



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
«УКРАЇНСЬКИЙ ГОЛОВНИЙ ПРОЕКТНО-РОЗВИДУВАЛЬНИЙ 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](mailto:uvpkyiv@ukr.net)

Провідний інженер

М.М.Остапенко

Інженер I кат.

К.С.Цимбалюк

**Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних  
вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-  
накопичувача б. Свистунова у р. Інгулець у  
міжвегетаційний період 2024-2025 років**

**ПРОЕКТ**

Директор

В.Д.Дупляк

Головний інженер проекту

С.М.Єрлінсков



2024

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	М.М. Остапенко
Інженер 1 кат.	К.С. Цимбалюк

© ТОВ "Укрводпроект", 2024 р.

Зі збереженням всіх прав. Повний або частковий передрук та внесення правок без дозволу авторів забороняється.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ .....	9
3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО СКИДАННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА.....	15
3.1 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо скидання зворотних вод з ставка-накопичувача.....	16
3.2 Положення чинної законодавчої та нормативно-правової бази щодо уникнення аварійних ситуацій та аварій на ставку-накопичувачу .....	20
4. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ РЕГЛАМЕНТУ СКИДУ .....	25
4.1 Визначення кількості і тривалості етапів <i>скидання</i> та відповідної витрати води у фоновому створі .....	25
4.2 Умови періодичного скидання зворотних вод. Формулювання задачі розрахунку режиму скидання. ....	26
4.3 Основні співвідношення, що використовуються при розрахунку режиму скидання.....	28
4.4 Методика розрахунку максимально допустимої витрати зворотної води.....	30
4.5 Методика розрахунку кратності розбавлення зворотних вод в контрольному створі.....	33
4.6 Методика розрахунку концентрації речовин в контрольному створі випуску зворотних вод з накопичувача у річку Інгулець .....	36
4.7 Методика розрахунку критичної витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища.....	42
4.7.1 Умови зменшення концентрації речовин в контрольному створі при збільшенні витрати води, що скидається з Карачунівського водосховища .....	43
4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати.....	44
5. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД.....	48
6. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕМОЖЛИВОСТІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЯКОСТІ ВОДИ У КОНТРОЛЬНОМУ СТВОРІ .....	59
6.1 Оцінка концентрації речовин в контрольному створі під час скидання зворотних вод .....	63
6.2 Оцінка попуску води з Карачунівського водосховища, потрібного для дотримання норм якості води в контрольному створі .....	68
7. ВИХІДНІ ДАНІ .....	74
7.1 Рельєф та кліматичні умови .....	75
7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець.....	77
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.....	107
9. РЕЖИМ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАКРИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ.....	109
10. РЕЖИМ ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД.....	10911
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.....	114
12 РОЗПОДІЛ ПАЙОВОЇ УЧАСТІ ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ КРИВБАСУ ПО ПОДАЧІ ВОДИ ДЛЯ РОЗБАВЛЕННЯ ЗВОРОТНИХ ВОД ПІД ЧАС ЇХ СКИДУ.....	116
13 КОНТРОЛЬНІ СТВОРИ НА р. ІНГУЛЕЦЬ ТА ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В НИХ.....	118
14. ПОРЯДОК ДІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ВИМОГ РЕГЛАМЕНТУ.....	11822
15. ВИСНОВКИ.....	126
16. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ ...	128

## ВСТУП

«Індивідуальний регламент скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2024-2025 років» (далі – Індивідуальний регламент) розроблено по договору № 202407 від 20.05.2024 року. Розробник регламенту - Український головний проектно-розвідувальний та науково-дослідний інститут з меліоративного та водогосподарського будівництва (ТОВ «Укрводпроект») м. Київ, з залученням ТОВ «Оріон-Україна» 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 одно 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 проекту 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 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 2023-2024 років скид надлишків зворотних вод здійснювався згідно вимог «Індивідуального регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувачу б. Свистунова у р. Інгулець у міжвегетаційний період 2023-2024 років».

Індивідуальний регламент передбачав чотири варіанти проведення скиду з розбавленням шахтних вод. До виконання був застосований варіант 1, з початком скиду ШВ з 22 січня 2024 р. і закінченням 15 березня 2024 р. Фактичний термін початку був зміщений на 25 січня 2024 р, а скид тривав 51 добу. За період скиду в р. Інгулець зі ставка-накопичувача було відведено 6,771 млн.м<sup>3</sup> надлишків зворотних вод. Після завершення скиду 15 березня, надлишок зворотних вод в ставку-накопичувачу склав 1,472 млн.м<sup>3</sup>. Перевищення обсягів, у порівнянні з обсягами мертвого об'єму, склали близько 0,9 млн. м<sup>3</sup>.

Для розбавлення зворотних вод під час скиду та подальшої промивки русла ріки Інгулець з метою ліквідації наслідків скиду з Карачунівського водосховища в р. Інгулець було залучено 115,506 млн. м<sup>3</sup> води.

Для компенсації обсягів води, залучених до розбавлення з Карачунівського водосховища, за рахунок коштів гірничорудних підприємств було подано по каналу

Дніпро-Інгулець 99,220 млн.м<sup>3</sup> дніпровської води. Ще 30,0 млн.м<sup>3</sup> води на розбавлення та промивку гірничорудними підприємствами було компенсовано з природного притоку в Карачунівське водосховище.

Аналізуючи виконання регламенту скиду зворотних вод слід відмітити, що за період скиду не вдалося спрацювати ставок-накопичувач ШВ до рівня мертвого об'єму. Це можна пояснити більш пізнім у порівнянні з запропонованим у проекті Індивідуального регламенту початок скиду на три доби та тимчасові простої, викликані технічними причинами, що сумарно склали близько 7 діб. При умові початку з 22 січня та відсутності простоїв залишок води у ставку ставовив би біля 0,8 млн. м<sup>3</sup> шахтної води.

З метою уникнення аварій на ставку-накопичувачу шахтних вод в балці Свистунова (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 2024 – 2025 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 м<sup>3</sup>/с, а також на невизначеність щодо можливості завершення будівництва нової траси та місця скидання зворотних вод зі ставка-накопичувача б. Свистунова, чинним регламентом передбачено проведення скиду шахтних вод (ШВ) з розбавленням водою з Карачунівського водосховища в максимально короткий період, що дозволить звільнити ємність ставка-накопичувача ШВ до рівня мертвого об'єму з завершенням скиду зворотних вод не пізніше 15 березня 2025 року по варіанту 1 та максимально знизити рівень води у ставку-накопичувачі по варіанту 2.

Індивідуальний регламент передбачає:

- постійний скид води на розбавлення з Карачунівського водосховища витратою 20,0 м<sup>3</sup>/с з 20 січня по 14 березня 2025 р.;

- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною станцією, розташованою в районі кар'єрів ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою 1,0 м<sup>3</sup>/с та по водоводу з водозабором на р.Інгулець біля с.Інгулець витратою 3,25 м<sup>3</sup>/с;

- скид зі ставка-накопичувача шахтних вод по існуючій трасі в р. Інгулець з 21 січня по 15 березня 2025 р. постійною витратою 1,7 м<sup>3</sup>/с. При цьому, початок скиду зі ставка-накопичувача ШВ, враховує можливі технічні простої при скиді, які, на основі аналізу скиду по Індивідуальному регламенті 2023-2024 років, становили приблизно 7 діб. В разі відсутності простоїв, скид з ставка-накопичувача

шахтних вод може бути завершений раніше, при умові спрацювання ставка-накопичувача до рівня мертвого об'єму;

- скид зі ставка-накопичувача шахтних вод по новій трасі в р. Інгулець з 21 січня по 15 березня 2025 р. постійною витратою 1,3 м<sup>3</sup>/с. Початок скиду зі ставка-накопичувача ШВ, враховує можливі технічні простої при скиді, які, на основі аналізу скиду по Індивідуальному регламенті 2023-2024 років, становили приблизно 7 діб. В разі відсутності простоїв, скид з ставка-накопичувача шахтних вод може бути завершений раніше, при умові спрацювання ставка-накопичувача до рівня мертвого об'єму.

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 21 січня 2025 року можна прогнозувати неповний скид шахтних вод до рівня мертвого об'єму до 15 березня 2025 р. при використанні старої траси скиду та значні залишки зворотної води у ставку-накопичувачі при використанні нової траси. З метою уникнення аварії на об'єкті підвищеної небезпеки, недопущення припинення режиму гідрозахисту та захисту селітебних територій у Кривбасі необхідно вивільнити ставок-накопичувач до мертвого обсягу у зазначений вище період по варіанту 1 та максимально знизити рівень вод у ставку по варіанту 2.



## 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** – зруйнування споруди, що призводить до повної втрати нею експлуатаційно-технічних властивостей;

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

**аварійний стан споруди** – критичний стан споруди, коли внаслідок можливості розвитку руйнівних процесів його подальша нормальна експлуатація стає неможливою.;

**аварія на промислових підприємствах** – порушення умов експлуатації підприємств, під час якого виникає перевищення нормативних меж впливу на персонал підприємства, населення та навколишнє середовище. Аварія характеризується вихідною подією, шляхами протікання та наслідками;

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

**витрата води** - кількість води, що протікає через поперечний переріз потоку 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 вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів;

**вода шахтна** – 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, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал (крім каналу на зрошувальних і осушувальних системах), а також 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;

**водосховище** – штучна водойма місткістю більше 1 млн. кубічних метрів, створена для накопичення запасу води з метою її господарського використання та регулювання 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;

**експлуатаційна придатність** - здатність об'єкта (будівельних конструкцій, інженерних систем) виконувати задані функції;

**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 за 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 обгрунтованих 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 безпеки** – єдиний майновий комплекс підприємства, що включає будь-які будівлі, виробництва (цехи, відділення, виробничі ділянки), окреме обладнання та джерела безпеки, розташовані в межах території такого об'єкта, який за результатами ідентифікації об'єктів підвищеної безпеки вважається об'єктом підвищеної безпеки 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 гірничегеологічних 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);

**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 водного об'єкта, що сформована природними процесами і впливом усіх джерел надходження домішок, за винятком джерела, для якого визначаються нормативи ГДС забруднюючих речовин;

**регламент скидання зворотних вод (регламент)** – документ, який 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 або може використовуватися 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;

**фоновий створ** - створ, розташований на водному об'єкті безпосередньо до місця впливу скидання зворотних вод з урахуванням напрямку течії;

**фонова якість води** - якість води водного об'єкта, що сформована під впливом природних процесів і всіх джерел надходження домішок, за винятком впливу розглядуваного джерела домішок;

**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

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 у міжвегетаційний період (з 01 листопада поточного року по 15-25 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 “Про затвердження Порядку 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 затвердження Порядку розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об’єкти та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується”;

- Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Затверджені 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. Прочитуємо 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.

Для врегулювання питання розроблення та затвердження регламентів скидання зворотних вод у водні об'єкти було видано спільний наказ № 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. Проте розроблення вказаного документу на момент розроблення даного регламенту не виконано.

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;
- Законі 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 і хвостів”, затверджену наказом Держкоммістобудування і архітектури від 19 грудня 1995р. №252;
  - «Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій», затверджені наказом МВС України від 06.08.2018 № 658;
  - 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 обґрунтувати 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 є кращою ніж та, що була в р.Інгулець перед початком скиду шахтних вод у жовтні – листопаді попереднього року.

