з точкою водозабору в районі кар'єрів ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" та ПАТ «ПГЗК» - РС-2;
- водозабір на поповнення Південного водосховища в районі с.Інгулець – вище точки скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод - РС-3;
- нижче водовипуска зі ставка-накопичувача шахтних вод - РС-4;

Примітка: РС – розрахунковий створ; цифра – номер створу

Нижче в таблиці наведено результати прогнозних розрахунків у характерних створах.

В таблиці 11.1 наведено прогнозні базові показники вмісту забруднюючих речовин, що можна очікувати у контрольних створах при виконанні скиду з розбавленням зворотних вод зі ставка-накопичувача по запропонованих варіантах.

Таблиця 11.1

Контрольний створ	Хлориди, мг/дм ³	Загальна мінералізація, мг/дм ³
РС-1	58-63	550-600
РС-2	280-350	780-1300
РС-3	300-470	970-1400
РС-4	2000-2300	4800-5400

У таблиці 11.2 наведено очікувані у період скиду максимальні концентрації забруднюючих речовин у ставку-накопичувачі шахтних вод.

Таблиця 11.2

Порогнозні максимальні концентрації забруднюючих речовин у ставку – накопичувачі шахтних вод у балці Свистунова під час скиду зворотних у р.Інгулець

Назва компонентів	Концентрації забруднюючих речовин
Хлориди, мг/дм ³	18878
Сульфати, мг/дм ³	1665
Мінералізація, мг/дм ³	40628
Азот амонійний, мг/дм ³	1,26
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅), мгО ₂ /дм ³	2,86
Нітрати, мг/дм ³	7,52
Нітрити, мг/дм ³	0,19
Завислі речовини, мг/дм ³	36,0
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,06
Залізо (загальне), мг/дм ³	0,10
Феноли, мг/дм ³	0,001
Фосфати, мг/дм ³	0,068
Кисень розчинний, мг/дм ³	більше 4,0
рН	8,06

Примітка: 1. У разі, якщо фактичні показників, перевищують концентрації, наведені у таблиці 14.1 більш ніж 10%, організація, що відповідає за скид зворотних вод зі ставка-накопичувача повинна скоригувати подачу води на скид та розбавлення відповідно до п.7 та 8 (див. розділ 14) для забезпечення концентрації забруднюючих речовин у контрольному створі №9 нижче за течією від точки скиду (Інгулецькій міст) на рівні, що не перевищує показників, наведених у табл. 14.1.

12 РОЗПОДІЛ ПАЙОВОЇ УЧАСТІ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ ПО ПОДАЧІ ВОДИ ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІД ЧАС ЇХ СКИДУ

Попуски води з Карачунівського та Саксаганського водосховища здійснює ДПП «Кривбаспромводопостачання». Подача води для розбавлення здійснюються за кошти гірничорудних підприємств шляхом компенсації водопостачальним організаціям відповідних послуг. Розподіл обсягів подачі води на розбавлення між підприємствами, задіяними у скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача наведено у таблиці 12.1 виконано на основі розрахунку дольової участі (див. додаток 6).

Таблиця 12.1

Розрахунок дольової участі у фінансуванні витрат з проведення скиду надлишків зворотних вод у р. Інгулець зі ставка-накопичувача в балці Свистунова у міжвегетатційний період 2025-2026 рр та промивки русла р. Інгулець у 2026 році

Назва підприємства	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод у ставок-накопичувач в б.Свистунова за 2024 рік, м ³	Пайова участь, %
АТ "Кривбасзалізрудком"	5 198 263	47,45%
ПрАТ "Суша Балка"	977 422	8,92%
ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"	2 300 496	21,00%
ПРАТ "ЦГЗК"	2 479 247	22,63%
Всього	10 955 428	100,00%

Примітки:

1. Обсяги води, що передбачається скинути з Карачунівського водосховища на розбавлення зворотних вод, повинні компенсуватися за рахунок подачі води по каналу Дніпро-Інгулець.
2. Угоди з водопостачальними організаціями на подачу необхідного обсягу води для розбавлення зворотних вод укладаються гірничорудними підприємствами до початку робіт зі скиду зворотних вод з урахуванням обсягу води, зарезервованого в Карачунівському водосховищі, і не використаного для розбавлення зворотних вод під час їх регламентного скиду зі ставка-накопичувача б. Свистунова та промивку русла р. Інгулець у попередні періоди.