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
<b>1. Надзвичайні ситуації техногенного характеру</b>				
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 речовин у концентраціях, що створюють загрозу життю та здоров'ю людей, спричиняють шкоду довкіллю і потребують заходів із екологічного оздоровлення поверхневих вод	Факт	1	
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 (ставка – 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 залізорудної 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) сформувавши передумови для отримання у відповідності до пунктів 10 та 11 ст.14 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;

$\tau_i$  та  $\alpha_i$  - 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. м<sup>3</sup>, а рекомендований максимально допустимий (тимчасово дозволений) об'єм  $V_{\max} = 7,75$  млн. м<sup>3</sup>.

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  $\tau_i$  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  $\alpha_i, \beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) 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  $\alpha_i, \beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) можна вважати відомими. В цьому випадку для розрахунку режиму скидання необхідно і достатньо знайти будь-який набір величини  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , які задовольняють умовам (9), (10). Якщо такий набір величини  $x_1, x_2, \dots, x_m$  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  $\alpha_i, \beta_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) 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  $\tau_i$ , 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;  $C_i^{\phi}$  - концентрація цієї речовини у фоновому створі.

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

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

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  $C_i^\phi > C_i^{ГДК}$ ,  $C_i^{ze} > C_i^{ГДК}$ ), 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  $C_i^{ze} < C_i^{ГДК}$ ).

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:

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

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

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:

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

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  $\hat{g} = g_0$ , де  $\hat{g}$  - корінь рівняння (16). Якщо ж  $n(g_0) \neq n_j$ , то для знаходження кореня  $\hat{g}$  треба спочатку визначити будь-які величини  $\alpha$  і  $\beta$ , для яких виконується умова  $\alpha < \hat{g} < \beta$ . 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  $\alpha$  і  $\beta$ , 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  $\alpha$  і  $\beta$ , 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  $\alpha$ ,  $\beta$ .

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  $\alpha$  і  $\beta$ , 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  $\alpha$  і  $\beta$ , 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  $\alpha$ ,  $\beta$ .

Після визначення величин  $\alpha$ ,  $\beta$  знаходиться корінь  $\hat{g}$  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  $\varepsilon$  - задана абсолютна похибка чисельного розв'язку рівняння (4.16). Якщо ця умова виконується, то покладаємо  $\hat{g} = g_1$  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  $n(g_1) > n_j$ , 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  $\hat{g} = g_2$  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, м<sup>3</sup>/с;
- витрата  $g$  зворотної води, м<sup>3</sup>/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  $n_{uu}$  ложа водотоку на ділянці змішування (безрозмірний коефіцієнт  $n_{uu}$  визначається за таблицею М.Ф. Срібного [Справочник по гидравлике / Под ред. В.А. Большакова. – 2-е изд]);
- коефіцієнт шорсткості  $n_n$  нижньої поверхні льоду (безрозмірний коефіцієнт  $n_n$  визначається за таблицею П.Н. Белокопя [Канализация населенных мест и

промислових підприємств: Справочник проектировщика М.: Стройиздат, 1981] та задається тільки у випадку, коли зворотна вода скидається під час льодоставу);

- коефіцієнт звивистості  $\varphi$  - 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 виконується хоча б одна з умов

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

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:

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

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:

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

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

У випадку, коли зворотна вода скидається при відсутності льодоставу, коефіцієнт турбулентної дифузії  $D$  (м<sup>2</sup>/с) розраховується так:

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

де  $g_{en}$  - прискорення вільного падіння ( $g_{en} = 9,8$  м/с<sup>2</sup>);

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

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

а при  $h > 5$  м - за формулою

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

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

$$n_{np} = n_{uu} (1 + \lambda^{1,5})^{0,67},$$

де  $\lambda = n_{\lambda} / n_{uu}$ .

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  $C_{\phi}$  деякої нормованої речовини у фоновому створі В випуску зворотних вод (мал. 4.1), то максимальна концентрація  $C_{kc}$  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]:

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

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

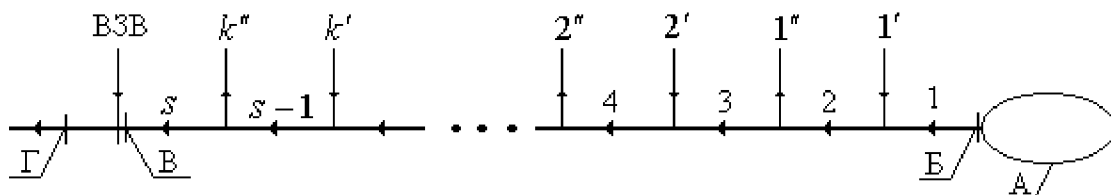
$k$  - коефіцієнт неконсервативності речовини (для консервативної речовини  $k = 0$ );

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

$L_{kc}$  - 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  $C_\phi$  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  $C_\phi$  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  $C_\phi$ . Тому наявність точкових стоків води і речовин (вони відповідають водозаборам), передбачена на мал. 4.1 та у методиці розрахунку величин  $Q$  і  $C_\phi$ , яка описується нижче. Зрозуміло, що ця методика враховує, зокрема, й випадок, коли водозабори відсутні. Опишемо методику розрахунку величин  $Q$  та  $C_\phi$ .



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 – фоновий створ випуску зворотних вод; Г – контрольний створ випуску зворотних вод; 1', 2', ..., k' - точкові джерела води і речовин; 1'', 2'', ..., 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  $C_\phi$ .

Тому наявність точкових стоків води і речовин (вони відповідають водозаборам), передбачена на мал. 4.1 та у методиці розрахунку величин  $Q$  і  $C_{\phi}$ , яка описується нижче. Зрозуміло, що ця методика враховує, зокрема, й випадок, коли водозабори відсутні. Опишемо методику розрахунку величин  $Q$  та  $C_{\phi}$ .

Для розрахунку величин  $Q$  та  $C_{\phi}$  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, м<sup>3</sup>/с;
- $\hat{p}$  - кількість точкових джерел води і речовин на річковій ділянці від створу Б до створу В (мал. 4.1);
- $\hat{g}_1, \hat{g}_2, \dots, \hat{g}_{\hat{p}}$  - витрата води у точкових джерелах води і речовин, м<sup>3</sup>/с;
- $\hat{C}_1, \hat{C}_2, \dots, \hat{C}_{\hat{p}}$  - 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, м<sup>3</sup>/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:

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

Для розрахунку концентрації  $C_{\phi}$  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.

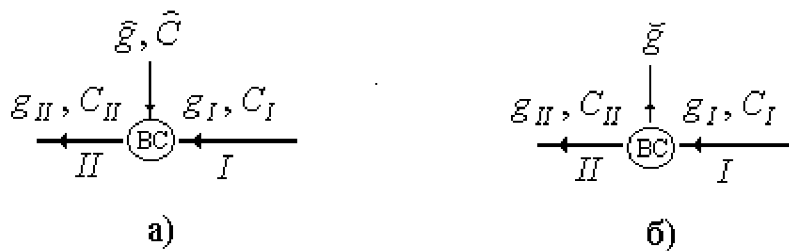
Дуги нумеруються у порядку їх слідування в напрямку плину річкової води (мал. 4.1). Кожна дуга має *вхідний створ* - найвищий (за течією води) створ даної дуги - та *вихідний створ* – найнижчий за течією створ дуги. Якщо концентрація  $C_{\phi}$

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 плинину 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  $\hat{g}$  та концентрацією  $\hat{C}$  даної речовини у цьому джерелі. Якщо вершина спряження відповідає стоку води і речовин (рис. 4.2, б)), то вона характеризується лише витратою води  $\check{g}$  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:

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

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

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

Алгоритм розрахунку концентрації  $C_\phi$  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  $g_e$ , а концентрація речовини дорівнює  $C_e$ . Витрата води у вихідному створі дуги 1 також дорівнює  $g_e$  (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  $C_{ох} = C_e$ .

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  $C_\phi$ .

Як зазначено вище, у теперішній час на ділянці річки Інгулець від створу Б до створу В (рис. 4.1) відсутні водозабори, тобто  $\check{p} = 0$ . Якщо при цьому вважати, що швидкість плинину води є однаковою для всіх дуг 1, 2, ...,  $s$  (мал. 4.1), то описаний вище метод розрахунку концентрації  $C_\phi$  суттєво спрощується: в цьому випадку концентрацію  $C_\phi$  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]:

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

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 плинину 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  $\check{p} = 0$  (тобто водозабори відсутні), то використовуючи співвідношення (26), (28) одержимо:

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

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:

$$C_{kc} = \frac{g_e C_e + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i + g C_{ze}}{g_e + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i + g}, \quad (34)$$

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

$$\lim C_{kc}(g_e) \Big|_{g_e \rightarrow \infty} = \tilde{C}_e, \quad \tilde{C}_e = C_e \exp(-kL_\Sigma / u), \quad (35)$$

де  $L_\Sigma$  - відстань (уздовж фарватеру) між створами Б і Г (рис. 4.1).

Із (35) випливає, що при достатньо великій витраті  $g_e$  концентрація  $C_{kc}$  практично не відрізняється від концентрації  $\tilde{C}_e$ , причому  $\tilde{C}_e \leq C_e$ .

#### 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:

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

в якій  $C_{kc}$  - 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  $C_{kc}$  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  $g_e$  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;

$\tau_2$  - задана тривалість скидання зворотних вод з накопичувача.

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

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

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

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

Очевидно, що функція  $C_{кк}(g_в)$  *убуває* тоді, і тільки тоді, коли виконується умова:

$$\frac{dC_{кк}}{dg_в} < 0, \quad (38)$$

Щоби визначити характер зміни функції  $C_{кк}(g_в)$  (*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  $C_{кк}(g_в)$  задається формулою (33), в якій змінною є лише витрата  $g_в$ . Якщо, використовуючи формулу (33), знайти похідну функцію  $C_{кк}(g_в)$ , підставити цю похідну у (38) та розв'язати одержану нерівність відносно концентрації  $C_в$ , то отримаємо наступну необхідну і достатню умову *убування* функції  $C_{кк}(g_в)$ :

$$C_e < \frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(k\bar{L}_i/u) + gC_{36} \exp(k(L - L_{kc})/u)}{g + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i}, \quad (39)$$

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 убування розглядуваної функції  $C_{kc}(g_e)$  записується так:

$$C_e < \frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i + gC_{36}}{g + \sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i}, \quad (40)$$

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

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  $C_{kc}(g_e)$  (убуває чи зростає ця функція) треба розрахувати низку значень даної функції при різних значеннях її аргументу  $g_e$ , використовуючи при цьому формули (27), (28), (32) та методику розрахунку кратності розбавлення  $n$  (підрозділ 4.5). Після цього можна, наприклад, побудувати графік функції  $C_{kc}(g_e)$ , з якого буде видно, убуває чи зростає ця функція.