Розподіл обсягів подачі води з Карачунівського водосховища на розбавлення відповідно до дольової участі підприємств, задіяних у скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ наведено у таблиці 12.2. При цьому, розподіл виконано по обсягах, що безпосередньо будуть використані на розбавлення, тобто 70,45 млн.м³, зважаючи на те, що у період розбавлення буде подаватися 11,0 м³/с, а у проміжку

між Карачунівським водосховищем і точкою скиду ШВ буде відбиратися на поповнення Південного водосховища 5,6 м³/с.

Таблиця 12.2

Розподіл обсягів подачі води з Карачунівського водосховища на розбавлення відповідно до дольової участі підприємств, задіяних у скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод

Назва підприємства	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод за 2023 рік, тис. м ³	Пайова участь, %	Розподіл обсягів подачі води для розбавлення, тис.м ³
АТ «Кривбасзалізрудком»	5 198,263	47,45	33428,525
ПрАТ «СУХА БАЛКА»	977,422	8,92	6284,140
ШУ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»	2 300,496	21,00	14794,500
ПРАТ «ЦГЗК»	2 479,247	22,63	15942,835
Разом	10 955,428	100,00	70450,000

13 КОНТРОЛЬНІ СТВОРИ НА р. ІНГУЛЕЦЬ ТА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В НИХ

На період проведення дозованого скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в р. Інгулець встановлюються тимчасові контрольні створи по контролю за якістю води в р. Інгулець та постійно діючими водовипусками, які розташовані нижче Карачунівського водосховища до замикаючого контрольного створу.

В таблиці 11.2 наведено вміст забруднюючих речовин, який можна очікувати у ставку-накопичувачі під час скиду зворотних вод у 2025-2026 рр. і буде контролюватися у створі №8, а у створі №7 буде оперативно відслідковуватися якість води, що приходить в зону розбавлення. В таблиці 14.1 наведено максимальні (допустимі) показники вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі №9 (нижче скиду шахтних вод).

На період скиду, для контролю за хімічним складом води та відбору проб, на річці Інгулець встановлюється 9 тимчасових контрольних створів, в тому числі 4 контрольних створів по р.Інгулець та 3 контрольних створи на постійно та періодично діючих водовипусках в р. Інгулець та два – на водозаборах для поповнення Південного водосховища, один з яких суміщений з контрольним створом. Створами, що забезпечують контроль скиду зворотних вод, подачу води на розбавлення та якість їх розбавлення, є три тимчасові пости, а саме № 7, №8 та №9. Перелік тимчасових контрольних створів наведено в табл. 13.1.

Перелік тимчасових контрольних створів на р. Інгулець

Таблиця 13.1

№ пп	Перелік контрольних створів	Відповідальне підприємство
1.	Пішохідний міст нижче Карачунівського водосховища	АТ «Кривбасзалізрудком»
2.	р. Інгулець, створ нижче впадіння р. Саксагань	ПРАТ "ЦГЗК"
3.	Точка водозабору в районі кар'єрів ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" та ПАТ «ПГЗК»	ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
4.	Гирло обвідного каналу	ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
5.	р. Інгулець, нижче обвідного каналу	ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
6.	Випуск південної станції аерації КОС	КП «Кривбасводоканал»
7.	Міст на сел. Інгулець м. Кривий Ріг - точка контролю на р. Інгулець, точка водозабору в Південне водосховище та вище скиду зі ставка-накопичувача ШВ у б. Свистунова	ДП “Кривбасшахтозакриття”, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області)