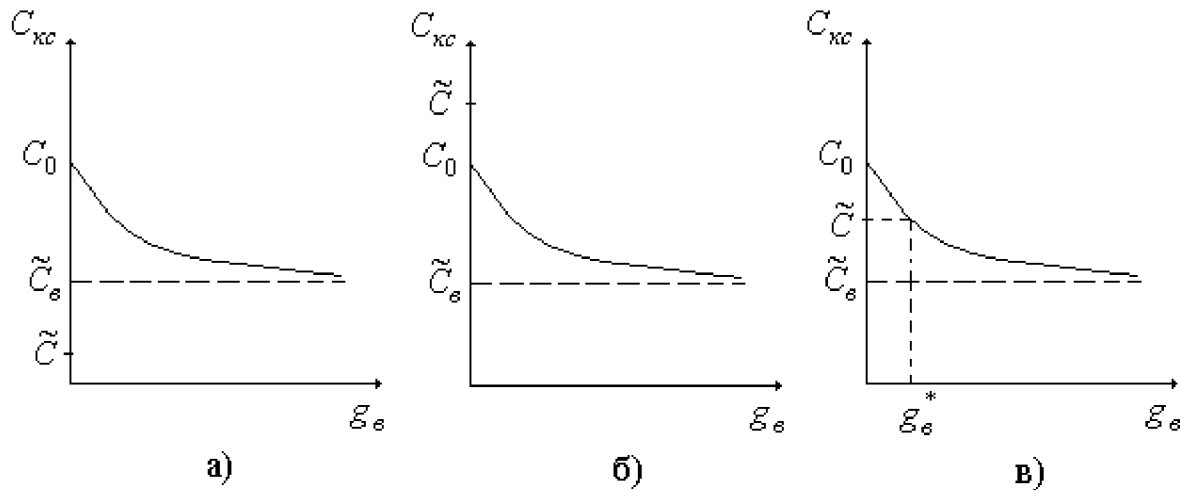
#### 4.7.2 Алгоритм розрахунку критичної витрати

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

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

При розрахунку критичної витрати  $\ddot{g}_e$  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  $g_e$ ”, “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  $C_{кк}(g_e)$  убуває (мал. 4.3), то зазначений вище аналіз виконується наступним чином.



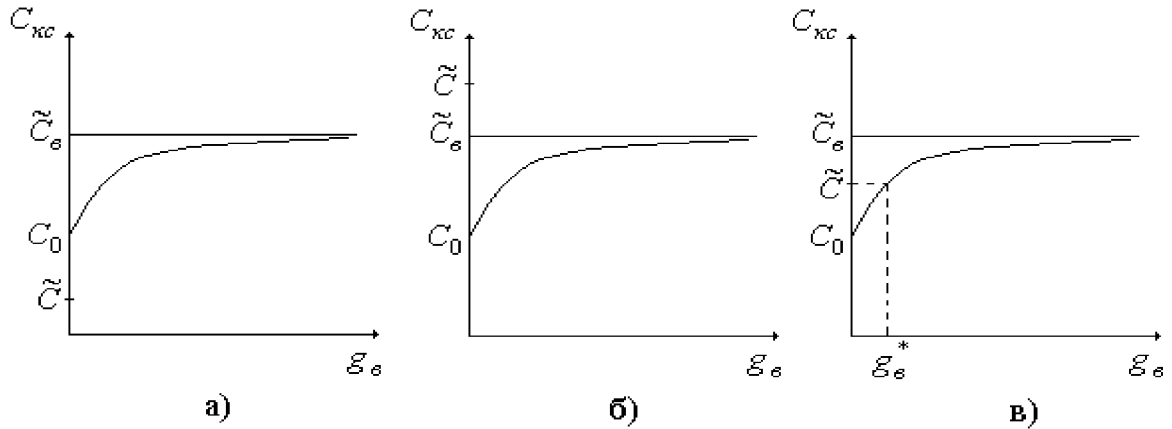
Малюнок 4.3 – Випадок, коли функція  $C_{кк}(g_e)$  убуває: а) -  $\tilde{C} < \tilde{C}_e$ ; б) -  $\tilde{C} > C_0$ ; в) -  $\tilde{C}_e < \tilde{C} < C_0$  (на рисунку враховано, що  $C_{кк}(g_e) \rightarrow \tilde{C}_e$  при  $g_e \rightarrow \infty$ )

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  $C_{кк}(g_e)$  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  $C_{кc}(g_\epsilon)$  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  $C_{кc}(g_\epsilon) \rightarrow \tilde{C}_\epsilon$  при  $g_\epsilon \rightarrow \infty$ )

Якщо для всіх нормованих речовин “умова (36) виконується при будь-якій витраті  $g_\epsilon$ ”, 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  $g_\epsilon^*$ , 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  $g_\epsilon^*$ , 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  $g_\epsilon$ . 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  $g_\epsilon$ , 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  $C_{кc}(g_\epsilon)$

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

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

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

$$C_0 = \frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + gC_{36} \exp(-kL_{kc}/u)}{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i + g}.$$

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

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

Корінь  $g_e^*$  рівняння

$$C_{kc}(g_e) = \tilde{C}, \quad (42)$$

знаходиться наступним чином.

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

$$g_e^* = \frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i \exp(-kL_i/u) + gC_{36} \exp(-kL_{kc}/u) - (\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i + g)\tilde{C}}{\tilde{C} - C_e \exp(-kL/u)}.$$

Якщо в контрольному створі не відбувається повне змішування зворотних вод з річковою водою, то для знаходження кореню  $g_e^*$  рівняння (42) розв'язується чисельним методом бісекції (підрозділ 4.4), в якому функція  $C_{kc}(g_e)$  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.м<sup>3</sup> підземних вод (шахтні, кар'єрні), серед яких 16-17 млн.м<sup>3</sup> високомінералізовані шахтні води.

Максимальні можливості по використанню підземних вод у зворотних циклах гірничорудних підприємств Кривбасу граничать на рівні 28-29 млн.м<sup>3</sup> на рік. Решта 11-12 млн. м<sup>3</sup> 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.м<sup>3</sup>, у той же час в останні роки спостерігається незначне зниження відкачки. Так середньорічний показник за останні 5 років становить 11,0 млн.м<sup>3</sup>. Середньорічний обсяг відкачки шахтних вод північної групи шахт протягом останніх 10 років становив 3,9 млн.м<sup>3</sup>, а за останні 5 років – 3,6 млн.м<sup>3</sup>. Зважаючи на ці показники, та базуючись на прогнозі відкачки шахтних вод можна припустити, що орієнтовні обсяги води, що будуть направлені на акумуляцію у ставок-накопичувач за період з 16 березня 2024 року по 15 березня 2025 року, зважаючи на уточнені дані про фактичні обсяги відкачки станом на 01 грудня 2024 року становитимуть близько 11,42 млн.м<sup>3</sup>, у тому числі по підприємствах:

- АТ «Кривбасзалізрудком» - 5,521 млн.м<sup>3</sup>;
- ПРАТ «СУХА БАЛКА» – 1,146 млн.м<sup>3</sup>;
- ШУ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»- 2,398млн.м<sup>3</sup>;
- ПРАТ «ЦГЗК» - 2,355млн.м<sup>3</sup>.

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 (листопад - березень) 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 за 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.м<sup>3</sup>;

- на другому етапі з 22 березня 1976 р. до 21 жовтня 1976 р. було подано близько 13,0 млн.м<sup>3</sup> 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.м<sup>3</sup>. В наступні роки виконувалися спостереження за рівнями ґрунтових вод і збільшувалися обсяги наповнення. Так, поступово обсяги наповнення були доведені майже 8,0 млн.м<sup>3</sup>. 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.м<sup>3</sup>. 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 витрат. Підтвердження цього наведено у розділі 7 у додатку 5.

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 витрат. 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 гідроспоруди, що є небезпечним для цілісності дамби та може призвести до її руйнування. 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.

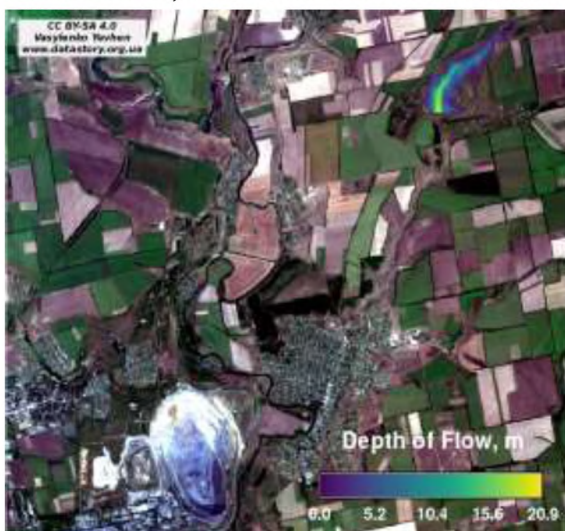
Розвантаження фільтраційних вод відбувається в основному в південному (по балці Широка), південно-західному та західному (в бік р. Інгулець) напрямках.

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] наведено 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. 5.1-5.4).

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.

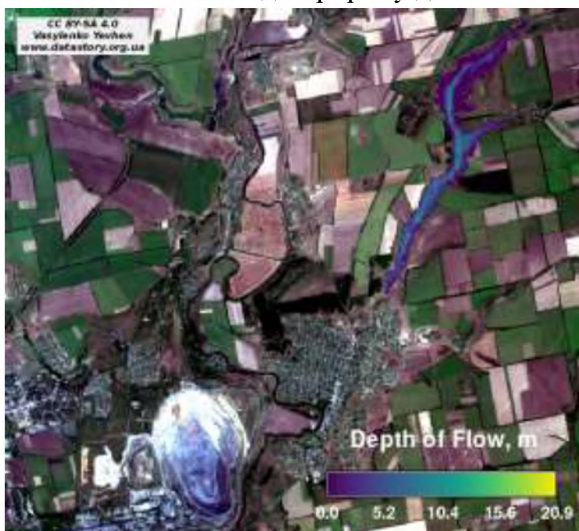
Незворотнім може бути вплив аварії на стан водної екосистеми річки в її середній і нижній течії. Аварія може призвести до масової загибелі риби, порушенню місць її вигулу та нересту, погіршенню кормової бази. Таким чином, цілком закономірно можна стверджувати, що аварія на ставку-накопичувачі призведе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



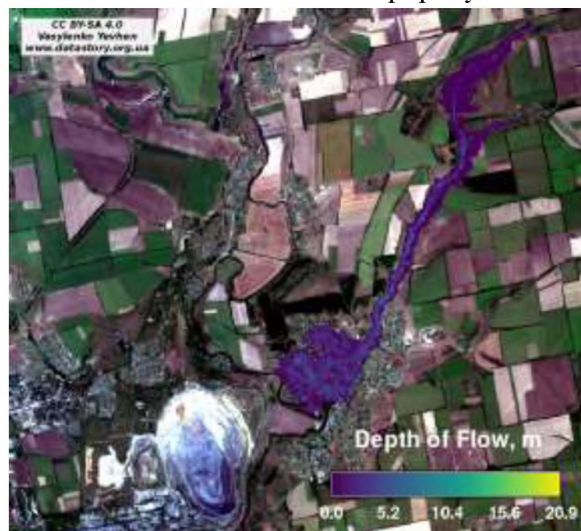
Малюнок 5.1. Стан до прориву дамби



Малюнок 5.2. 300 сек після прориву



Малюнок 5.3. 1200 сек після прориву



Малюнок 5.4. 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 2024 - 2025 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 напряму 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 прилеглий до ставка-накопичувача місцевості. Характеристика потоку вилливу 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 вилливу 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.м<sup>3</sup> 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 витоку 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.м<sup>3</sup>.

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 витоку 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 неминує призведе до підняття рівня підземних вод, затоплення відпрацьованого простору та підземних порожнин, що становлять майже 16,0 млн. м<sup>3</sup>, які утворилися внаслідок тривалого видобутку залізних руд, непрогнозованого у часі розширення зон зсувів

земної поверхні затоплених шахт, підтопленню земної поверхні та витоку 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 залізородної сировини та відкриє шляхи для імпорту залізородної 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.