8.	Південніше с. Зелене м. Кривий Ріг з північно-східного боку –точка скиду зі ставка-накопичувача ШВ в р.Інгулець	ДП “Кривбасшахтозакриття”, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області)
9.	Автомобільний міст в північно- західній частині пос. Широке Криворізького району Дніпропетровської області - точка контролю на р. Інгулець нижче скиду зі ставка-накопичувача ШВ	ДП “Кривбасшахтозакриття”, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області)

Схема розташування контрольних створів наведено на рис.13.1

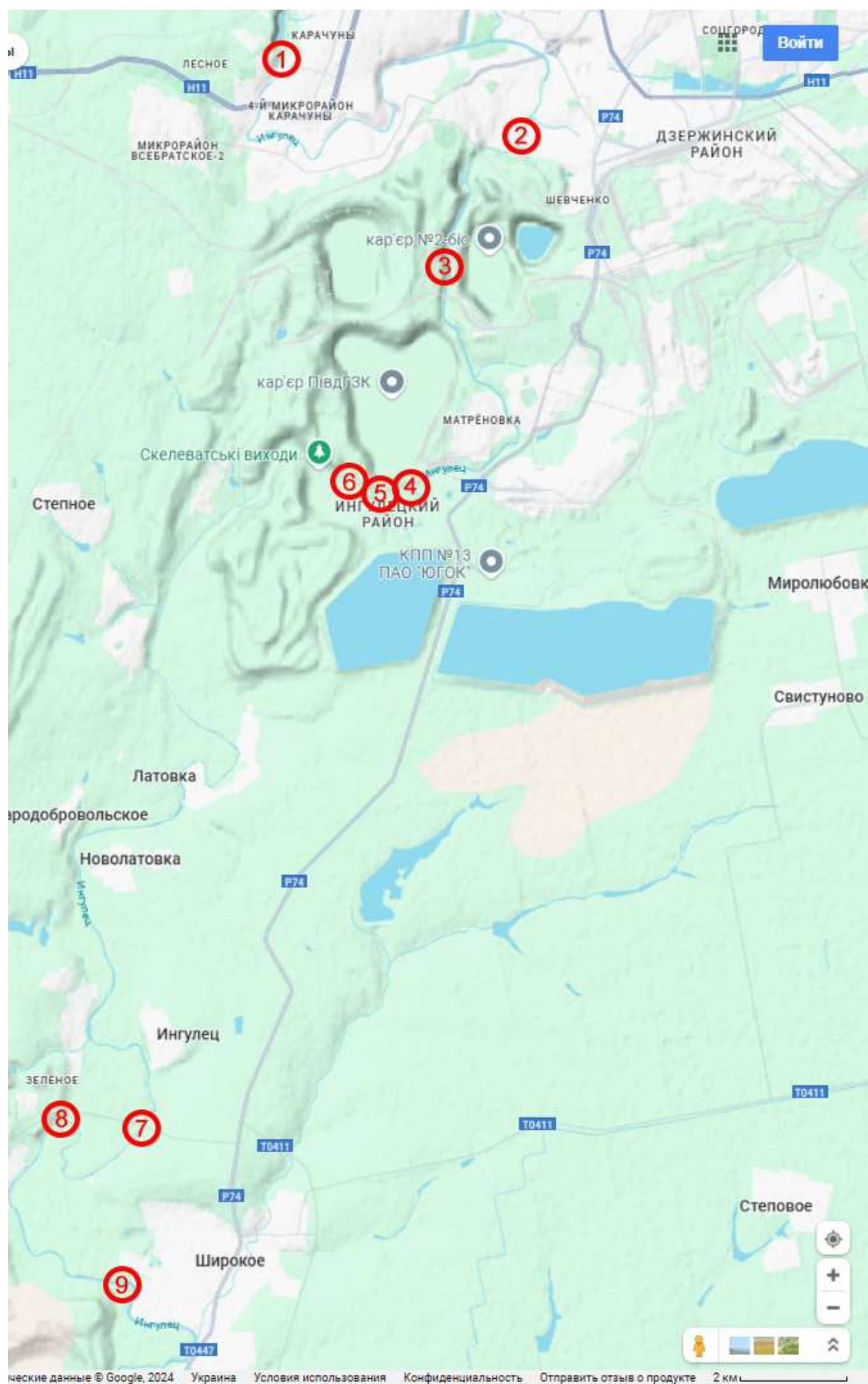


Рисунок 13.1 Схема розташування контрольних створів.