Варіант відведенню шахтних вод в Чорне море можна розглядати, як перспективний, 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, та вирішення можливості скиду у Чорне море, зважаючи на його статус.

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 фоновому 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, максимальну допустиму величину концентрації речовин, а по факту – максимальну 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 неперевикнення 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, рибницькі 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 фонового 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 Са-ксагань, 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  $C_{кc}$  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  $C_{кc}$  за формулою (33). Якщо в контрольному створі не відбулося повного змішування, то при розрахунках кратності розбавлення пропонується використовувати чисельний метод Караушева.

При розрахунку концентрації  $C_{кc}$  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  $C_{кc}$  за формулою (34).

Окрім наведених вище припущень, при розрахунку концентрації  $C_{кc}$  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)  $\hat{p} = 0$ . В цьому випадку із (34) одержимо:

$$C_{кc} = \frac{g_6 C_6 + g C_{з6}}{g_6 + g}. \quad (43)$$

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

$$\frac{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i \hat{C}_i}{\sum_{i=1}^{\hat{p}} \hat{g}_i} > \frac{g_6 C_6 + g C_{з6}}{g_6 + g}. \quad (44)$$

Відзначимо, що перевірити виконання умови (44) неможливо через відсутність даних щодо величин  $\hat{p}$ ,  $\hat{g}_i$ ,  $\hat{C}_i$ . Разом із тим, якщо умова (44) виконується, то всі наведені вище припущення призводять до зменшення концентрації  $C_{кc}$ . Це означає, що концентрація  $C_{кc}$ , 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  $\tau_2$  та врахувати співвідношення (5.8), (5.9), то після очевидних тотожних перетворень одержимо:

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

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 2023-2024 р., а саме величини  $V_v = 87,138$  млн. м<sup>3</sup> та  $V_{ш} = 6,771$  млн. м<sup>3</sup>, та фактичні дані концентрації  $C_v$  на основі максимальних показників за період подачі на розбавлення ШВ у 2023 -2024 і концентрації  $C_{zv}$  на основі максимальних за відповідний період 2023 – 2024 р. При цьому концентрації  $C_v$  наведені на основі даних по контрольному створу 500 м вище скиду шахтних вод, 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 ( $ГДК_{pe}$ ) водокористувань, а також безрозмірні відношення  $C_{kc} / ГДК_{zn}$  і  $C_{kc} / ГДК_{pe}$  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  $ГДК_{pe}$  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)	$C_e$ , *) мг/л	$C_{зв}$ , *) мг/л	$C_{кc}$ , *) мг/л	$ГДК_{en}$ , *) мг/л	$ГДК_{pe}$ *) мг/л	$\frac{C_{кc}}{ГДК_{en}}$	$\frac{C_{кc}}{ГДК_{pe}}$
Хлориди	342	19798	1745	350	300	<b>4,99</b>	<b>5,82</b>
Сульфати	539	1422	603	500	100	<b>1,21</b>	<b>6,03</b>
Мінералізація	1652	41752	4543	1000	-	<b>4,54</b>	-
Азот амонійний	0,28	0,27	0,27	2,0	0,5-1,0	0,14	0,54
БСК <sub>5</sub>	3,69	3,64	3,69	6	3	0,62	<b>1,23</b>
Нітрати	3,33	5,3	3,47	45	40	0,077	0,087
Нітрити	0,13	0,26	0,14	3,3	0,08	0,042	<b>1,75</b>
Завислі речовини	27,2	20	26,7	27,95 (Фон + 0,75)*	25**	0,96	<b>1,07</b>
Нафтопродукти	0,130	0,062	0,125	0,3	0,05	0,42	<b>2,5</b>
Залізо загальне	0,160	0,12	0,157	0,3	0,1	0,52	<b>1,57</b>
Феноли	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	0,001	0,001	менше 1	менше 1
Фосфати	0,26	0,049	0,245	3,5	2,14	0,07	0,11
Розчинений кисень***	8,1	6,96	8,02	>4	>6	>2,01	>1,34
РН	8,32	8,18	8,31	6,5-8,5	6,5-8,5	В межах норми	В межах норми

\*) Примітка:  $C_e$ ,  $C_{зв}$  і  $C_{кc}$  - концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища, у зворотних водах і в контрольному створі;  $ГДК_{en}$  та  $ГДК_{pe}$  – ГДК речовини (показника) для господарсько-побутового та рибогосподарського водокористувань; величини  $ГДК_{en}$  та  $ГДК_{pe}$  наведені відповідно до [13] та [14]. Концентрації речовин у зворотних водах наведені максимальні, що зафіксовані під час скиду зворотних вод у 2022-2023 роках.

\* - Згідно [13] для водних об'єктів, які містять у межах понад 30 мг/дм<sup>3</sup> 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 (6).

\*\*\*-Концентрації розчинного кисню прийнята як мінімальна величина, зафіксована у період скиду.

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  $ГДК_{zn}$  для хлоридів, сульфатів, мінералізації та перевищує  $ГДК_{pe}$  для хлоридів, сульфатів. При цьому найбільш суттєво норми якості води порушуються для хлоридів, концентрація яких в контрольному створі більше, чим у 5,82 разів перевищує  $ГДК_{pe}$  та в 4,99 разів перевищує  $ГДК_{zn}$  та по загальній мінералізації в 4,54 разів перевищує  $ГДК_{zn}$ . 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  $ГДК_{zn}$  у контрольному створі вище точки скиду ШВ (контрольний створ №6) в окремі періоди по загальній мінералізації, хлоридах та сульфатах та  $ГДК_{pe}$  по сульфатах, хлоридах завислих речовинах, БСК<sub>5</sub>, нітритах, нафтопродуктах та залізу загальному під час подачі води на розбавлення, що свідчить про низьку 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. В окремі періоди перевищення  $ГДК_{zn}$  у контрольному створі №6 становило по загальній мінералізації у 1,65 рази та сульфатам - у 1,08 рази, та перевищення  $ГДК_{pe}$  по хлоридам у 1,14 рази, сульфатам – у 5,4, БСК<sub>5</sub> – 1,23, нітритах – 1,62, завислі речовини – 1,09, нафтопродукти – 2,6 та залізу загальному - у 1,6 рази. Навіть у самому Карачунівському водосховищі зафіксовані незначні перевищення під час подачі води на розбавлення  $ГДК_{pe}$  по сульфатах, БСК<sub>5</sub> та нафтопродуктах.

Після закінчення 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, БСК<sub>5</sub> 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  $V_v$  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  $V_v$ , одержимо  $V_v \geq \ddot{V}_v$ , де

$$\ddot{V}_v = V_{ul}(n_j - 1). \quad (48)$$

Таким чином, для розрахунку величини  $\ddot{V}_v$  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  $C_v < ГДК_{zn} < C_{zv}$ . 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:

$$n_{необ} = \frac{C_{zv} - C_v}{ГДК_{zn} - C_v},$$

де  $n_{необ}$  - 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)	$C_v$ , * мг/л	$ГДК_{zn}$ , * мг/л	$C_{zv}$ , * мг/л	$n_{необ}$ *
Хлориди	99	350	19255	76,32
Сульфати	388	500	1386	8,91
Мінералізація	908	1000	41043	436,3

Примітка: \* -  $C_e$  та  $C_{зв}$  - середні концентрації речовини (показника) у воді Карачунівського водосховища та у зворотних водах за період скиду;  $ГДК_{zn}$  – 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, які мають найбільшу необхідну кратність розбавлення, причому ця кратність розбавлення складає 436,3. Підставляючи у (48) значення  $n_j = 436,3$  та  $V_{ш} = 10,742$  млн. м<sup>3</sup> (фактичний обсяг відкачки ШВ у ставок-накопичувач за 2023 рік), одержимо  $\ddot{V}_e = 4686,7$  млн. м<sup>3</sup>. Підставляючи у формулу величини  $V_e = \ddot{V}_e = 4686,7$  млн. м<sup>3</sup>,  $\tau_2 = 365$  діб (при умові виконання скиду ШВ протягом року), отримаємо  $g_e = \ddot{g}_e \approx 148,6$  м<sup>3</sup>/с, де  $\ddot{g}_e$  - мінімальне значення витрати  $g_e$ , при якому в контрольному створі дотримуються господарсько-побутові норми якості води. Якщо у формулу (45) підставити величини  $V_e = \ddot{V}_e = 4686,7$  млн. м<sup>3</sup>,  $V_{ш} = 10,742$  млн. м<sup>3</sup> та величини  $C_e$  і  $C_{зв}$ , які наведені у табл. 6.1, то можна упевнитися в тому, що для загальної мінералізації виконується умова  $C_{кc} = ГДК_{zn}$ , а для усіх інших нормованих речовин – умова  $C_{кc} < ГДК_{zn}$ . Це підтверджує правильність розрахунку величини  $\ddot{V}_e = 4686,7$  млн. м<sup>3</sup>.

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 2024-2025 рр. з Карачунівського водосховища треба було скинути, як найменше, 4686,7 млн. м<sup>3</sup> (більш точно 5000,0 млн. м<sup>3</sup>) води з витратою, не менше, чим 148,6 м<sup>3</sup>/с (більш точно 158,5 м<sup>3</sup>/с).

Обговоримо можливості забезпечення вказаного вище скидання води з Карачунівського водосховища. Відзначимо, що об'єм води  $\ddot{V}_e = 4686,7$  млн. м<sup>3</sup> приблизно у 16,2 рази перевищує корисний об'єм Карачунівського водосховища, який становить 288,5 млн.м<sup>3</sup> (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 4686,7 млн. м<sup>3</sup> води неможливо, якщо під час скидання не подавати воду у водосховище. Карачунівське во-

досховище 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 148,6 м<sup>3</sup>/с. На сьогодні такі можливості відсутні.

Пропускна спроможність каналу «Дніпро-Інгулець», який використовується для подачі дніпровської води у Карачунівське водосховище, обмежена гарантованою подачею 11,0 м<sup>3</sup>/с. Окрім того, середньорічна витрата води у річці Інгулець біля Кривого Рогу складає 7,5 м<sup>3</sup>/с.

Слід зазначити, що скидання води з водосховища у річку Інгулець з витратою 148,6 м<sup>3</sup>/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 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 4686,7 млн. м<sup>3</sup> 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 2024-2025 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 м<sup>3</sup>/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 (аббревіатура 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 +10<sup>0</sup> (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/дм<sup>3</sup> при загальному рівні мінералізації води не більше 9,0 г/дм<sup>3</sup>.

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



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 м<sup>3</sup>/с до 20,0 м<sup>3</sup>/с, що обмежує можливості по розбавленню забруднюючих речовин до встановлених показників на рівні ГДК для об'єктів господарсько-побутового 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. 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 (дивись довідку) середньорічна температура повітря складає – 8,5 °С, багаторічна норма атмосферних опадів – 469 мм, а фактична річна кількість опадів за 2023 рік – 556,5 мм. Найбільша кількість опадів випала у квітні та листопаді, найменша у січні та вересні 2023 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 %.



Директору ДП  
«Кривбасшахтозакриття»

*Рядом Т.В.*  
*[Signature]*

Довідка  
про місячні суми та багаторічні норми опадів  
у Кривому Розі за 2023 рік

Місяць	Місячна сума опадів в мм	Багаторічна норма опадів в мм
Січень	8,8	32
Лютий	15,9	29
Березень	30,2	33
Квітень	83,2	35
Травень	59,0	50
Червень	32,3	58
Липень	74,0	51
Серпень	59,1	37
Вересень	0,4	43
Жовтень	34,2	34
Листопад	117,0	33
Грудень	42,4	34
Рік	556,5	469

Начальник авіаметеостанції Кривий Ріг



Тетяна ЯКОВЛЕВА

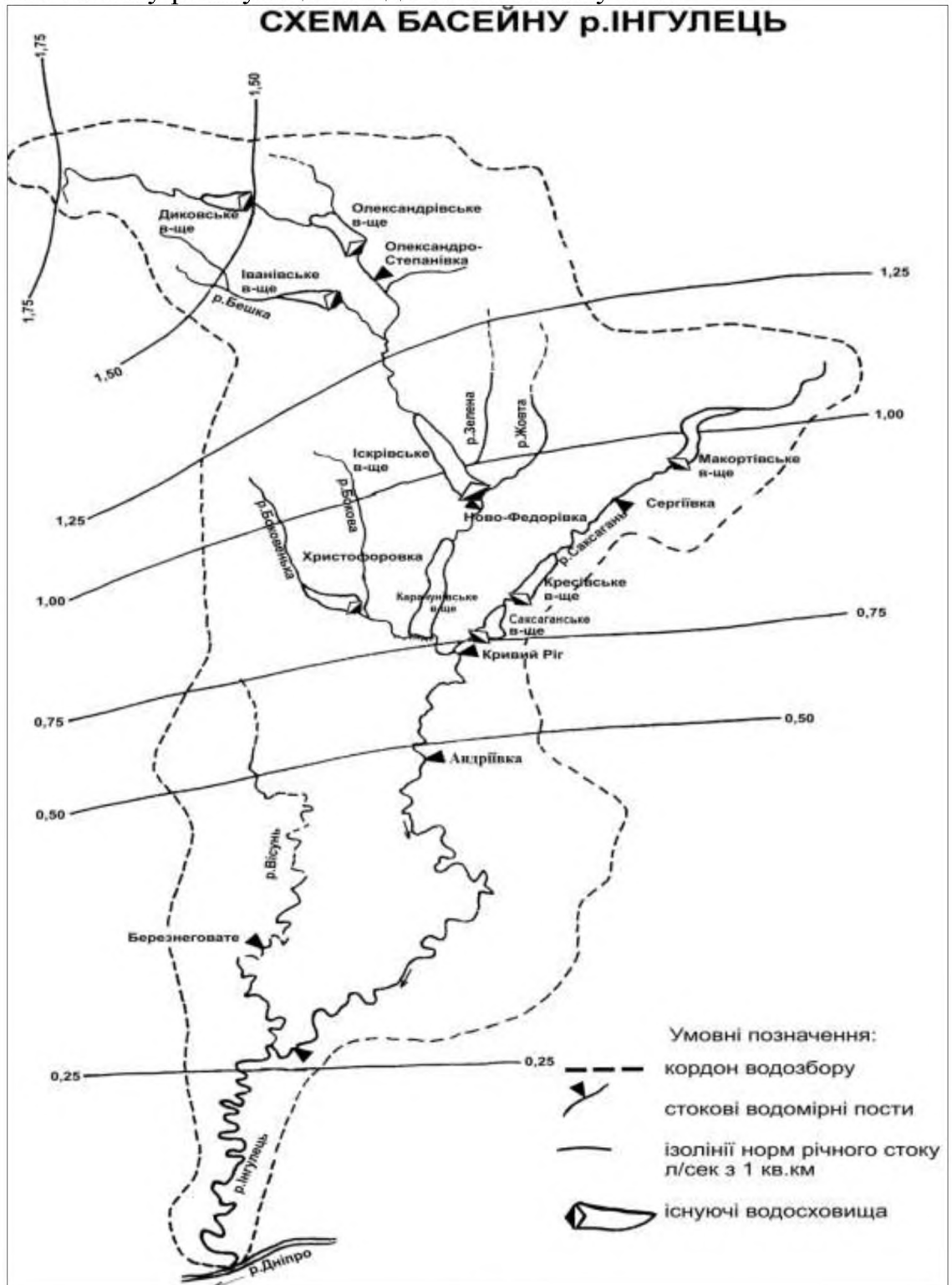
СЕД АСКОД ДП "КШЗ"  
вхід № 82 від 19.02.2024



## 7.2 Гідрологічна характеристика річки Інгулець

Річка Інгулець являється правою притокою р. Дніпро. Довжина річки Інгулець 551км, площа водозбору 13700 км<sup>2</sup>, у тому числі до створу Карачунівської греблі – 6316 км<sup>2</sup>. 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, за шириною 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 меженнями. 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 м<sup>3</sup>/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 1 - 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 м<sup>3</sup>/с і відповідають фактичним гідрологічним даним моніторингу.

Зимова температура води в річці – близько 0<sup>0</sup>. Максимальна літня температура води в річці сягає 25 – 27<sup>0</sup>С. 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.ego-sreznjevskiy.kyiv.ua> код ЄДРПОУ 22864480 e-mail: [aupcgo@meteo.gov.ua](mailto: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 м<sup>3</sup>/с та попуски з Карачунівського водосховища витратами на рівні 9-12 м<sup>3</sup>/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 водосховищ за період з січня по грудень 2023 р. та з січня по травень 2024 р. наведені в табл. 7.1.

Таблиці 7.1

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

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску:					
		Карачунівське водосховище (гребля) р. Інгулець, мг/л					
		2023 р.			2024 р.		
		Максимальні	Середні за рік	Максимальні за скид	Максимальні	Середні за рік	Максимальні за скид
1.	Хлориди	130	121	121	101	95	101
2.	Сульфати	527	497	510	393	384	393
3.	Мінералізація	1156	1116	1130	918	887	918
4.	Азот амонійний	0,69	0,38	0,34	0,24	0,20	0,24
5.	БСК <sub>5</sub>	3,2	2,7	3,2	3,5	3,3	3,5
6.	Нітрати	3,0	0,60	1,7	1,7	0,7	1,7
7.	Нітроти	0,214	0,052	0,049	0,032	0,022	0,032
8.	Завислі речовини	10	5	Менше 5	Менше 5	Менше 5	Менше 5
9.	Нафтопродукти	0,30	0,08	0,30	0,10	0,05	0,04
10.	Залізо загальне	0,11	0,06	Менше 0,05	0,06	0,052	Менше 0,05
11.	Феноли	0,0008	0,0007	0,0006	0,0008	0,0007	0,0007
12.	Фосфати	0,9	0,36	0,37	0,27	0,15	0,27
13.	Розчинний кисень*	2,0	10,9	12,2	9,8	10,7	10,5
14.	ХСК	28	27	27	27	26	27
15.	pH	8,61	8,15	8,51	8,56	8,23	8,14
16.	Жорсткість	10,0	9,6	9,4	8,6	8,4	8,6



Примітка: Середньорічні та максимальні концентрації забруднюючих речовин визначені на основі аналізу даних середньомісячних показників якості води Карачунівського водосховища за період з 01 січня по 31 грудня 2023 р. та з 01 січня по 31 травня 2024 р., (див. Додаток 2).

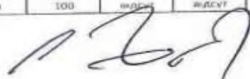
\*-в таблиці наведені мінімальні зафіксовані та середні показники розчинення кисню.

Додаток 2

Середньомісячні показники якості води Карачунівського водосховища за 2023 р.

№	Показники, одиниці виміру	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
1	Запах при 20-60 °С	0/1*	0/3*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*	1/1*
2	pH	8,22	8,15	8,53	8,31	8,59	8,61	7,44	7,64	8,08	8,13	7,97	8,12
3	Кислотність, г/л	34	28	59	39	42	51	73	158	91	79	76	52
4	Зв'язка речовини, мг/дм³	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	10	7	< 5	< 5	6
5	Каломутність, мг/дм³	0,86	0,88	2,10	1,1*	2,08	2,54	3,61	9,90	6,81	3,51	4,03	2,19
6	Іон аміачний	0,10	0,34	0,42	0,31	0,28	0,21	0,48	0,69	0,69	0,48	0,38	0,43
7	Азот аміачний	0,031	0,023	0,048	0,021	0,026	0,018	0,020	0,025	0,050	0,214	0,122	0,040
8	Іон нітритний	1,7	1,8	1,5	1,1	0,5	0,8	0,9	3,0	1,4	2,1	1,5	1,3
9	Іон нітратний	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,10	0,11	< 0,05	< 0,05	< 0,05
10	Заголо загальне	139	117	121	118	117	121	123	127	125	130	124	110
11	Хлор іон	305	504	510	516	490	506	527	521	496	496	470	421
12	Сульфат іон	74,7	81,2	87,2	80,4	88,1	84,7	84,2	84,7	89,7	90,4	91,4	93,2
13	Налійний іон	63,8	65,7	60,7	64,4	64,5	65,7	69,3	69,0	67,8	66,7	65,0	54,3
14	Магній іон	205	204	206	214	198	209	214	216	210	205	187	179
15	Натрій + калій	1100	1121	1130	1118	1096	1116	1142	1156	1149	1151	1135	976
16	Сумар залізон при 105 °С	9,2	9,3	9,4	9,0	9,5	9,6	9,8	9,8	10,0	10,0	10,0	8,9
17	Жорсткість, ммоль/дм³	3,5	3,8	3,9	3,9	3,9	4,0	3,9	4,0	4,2	4,2	4,2	4,1
18	Лужність, ммоль/дм³	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
19	Алюміній залізонний, мг/дм³	8,4	9,0	9,9	9,0	9,4	9,8	8,4	9,5	9,5	9,0	9,1	9,7
20	Окислювальність перманганатна, мг О₂/дм³	2,5	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,7	2,7	3,1
21	Життєва споживання кисню	2,8	3,2	3,2	3,2	3,0	3,0	2,6	2,4	1,1	2,5	2,7	3,1
22	БСК₅, мг/дм³	89	89	101	88	94	68	55	94	23	68	73	80
23	% насичення розчин киснем	12,2	12,7	13,7	10,6	10,4	7,0	4,9	8,6	2,0	7,2	7,7	10,1
24	Розчинений кисень, мг/дм³	< 0,025	-	-	< 0,025	< 0,025	-	< 0,025	-	-	< 0,025	-	-
25	Молібден	0,001	-	-	0,001	-	-	0,001	-	-	0,001	-	-
26	Мішаж	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
27	Цинк	< 0,01	-	-	< 0,01	-	-	< 0,01	-	-	< 0,01	-	-
28	Цванди	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
29	Нікель	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0007
30	Свинць	< 0,0005	-	-	< 0,0005	-	-	< 0,0005	-	-	< 0,0005	-	-
31	Кадмій	0,14	-	0,14	0,14	0,10	0,12	0,19	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14
32	Вір	0,0030	0,0032	-	0,0024	-	-	0,0005	-	-	0,0005	-	-
33	Мідь	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-
34	Селен	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-
35	Ванадій	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005	-	-
36	Кобальт	0,0001	-	-	0,0001	-	-	0,0001	-	-	0,0001	-	-
37	Ртуть	0,0001	-	-	0,0001	-	-	0,0001	-	-	0,0001	-	-
38	Талій	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00021
39	Бром (Br)	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002
40	Крем (Br)	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003
41	Марганець	0,03	0,07	0,04	0,06	0,06	0,11	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,06
42	Фтор	0,27	0,22	0,27	0,32	0,28	0,22	0,55	0,39	0,21	0,32	0,34	0,33
43	Ортофосфат	0,17	0,34	0,26	0,20	0,05	0,12	0,40	0,90	0,53	0,51	0,36	0,28
44	АПАР	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
45	Нафтопродукти	0,02	< 0,01	0,30	0,12	0,13	0,10	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
46	Берилій	0,0002	-	-	0,0002	-	-	0,0002	-	-	0,0002	-	-
47	Феніли	0,0006	-	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
48	Загальне мікробне число при 37°С, КУО/см³	71	29	9	21	22	36	80	71200	30500	160	55	46
49	Загальне мікробне число при 20°С, КУО/см³	47	35	18	130	130	140	615	33400	33600	200	585	470
50	Загальні колонії, КУО/дм³	80	220	40	< 20	80	80	< 20	20	340	220	60	160
51	Коліфаги, індекс БУО/дм³	100	100	100	відсут	відсут	відсут	відсут	100	100	100	100	100

Головний інженер



Сергій ГОНЧАРЕНКО

Вик. Міністра К.