14. ПОРЯДОК ДІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ РЕГЛАМЕНТУ

Дозвіл на здійснення скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу надає Кабінет Міністрів України відповідним розпорядженням.

Після одержання дозволу, наказом по підприємствам призначаються особи, відповідальні за дотримання вимог регламенту скиду, лаборанти по відбору проб води і проведенню хімічних аналізів, встановлюється графік чергування відповідальних фахівців, закріплюється черговий автотранспорт, організується безперебійний зв'язок. Оперативна інформація стосовно якості води повинна передаватися закріпленими за контрольними створами підприємствами координатору робіт зі скидання надлишків зворотних вод та ДП «Кривбасшахтозакриття» для аналізу умов у водному об'єкті та прийняття управлінських рішень по коригуванню режимів скиду.

При здійсненні скиду з початку встановлюються необхідні попуски води для розбавлення зворотних вод і лише після цього, згідно регламенту, поступово встановлюються витрати скиду зворотної води з ставка-накопичувача. З метою безумовного виконання регламенту скиду та оперативного регулювання витрат, джерело скиду повинно бути обладнане регулюючими пристроями.

Про початок скиду попереджаються Фонд державного майна України, Дніпропетровська, Миколаївська та Херсонська облдержадміністрації, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська і Кіровоградська області), Криворізький міськвиконком, Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Дніпропетровській області, Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Миколаївській області та Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Херсонській області.

На період проведення скиду підприємства зобов'язані:

1. Щодня здійснювати контроль за обсягами води, що скидаються.
2. ДП «КРИВБАСПРОМВОДОПОСТАЧАННЯ» щодня надає координатору інформації про витрати води з Карачунівського водосховища.
3. Щодня, крім вихідних та святкових днів, проводити відбір проб води у закріплених тимчасових контрольних створах на визначення вмісту хлоридів, сульфатів, азоту амонійного та нітритів. Додатково у створах №7, №8 та №9 з періодичністю 3 рази на тиждень (понеділок, середа та п'ятниця) виконується аналіз по загальній мінералізації.

4. Раз на тиждень здійснювати відбір проб води у закріплених тимчасових контрольних створах для проведення повного хімічного аналізу наявності забруднюючих речовин по 15 компонентам згідно «Переліку забруднюючих речовин, скидання яких у водні об'єкти нормується» [4].

5. Здійснювати дослідження по визначенню бактеріологічних, радіологічних показників та рівня токсичності (на основі біотестування) вод, що скидаються, а також річки Інгулець вище та нижче місця скиду.

6. Надавати Державній екологічній інспекції Придніпровського округу інформацію про обсяги скинутих зворотних вод та результати хімічних аналізів проб відібраних у тимчасових контрольних створах в електронному та паперовому носії щотижнево.

7. Негайно вживати заходів по усуненню порушень регламенту скиду.

8. При незначних та нетривалих змінах зовнішніх умов (погіршенні якості зворотної води у ставку-накопичувачі, зміні гідрологічних умов тощо) координатор робіт та ДП «Кривбасшахтозакриття» повинні оперативно вжити заходи з коригування витрат зворотної для дотримання розрахункових показників якості води в контрольному створі нижче скиду (контрольний створ №9).

9. При значних змінах якості води, що надходить до зони змішування і відслідковуються у контрольному створі №7 та зворотних вод, які скидаються зі ставка-накопичувача в балці Свистунова в р. Інгулець (створ №8) більше ніж на 10% у сторону перевищення контрольних концентрацій, з метою недопущення перевищення розрахункових показників якості води в контрольних створах нижче скиду, координатор робіт вживає додаткові організаційні заходи по зменшенню обсягів скиду зворотних вод.