Додаток 2

Середньомісячні показники якості води Карачунівського водосховища  
за 2024 р.

№	Показник, одиниця виміру	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Листопад	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1	Температура 20-40 °С	17/17	17/17	17/17	17/17	17/17						
2	pH	8,14	8,08	8,12	8,06	8,22						
3	Вільнохлориди, г/л	40	45	50	28	49						
4	Загальні речовини, мг/дм <sup>3</sup>	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5						
5	Жалюзність, мг/дм <sup>3</sup>	1,86	1,57	2,24	4,01	1,03						
6	Іон залізний	0,28	0,30	0,22	0,28	0,14						
7	Іон мідний	0,22	0,24	0,18	0,22	0,11						
8	Іон нітратний	0,032	0,022	0,020	0,020	0,014						
9	Іон нітритний	< 0,5	< 0,5	1,7	< 0,5	< 0,5						
10	Валентні катіони	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06						
11	Кальцій	101	90	96	92	96						
12	Сульфат	184	186	193	190	175						
13	Магній	95,7	66,8	91,1	91,1	91,2						
14	Мганій	51,9	46,2	49,1	49,1	45,0						
15	Натрій + калій	179	158	195	153	149						
16	Сульфат залишок при 225 °С	918	895	912	889	800						
17	Жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>	8,6	8,4	8,5	8,4	8,0						
18	Жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>	4,0	3,8	4,0	4,0	4,2						
19	Амонійні азотисті, мг/дм <sup>3</sup>	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04						
20	Окислювальна спроможність, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,2	8,4	10,0	9,8	10,0						
21	Вільно окислювана кислота	26	26	27	26	24						
22	БСК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	3,5	3,4	3,2	3,2	3,2						
23	Вільно окислювана кислота	81	76	80	84	86						
24	Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup>	11,4	10,5	11,9	10,0	9,8						
25	Міцелі	< 0,025	-	-	-	< 0,025						
26	Міцелі	0,001	-	-	0,001	-						
27	Цинк	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003						
28	Цианід	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01						
29	Ніаєд	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01						
30	Селен	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007						
31	Рідкий	< 0,0005	-	-	< 0,0005	-						
32	Бор	0,17	-	-	0,11	-						
33	Мідь	0,0005	-	-	0,0006	-						
34	Силіцій	< 0,005	-	-	< 0,005	-						
35	Ванадій	-	-	-	-	-						
36	Міданіл	< 0,005	-	-	< 0,005	-						
37	Ртуть	0,0001	-	-	0,0001	-						
38	Талій	-	-	-	-	-						
39	Літій (L)	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001						
40	Літій (H)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						
41	Міданіл	0,07	0,10	0,05	0,07	0,07						
42	Фтор	0,30	0,33	0,27	0,30	0,25						
43	Ортофосфат	0,27	0,27	0,12	< 0,05	< 0,05						
44	АПАР	< 0,02	< 0,02	0,02	0,02	< 0,02						
45	Нітратні	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	0,10						
46	Вересні	0,0002	-	-	0,0002	-						
47	Феноли	0,0004	0,0001	0,0006	0,0008	0,0008						
48	Загальне жорстке число при 17°С, КЖО/дм <sup>3</sup>	51	165	70	270	150						
49	Загальне жорстке число при 20°С, КЖО/дм <sup>3</sup>	518	515	158	2300	880						
50	Загальне жорстке число при 25°С, КЖО/дм <sup>3</sup>	140	40	30	200	< 20						
51	Нітритні, ммоль КЖО/дм <sup>3</sup>	103	50	103	нісут	140						

Головний інженер

Сергій ГОНЧАРЕНКО

Івн. Міщенко Н.

Окремо проаналізовано можливі концентрації забруднюючих речовин вище контрольного створу №6 (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 «Руднічне». В табл. 7.2 наведено дослідження, що виконувалися в період з 16 квітня 2023 р.по 23 жовтня 2024 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. Всього за даний період було виконано 13 досліджень.

Таблиця 7.2

**КОНЦЕНТРАЦІЇ**  
забруднюючих речовин на ділянці р. Інгулець від Карачунівського водосховища до с.Інгулець у характерних створах за період з 16.04.2023 по 23.10.2024 року

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Створ			
		Місток вул. Весела Дача	Місток на вул.Машинобудівників	<b>800м на південь від селища Руднічне</b>	Міст біля мікрорайону Інгулець
1.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	73-195	158-347	239-1336	308-1081
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	253-407	315-456	310-610	321-794
3.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	717-1041	892-2260	984-3267	992-2790
4.	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	<2,27-27,53	<2,27-7,68	<2,27-5,60	<2,27-13,9
5.	Нітриди, мг/дм <sup>3</sup>	<0,002-0,47	<0,002-0,444	<0,002-0,389	<0,002-0,632
6.	Розчинний кисень, мг/дм <sup>3</sup>	3,81-11,42	4,27-11,96	4,88-11,25	5,5-12,38
7.	БСК <sub>5</sub>	0,65-2,91	2,12-2,82	2,15-2,96	2,39-2,93
8.	ХСК	12,50-14,20	14,70-18,40	23,45-28,60	22,30-27,20
9.	рН	7,86-8,56	7,99-8,54	7,92-8,49	8,00-8,49
10.	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,12-0,61	0,12-0,63	0,12-0,75	0,12-0,18

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 3,8, сульфатах -1,6 та загальній мінералізації у 3,3 рази. При цьому у період з 8 листопада 2023 року по 16 квітня 2024 року якість води значно покращилась, що пов'язано як з постійними скидами з Карачунівського водосховища витрат в діапазоні від 9,0 до 20,0 м<sup>3</sup>/с так і покращенням якості води у Карачунівському водосховищі, пов'язаним з постійною подачею дніпровської води у цей період по каналу Дніпро-Інгулець середньою витратою біля 11,0 м<sup>3</sup>/с. Так якість води по хлоридам у цей період змінилася з 124,0 на 92,0 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатам з 470,0 на 380,0 мг/дм<sup>3</sup>, а по мінералізації з 1135 на 849 мг/дм<sup>3</sup>. Аналогічно у цей період покращилась

якість води і у створі 800 м на південь від селища Руднічне відповідно по хлоридам з 401,0 на 239,0 мг/дм<sup>3</sup> та мінералізації з 1420 на 984 мг/дм<sup>3</sup>. По сульфатам якість незначно погіршилась з 310,0 на 404,0 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому слід зазначити, що у період скиду зворотніх вод зі ставка-накопичувача проводився скид води з Саксаганського водосховища, витратою 0,5 м<sup>3</sup>/с, який мав негативний вплив на якість води нижче за течією. Так, якість води у вище зазначений період коливалася по хлоридам у межах від 1565,0 до 1939,0 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатам від 925,0 до 1053,0 мг/дм<sup>3</sup>, а по мінералізації від 4647 до 5089 мг/дм<sup>3</sup>.

У період після завершення скиду зворотніх вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у 2024 р. подача води з Карачунівського водосховища проводилася в режимі 20,0 м<sup>3</sup>/с з 16 березня по 01 квітня, 9,0 м<sup>3</sup>/с з 02 квітня по 02 травня, 11,0 м<sup>3</sup>/с з 03 травня по 11 травня і 12,0 м<sup>3</sup>/с з 12 травня по 30 червня 2024р. З 1 липня по 14 вересня скид виконувався витратою 11,0 м<sup>3</sup>/с, а з 15 вересня – витратою 14 м<sup>3</sup>/с. При цьому, якщо аналізувати наявні дані надані ДПП «Кривбаспромводопостачання» по якості води у Карачунівському водосховищі та дані моніторингових спостережень, які, хоч і обмежено, 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 відповідала нормативним як для водойм, що використовуються для господарсько-побутових потреб в періоди, коли з Карачунівського водосховища скид виконувався витратою 20,0 м<sup>3</sup>/с. 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 12-20 м<sup>3</sup>/с.

Починаючи з 15 березня по 01 квітня 2024 року була виконана промивка русла р.Інгулець попусками з Карачунівського водосховища витратою 20,0 м<sup>3</sup>/с. Цей захід виконано для покращення якості води у створі забору води на поповнення Південного водосховища та на водозаборі Ігнулецької зрошувальної системи. Загальний обсяг води, використаної для промивки русла р. Інгулець в 2024 році склав 28 368 тис. м<sup>3</sup>.

Слід відмітити, що 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, про що свідчать дані постійних спостережень. Дані якості води у Карачунівському водосховищі за період з 01 січня 2024 року по 31 березня 2024 року по хлоридах змінилися з 101 на 96 мг/дм<sup>3</sup>. Якість води на державному гідропосту в с. Андріївка за цей же період при відсутності скидів зі ставка-накопичувача по хлоридах коливалася в діапазоні від 560 до 280 мг/дм<sup>3</sup> і залежала в основному від витрат, що скидаються з Карачунівського водосховища.

З наведеного вище аналізу можна зробити наступні висновки:

- на ділянці річки нижче 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 – 14,0 м<sup>3</sup>/с та витрат з Карачунівського водосховища біля 20,0 м<sup>3</sup>/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 загальній мінералізації, хлоридах та сульфатах не перевищуватиме господарсько-побутові ГДК, про що свідчать дані моніторингових спостережень по річці Інгулець за 14 квітня 2024 р.

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 2023-2024 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 2023-2024 року у ставку-накопичувачі шахтних вод.

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 попуски води з Карачунівського водосховища для досягнення нормативної якості води, що відповідає господарсько-питним потребам постійні витрати були збільшені до 9-12 м<sup>3</sup>/с. Збільшення попусків з Карачунівського водосховища дозволило забезпечити зменшення концентрації забруднюючих речовин в точках водозабору води на поповнення Південного водосховища по хлоридах, сульфатах та загальній мінералізації до рівня ГДК для джерел питного водопостачання.