Координатор робіт на підставі отриманих даних якісних показників по зазначеним вище котрольним стовам, має повідомляти про встановлення нехарактерних змін якості Державну екологічну інспекцію, Державне агентство водних ресурсів України, Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Дніпропетровській області, Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Миколаївській області та Управління Державного агентства з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Херсонській області для прийняття відповідних дій (рішень) та встановлення можливих джерел негативного впливу.

10. Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України та відповідно до вимог індивідуального регламенту скиду, на період скиду, одночасно встановлюється багатоступеневий відомчий контроль підприємств (гірничорудні підприємства застосовують щоденну систему контролю за проведенням скиду надлишків зворотних

вод) та державний нагляд (контроль) Державної екологічної інспекції Придніпровського округу за якістю зворотних вод (вміст забруднюючих речовин) на скиді в р.Інгулець зі ставка-накопичувача балки Свистунова ДП «Кривбасшахтозакриття» та контроль вмісту забруднюючих речовин у контрольних створах р.Інгулець, вище скиду із ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова ДП «Кривбасшахтозакриття» (створ № 7) та р.Інгулець, нижче скиду із ставка-накопичувача (створ № 9), які діють згідно з своїми програмами.

Головною метою контролю за скидом надлишків зворотних вод є забезпечення підприємств та органів державного контролю достатньо повною і достовірною інформацією, що дозволить своєчасно відреагувати на зміни вмісту забруднюючих речовин у контрольних створах та вжити заходів, які спрямовані на недопущення надмірного шкідливого впливу на водний об'єкт.

У період виконання скиду надлишків зворотних вод контроль за дотримання концентрації забруднюючих речовин на скиді зі ставка-накопичувача балки Свистунова та за дотриманням розрахункових норм якості води здійснюється контролюючими органами шляхом порівняння вимірюваних показників із відповідним однойменними показниками визначеними в регламенті скиду безпосередньо в контрольному створі - а саме концентраціями забруднюючих речовин зазначених у таблиці 11.2 з урахуванням застережень, наведених у примітках до даної таблиці та таблиці 14.1 для відповідного контрольного створу (створ №9).

11. На період проведення скиду, вміст забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду не повинен перевищувати показників, наведених у табл. 14.1.

Таблиця 14.1

Максимальні показники вмісту забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду (створ №9), за період скиду, мг/дм³.

Хлориди	Сульфати	Мінералізація	Азот амонійний	БСК ₅	Нітрати	Нітрити	Завислі речовини
3500	800	7000	1,2	6,0	6,0	1,0	28,0

Продовження таблиці 14.1

Нафтопродукти	Залізо загальне	Феноли	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	pH
0,3	0,3	0,001	1,0	>4,0	65	7,6-8,6

15. ВИСНОВКИ

Скид здійснюється виключно у міжвегетаційний період, коли на р. Інгулець, нижче скиду за течією, відсутні будь які водозабори та рекреація.

Згідно розрахунків з урахуванням усіх факторів впливу на ділянку річки Інгулець нижче впадіння річки Саксагань, при умові скиду з Саксаганського водосховища під час скиду шахтних вод зі ставка-накопичувача та подачею води на розбавлення з Карачунівського водосховища, не можна досягти нормативної якості води як водойм, що використовуються для господарсько-побутових потреб, а саме по загальній мінералізації, хлоридах і в окремі періоди – по сульфатах.

Режим скиду встановлено на підставі розрахунків максимально допустимої витрати зворотної води з урахуванням гідрохімічних та гідрологічних характеристик водного об'єкту. Під час проведення скиду зворотних вод в р. Інгулець, у контрольному створі нижче скиду, вміст хлоридів не повинен перевищувати 3,5 г/л, при загальному рівні мінералізації води не більше 7,0 г/л. Максимальні показники вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі №9, не повинен перевищувати показників, наведених у табл. 14.1.