В таблицях 7.5 та 7.6 наведені показники якості води у відповідних створах за період з 06 вересня 2023 року по 16 квітня 2024 року, що базуються на даних моніторингових спостережень. Як видно з даних, наведених у таблицях, якість води по хлоридах, сульфатах та сухому залишку в період з 08.11.2023р по 16.04.2024 р. в контрольній точці найближчої до точки водозабору розташованої в районі кар'єрів ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК» (Гданцівка, міст вул. Машинобудівників) знаходилася в межах 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 08.11.2023р. не

відповідала вимогам як водозабору, що забирає воду для господарсько питних потреб, а на 16.04.2024р. по всім, вищенаведеним показникам відповідала нормативним вимогам, що пов'язано з відсутністю скидів зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ та витратами з Карачунівського водосховища на промивку русла річки – 20,0 м<sup>3</sup>/с.

Таблиці 7.3

**РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ**  
забруднюючих речовин в р. Інгулець під час скиду 2023-2024 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								
		1-й тиж-день 31.01	2-й тиж-день 07.02	3-й тиж-день 14.02	4-й тиж-день 21.02	5-й тиж-день 28.02	6-й тиж-день	7-й тиж-день 13.03	середні за період скиду	максимальні за період скиду
1	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	223	302	303	331	342	327	298	304	342
2	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	442	443	438	500	476	490	539	475	539
3	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	1324	1442	1572	1628	1610	1590	1652	1545	1652
4	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,10	0,1	0,15	0,26	0,28	0,17	0,19	0,18	0,28
5	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,16	2,73	2,24	2,22	3,23	2,62	3,69	2,70	3,69
6	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	3,33	2,59	1,1	2,73	2,99	3,33	1,85	2,56	3,33
7	Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,04	0,039	0,036	0,13	0,029	0,035	0,050	0,13
8	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	24,0	23	27,2	23,5	21,2	26,3	18,2	23,3	27,2
9	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,060	0,021	0,02	0,012	0,015	0,02	0,13	0,040	0,130
10	Залізо (загальне), мг/дм <sup>3</sup>	0,120	0,160	0,080	0,063	0,110	0,120	0,070	0,103	0,160
11	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	0,001	0,001	0,001
12	Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	0,240	0,11	0,26	0,19	0,2	0,16	0,067	0,175	0,26
13	Кисень розчинний, мг/дм <sup>3</sup>	10,8	11,2	8,1	8,1	11,9	11,1	11,6	10,4	8,1
14	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	40,9	49,6	48,6	49	59,8	67,1	50,8	52,3	67,1
15	pH	8,30	8,26	7,76	8,13	7,98	8,12	8,32	8,12	8,32

Таблиці 7.4

**РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ**  
забруднюючих речовин у зворотній воді, що скидалася в р.Інгулець зі ставка-накопичувача шахтних вод при виконанні регламенту 2023-2024 років

№ з/п	Найменування показників (характеристик), од.вим./ Фактичне значення показника	Назва створу – контрольний створ у точці скиду шахтних вод								
		Дата спостереження								
		1-й тиж-день 31.01	2-й тиж-день 07.02	3-й тиж-день 14.02	4-й тиж-день 21.02	5-й тиж-день 28.02	6-й тиж-день	7-й тиж-день 13.03	середні за період скиду	максимальні за період скиду
1	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	19798	19798	18523	18878	18701	19055	19255	19144	19798
2	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	1371	1329	1387	1406	1395	1393	1422	1386	1422
3	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	41752	41730	41840	40628	40172	40674	40502	41043	41752
4	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,21	0,23	0,15	0,19	0,26	0,23	0,22	0,27
5	БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,56	2,77	2,12		2,72	2,57	3,64	2,73	3,64
6	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	3,74	2,75	5,56	4,07	3,74	4,4	5,3	4,22	5,3
7	Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	0,16	0,085	0,183	0,19	0,2	0,26	0,1	0,168	0,26
8	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	12,6	12	18	16	13,5	14,4	20	15,2	20
9	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,03	0,02	0,062	0,039	0,035	0,03	0,035	0,062
10	Залізо (загальне), мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,082	0,03	0,049	0,077	0,11	0,12	0,083	0,12
11	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	менше 0,001	0,001	0,001	0,001
12	Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,04	0,042	0,02	0,049	0,039	0,035	0,038	0,049
13	Кисень розчинний, мг/дм <sup>3</sup>	6,42	6,96	6,48	5,97	6,69	6,38	6,02	6,42	6,96
14	ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	pH	8,18	8,13	7,92	7,91	7,96	8	8,06	8,02	8,18

Таблиця 7.5

<b>Показники якості води в контрольній точці найближчої до точки водозабору розташованої в районі кар'єрів ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК» (Гданцівка, міст вул. Машинобудівників)</b>				
Показники якості води	Дата відбору води для аналізу			
	06.09.2023	04.10.2023	08.11.2023	16.04.2024
Хлориди в мг/дм <sup>3</sup>	167,69	163,47	159,54	310,21
Сульфати в мг/дм <sup>3</sup>	416,00	430,00	350,00	407,38
Сухий залишок в мг/дм <sup>3</sup>	1167,67	1200,00	920,00	992,33
Нітрати	<2,27	<2,27	3,01	4,76
Нітріти	0,444	0,256	0,071	0,005
Розчинний кисень	7,85	9,63		
БСК5	2,82	2,80		
ХСК	18,40	14,70		
Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	<0,1	0,74	0,13	0,12
pH	7,99	8,18	8,26	8,47
Індекс ЛКП,КУО/дм <sup>3</sup>	6200	13000	9500	6200
Коліфагі БУО/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні, сальмонела в 1/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Продовження табл.7.5

<b>Показники якості води в контрольній точці найближчої до точки водозабору розташованої в районі кар'єрів ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК» (Гданцівка, міст вул. Машинобудівників)</b>					
Показники якості води	Дата відбору води для аналізу				
	19.06.2024	15.07.2024	14.08.2024	16.09.2024	23.10.2024
Хлориди в мг/дм <sup>3</sup>	197,5	175,5	196,1	320,9	347,4
Сульфати в мг/дм <sup>3</sup>	248,6	274,9	281,9	406,6	455,5
Сухий залишок в мг/дм <sup>3</sup>	892,3	902,3	947,3	1390,0	1447,0
Нітрати	3,83	5,31	4,43	2,52	3,61
Нітріти	0,13	0,32	0,15	0,17	0,08
Розчинний кисень	9,56	4,4	6,15	9,80	11,96
БСК5	2,53	2,14	2,58	2,76	-
ХСК	9,68	10,52	11,85	16,35	-
Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	0,63	0,23	0,23	0,14	0,20
pH	8,06	8,29	8,11	8,04	8,08
Індекс ЛКП,КУО/дм <sup>3</sup>	9500	13000	9500	9500	6200
Коліфагі БУО/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні, сальмонела в 1/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено



Таблиця 7.6

<b>Показники якості води в контрольній точці найближчої до водозабору в районі с. Інгулець Криворізького району, (Південна межа міста Кривий Ріг - міст сел. Інгулець)</b>				
Показники якості води	Дата відбору води для аналізу			
	06.09.2023	04.10.2023	08.11.2023	16.04.2024
Хлориди в мг/дм <sup>3</sup>	310,21	370,84	454,51	310,21
Сульфати в мг/дм <sup>3</sup>	597,00	620,40	341,00	407,38
Сухий залишок в мг/дм <sup>3</sup>	1752,00	1940,00	1590,00	992,33
Нітрати	<2,27	<2,27	3,27	4,76
Нітріти	0,632	0,227	0,202	0,005
Розчинний кисень	8,88	9,67	11,20	
БСК5	2,88	2,70	2,85	
ХСК	24,50	22,30	27,2	
Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	<0,1	1,37	0,18	0,12
pH	8,00	8,16	8,18	8,46
загальна жорсткість	13,73	13,93	14,73	11,33
Індекс ЛКП, КУО/дм <sup>3</sup>	9500	5000	9500	5000
Коліфагі БУО/дм <sup>3</sup>	не виявлено	100	50	не виявлено
Патогенні, сальмонела в 1/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Продовження табл. 7.6.

<b>Показники якості води в контрольній точці найближчої до водозабору в районі с. Інгулець Криворізького району, (Південна межа міста Кривий Ріг - міст сел. Інгулець)</b>					
Показники якості води	Дата відбору води для аналізу				
	19.06.2024	15.07.2024	14.08.2024	16.09.2024	23.10.2024
Хлориди в мг/дм <sup>3</sup>	308,4	315,5	417,0	416,6	481,5
Сульфати в мг/дм <sup>3</sup>	340,3	340,3	579,0	524,6	597,5
Сухий залишок в мг/дм <sup>3</sup>	1296,3	1313,3	1452,3	1493,0	1647,0
Нітрати	4,10	13,9	4,23	3,94	3,17
Нітріти	0,12	0,088	0,062	0,062	0,069
Розчинний кисень	10,96	5,5	7,57	11,62	10,46
БСК5	2,93	2,47	2,93	2,51	2,38
ХСК	14,96	11,20	13,50	21,60	22,30
Аміак, мг/дм <sup>3</sup>	0,73	0,3	0,23	0,11	0,16
pH	8,06	8,39	8,20	8,11	8,10
Індекс ЛКП, КУО/дм <sup>3</sup>	13000	6200	70000	21000	21000
Коліфагі БУО/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Патогенні, сальмонела в 1/дм <sup>3</sup>	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

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. 7.7.

Таблиці 7.7

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 <sub>5</sub>	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.- 18.04.2024 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 роках;

- у 2023-2024 році під час скиду зворотних вод з розбавленням зі ставка-накопичувача скид очищених вод з Південної станції аерації річку Інгулець не передбачається;

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



## 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  
Поштова адреса: Дніпропетровська область, Криворізький район, Криворізька ТГ, місто Кривий Ріг, вул. ЄСЕНІНА, буд. 6А

Випуск №2 р. Інгулець; категорія зворотних (стічних) вод - господарсько-побутові; виробничі; Скид (Південна станція аерації КП "Кривбасводоканал") виробничих, господарсько-побутових стічних вод після споруд повного біологічного очищення в р. Інгулець та/або АТ "Південний ГЗК" в межах м. Кривий Ріг Дніпропетровської області, басейн р. Інгулець, район басейну р. Дніпро.  
Допустимий обсяг скиду - 821,92 м<sup>3</sup>/год, 4800,00 тис. м<sup>3</sup>/рік, та фактичний обсяг скидання зворотних (стічних) вод - не здійснювався м<sup>3</sup>/год (згідно з розробленими нормативами ГДС)

Забруднюючі речовини, скидання яких нормується	Факт. концентрація, мг/дм <sup>3</sup>	Факт. скид, г/год	Гранич. допустимі концентрації, мг/дм <sup>3</sup>	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

Інші показники та характеристики зворотних (стічних) вод (окремо для кожного водовипуску): 1. Розчинений кисень: не повинен бути менше 4 мг/дм<sup>3</sup> в будь який період року в пробі, відібраній до 12 години дня; 2. Водневий показник (рН): не повинен виходити за межі 6,5-8,5; 3. Температура: природна температура води не повинна підвищуватися більше ніж на 3°С в літній період; 4. Лактозопозитивні кишкові палички (індекс ЛКП): не більше 5000 КУО/1дм<sup>3</sup>; 5. Коліфаги (в бляшкоутворюючих одиницях): не більше 100 БУО/1дм<sup>3</sup>; 6. Збудники захворювань: вода не повинна містити збудників захворювань; 7. Вміст залишкового(зв'язаного) хлору в очищеній зворотній воді після контакту: не більше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>; 8. Рівень токсичності води(на основі біотестування): зворотна вода не повинна мати гострої летальної токсичності для водних організмів; 9. Радіоактивність води(сумарна радіоактивність): не повинна перевищувати природного фону.