Початок скиду встановлено з урахуванням завершення вегетаційного сезону – на початку листопада. При цьому, зазвичай, зрошувальний сезон у Миколаївській області завершується до 15-20 жовтня. Зважаючи на це в ситуаціях, коли відмічається перевищення рекомендованих відміток наповнення ставка-накопичувача, доцільно початок скиду з розбавленням розпочинати раніше, з 15 жовтня. При цьому, до створу водозабору Інгулецької зрошувальної системи добігання високомінералізованих вод під час скиду ШВ з розбавленням можна очікувати орієнтовно через 20 діб, тобто після завершення вегетаційного періоду. Якщо аналізувати наповнення ставка-накопичувача на кінець травня, можна констатувати, що вже відбувається його переповнення вище рекомендованих відміток максимального наповнення. 7 травня було досягнуто відмітки 86.00 мБС – рекомендованої максимальної відмітки наповнення ставка-накопичувача.

Завершення скиду передбачено не пізніше 15 березня включно, що враховує початок проходження нерестового періоду на р.Інгулець та початок вегетаційного періоду.

Режим попусків води з Карачунівського водосховищ для розбавлення зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод передбачає протягом усього періоду скиду постійну подачу 11,0 м³/с. Термін початку подачі води з водосховища – 15 жовтня 2025 р., завершення – 14 березня 2026 року. Загальний термін подачі становитиме 151 доба. Загальний обсяг скиду води на розбавлення з Карачунівського водосховища становитиме близько 70,45 млн.м³.

При цьому, зі ставка-накопичувача ШВ в період з 16 жовтня 2025 року по 15 березня 2026 року, при скидній витраті $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$, очікуваний розрахунковий обсяг скиду може становити близько $10,437 \text{ млн.м}^3$ шахтної води. А з урахуванням можливих простоїв – біля $10,0 \text{ млн.м}^3$.

Після завершення скиду надлишків зворотних вод, з метою стабілізації гідрохімічного стану річки Інгулець, в березні – квітні має бути здійснена промивка русла річки (заміна забрудненої води на чисту) відповідно до спеціального регламенту промивки та екологічного оздоровлення русла р. Інгулець. Розрахунковий обсяг води, який необхідно подати з Карачунівського водосховища на промивку русла р. Інгулець складає 60 млн.м^3 і може уточнюватися в залежності від фактичної гідрологічної ситуації в басейні річки Інгулець та нижній течії р.Дніпро. Більш точний обсяг води, який буде використано для промивки русла р. Інгулець встановлюється Регламентом промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець та Режимом роботи Іскрівського, Карачунівського та Саксаганського водосховищ, який затверджується до завершення скидання зворотних вод в р. Інгулець.

Під час скиду зворотних вод передбачається водозабір по альтернативній схемі на поповнення Південного водосховища по водоводу з водозабором в районі с.Інгулець.

При скиді зворотних вод з розбавленням виникає проблема забору якісної води на водопостачання м. Миколаєва по альтернативній схемі. За умов завершення будівництва Водозабору з р. Південний Буг (м. Нова Одеса, Миколаївська область) та магістрального водогону для забезпечення водою м. Миколаїв в строки, передбачені в Переліку об'єктів з будівництва магістральних водогонів у зв'язку з необхідністю ліквідації негативних наслідків, пов'язаних із знищенням Каховської гідроелектростанції, та обсяги бюджетних коштів для їх фінансового забезпечення, який є додатком до Порядку реалізації експериментального проекту з будівництва магістральних водогонів, затвердженого Постановою КМУ від 06.06.2023 № 566, р. Інгулець втратить статус джерела питного водопостачання для м. Миколаїв і скид зворотних вод в р. Інгулець у міжвегетаційний період не впливатиме на якість питного водопостачання міста.

16. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Водний кодекс України/https://urist-a.net/кодекси/водний_кодекс_україни
2. Індивідуальний регламент періодичного скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу у міжвегетаційний період 2024 - 2025 рр. / ПрАТ “Укрводпроект”, Київ, 2024.
3. Постанова КМУ від 13 грудня 2017 р. № 1091 “Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань видачі дозволів на спеціальне водокористування” / <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1091-2017-п>
4. Постанова КМУ від 11 вересня 1996 р. № 1100 “Про затвердження Порядку розроблення нормативів граничнодопустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких у водні об’єкти нормується” / <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-п>
5. Постанова Кабінету Міністрів України № 465 від 25 березня 1999 р. «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами».
6. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти із зворотними водами. Затверджена наказом міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 05.03.2021 р. № 173.
7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів / <https://studfiles.net/preview/5858166/>
8. Яцик А.В. Малі річки України. / А.В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Багатов та інш. – К.: Урожай, 1991. – 294 с.
9. Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1984. – 343 с.
10. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 285 С.
11. Черкинский С.Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы / Изд. 5-е перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1977. - 224 с.
12. Кресин В.С., Остроумов С.М. Прогнозирование качества воды речных систем с учетом точечных и диффузных источников и стоков воды // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць / УКР-НДІЕП. Харків: ВД “Райдер”, 2008, Вип. XXX, с. 63 - 81.
13. Гігієнічні нормативи якості води водних об’єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ Міністерства охорони здоров’я України від 02 травня 2022 року № 721.

14. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Минрыбхоз СССР. – М., 1990. – 44 С.

15. АТЗТ «Тяжпромавтоматика», м. Харків. «Оцінка впливу на навколишнє середовище та смт. Широке ставка-накопичувача шахтних вод у б. Свистунова в разі аварійної ситуації з проривом його греблі», звіт №14пр-0710-07 на 68 стор., 2007р.

16. ДП «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості «Кривбаспроект» м. Кривий Ріг. «Оцінка розміру збитків держави в наслідок зупинки роботи шахт Кривбасу, затоплення рудних покладів та відпрацьованого підземного простору» звіт №18034-2301 на 42 стор., 2018р.

17. Звіт про НДР “Нормативно-правове та методологічне забезпечення розробки розділів Регламенту скиду надлишків зворотних вод з ставка-накопичувача у міжвегетаційний період 2018-2019 рр.”, - Харків, УКРНДІЕП, 2018 р.

18. Звіт про НДР “Розроблення програмного забезпечення для прогнозування якості води у р. Інгулець в районі скиду шахтних вод ”, - Харків, УКРНДІЕП, 2019

19. Євтушенко М.Ю., Захаренко М.О., Шевченко П.Г. Оцінка впливу техногенних навантажень на екологічний стан водогосподарської системи річок Інгулець і Саксагань з урахуванням щорічного скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу. К.:НАНУ Національний аграрний університет. Інститут гідробіології. 2001р.

20. Ляшенко А.В.; Зоріна – Сахарова К.Є. та інші, Звіт №14/2018 «Оцінка впливу на довкілля в частині водних організмів для сучасної та альтернативної схеми акумуляції надлишків зворотних вод у ставку-накопичувачу «Балка Свистунова» та їх скиду в р. Інгулець. К. НАНУ Інститут гідробіології, 2018р.

21. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. К.: Ніка-Центр, 2012. – 180с.

22. Гірничий енциклопедичний словник. За редакцією д.т.н. Білецького В.С. Донецьк. Східний видавничий дім 2001-2004рр. 1-3т.

23. НПП Юрисконсульт: коментар Водний Кодекс України (<http://legalexpert.in.ua/>)

24. Система інформаційно-правового забезпечення “Ліга: Закон”.

25. «Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Плану управління шахтними водами Кривбасу», ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ» Київ, 2021р.

26. «Звіт з оцінки екологічних ризиків акумуляції додаткових обсягів шахтних вод у ставку-накопичувачу в балці Свистунова», ТОВ «ІНТЕР-БІЗНЕС КОНСАЛТИНГ», Київ, 2023р.

27. «Технічний звіт «Обстеження ложа ставка-накопичувача б. Свистунова», ТОВ «ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИЙ ТА БУДІВЕЛЬНИЙ ІНЖИНІРИНГ», Кривий Ріг 2023 рік.