Таблиця 7.8

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

Гребля Карачунівського водосховища	0,0
Гирло річки Саксагань	10,0
Обвідний канал	30,0
Південна станція аерації КОС	31,0
Скид з ставка-накопичувача	43,0
Міст с.м.т. Широке	46,0

Таблиця 7.9

Гарантована водовіддача р. Інгулець

Назва та місце створу	Витрата, м <sup>3</sup> /с
р. Інгулець, створ нижче Карачунівського водосховища	0,30

Таблиця 7.10

Гарантована водовіддача р. Саксагань

Назва та місце створу	Витрата, м <sup>3</sup> /с
р. Саксагань, створ Саксаганського порталу	0,30

*Примітка: Фактичні витрати води з Саксаганського водосховища в окремі періоди під час скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод у 2023 - 2024 році становили 0,5 м<sup>3</sup>/с.*

Таблиця 7.11

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

Назва	Витрата, м <sup>3</sup> /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 меоедньомісячні.*

*\*\* - 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.*

### 7.3 Характеристика об'єкту з якого здійснюється скид

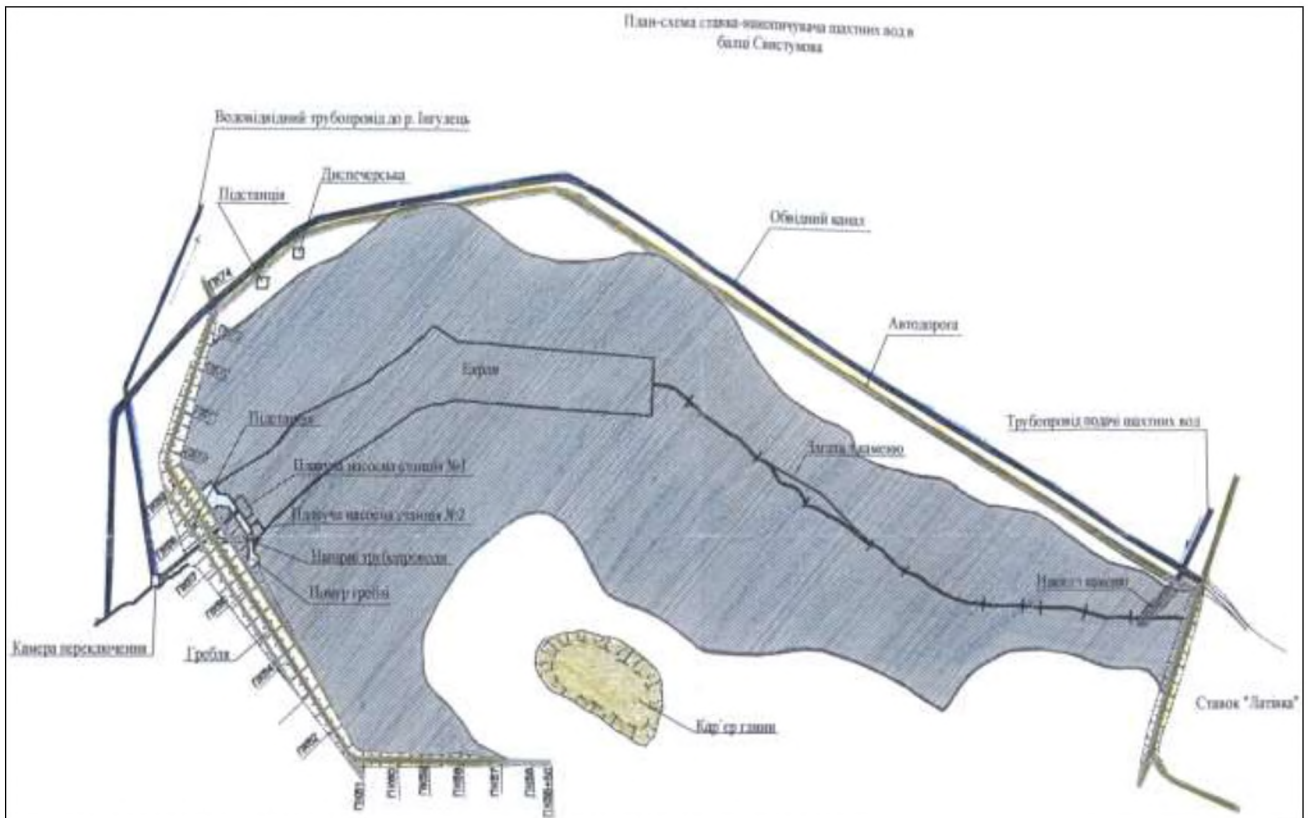
Для забезпечення стабілізації водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах Кривбасу, уникнення аварій на об'єктах підвищеної техногенної небезпеки, запобігання затоплення шахт та недопущення низки надзвичайних ситуацій, в міжвегетаційний період 2024-2025 рр. необхідно здійснити скид надлишків зворотних вод, у обсязі, наведеному у таблиці 7.12.

Таблиця 7.12

1.	Ставок-накопичувач шахтних вод в балці Свистунова ДП «Кривбасшахтозакриття»	7,629 (7,75)* млн.м <sup>3</sup>
	<b>Всього по Кривбасу</b>	<b>7,629 (7,75)* млн.м<sup>3</sup></b>

*ПРИМІТКА: \*розрахунковий обсяг скиду зворотних вод по старій трасі, в дужках – по новій трасі.*

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.



Малюнок 7.3.1: План-схема ставка-накопичувача

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).

### **Технічна характеристика ставка – накопичувача:**

Об'єкт відноситься до II класу капітальності/(СС2)

тип – балковий;

відмітка НПР – 88,5м;

повний обсяг (при НПР) – 12 млн.м<sup>3</sup>;

площа дзеркала води (при НПР) – 216га;

рекомендована відмітка наповнення – 86,0м;

рекомендований обсяг наповнення (при 86,0м) – 7,75 млн.м<sup>3</sup>( з урахуванням уточнень – 7,886 млн.м<sup>3</sup>);

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

мінімальний рівень спорожнення – 76,8м;

повний обсяг (при 76,8) – 0,5 млн.м<sup>3</sup>( з урахуванням уточнень – 0,572 млн.м<sup>3</sup>);

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 млн. м<sup>3</sup>, 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 млн.м<sup>3</sup>, а при відмітці 76,80 м, що відповідає мінімальному рівню спородження - 0,572 млн.м<sup>3</sup>.

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 м<sup>3</sup>/с. Паралельний режим роботи насосних станцій може забезпечувати регульований скид шахтних вод в діапазоні від 1,2 до 1,8 м<sup>3</sup>/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, який розташований на лівому березі р. Інгулець, нижче с. Латівка, на 302 км від гирла. Географічні координати водовипуску: широта – 47°46'05», довгота 33°15'18». Фотографії місця водовипуску наведені стор. 96 та 97.

Схема подачі шахтної води від ставка-накопичувача у річку Інгулець наведено на мал. 7.3.3.

Місце скиду шахтних вод у річку Інгулець показано на фотоілюстраціях.

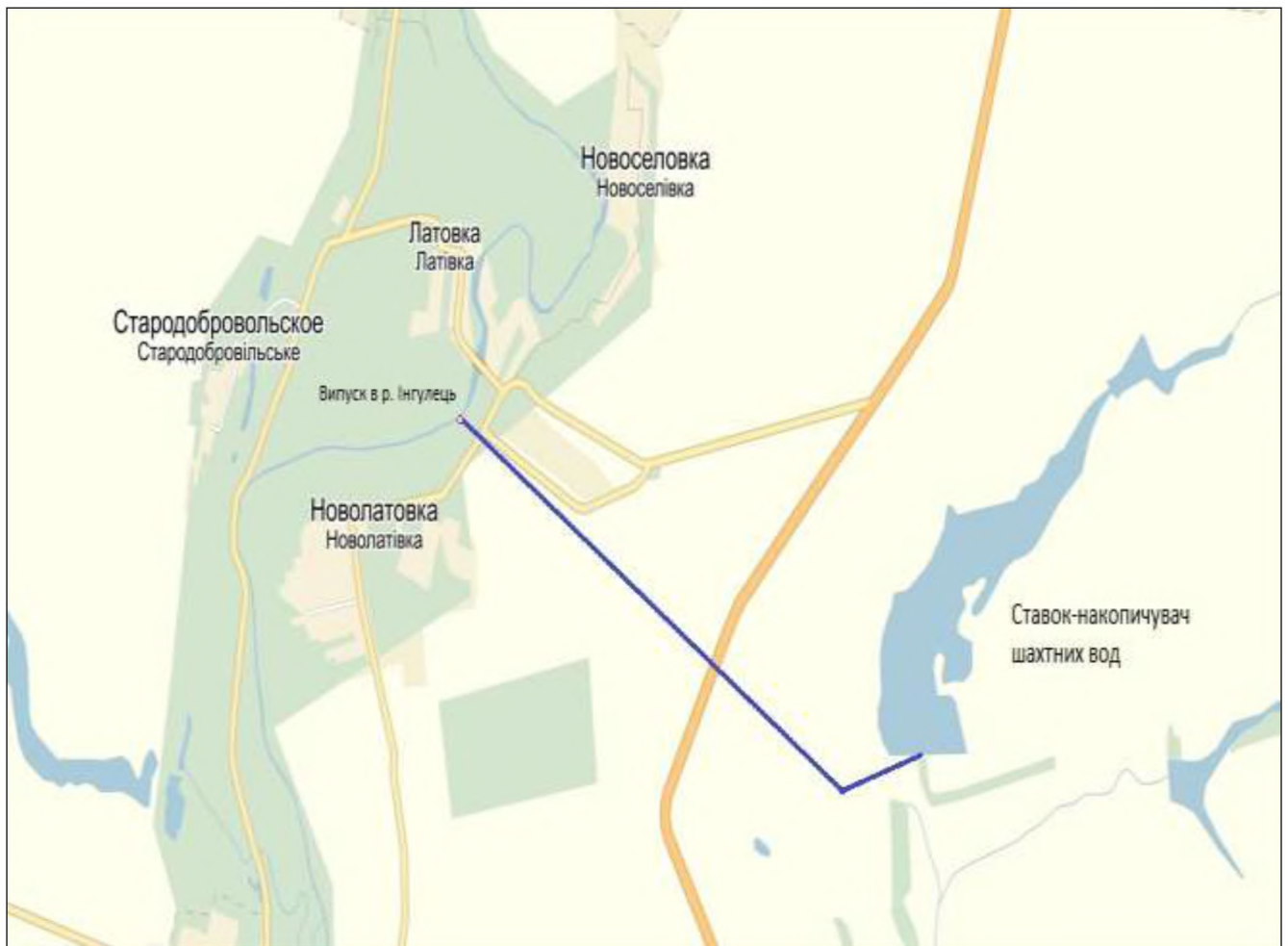
Схема розташування нової траси відвідного водоводу та водовипуску шахтних вод з ставка-накопичувача на мал. 7.3.4. Нова траса передбачає часткове використання старої траси зі скидом нижче водозабору на подачу води з р. Інгулець у Південне водосховище на південно-східній околиці с. Зелене Дніпропетровської області. Точка скиду шахтних вод розташована на північно-східній межі сел. Інгулець м. Кривого Рогу за географічними координатами 47°42'59.9"N 33°13'43.5"E.

Орієнтовні витрати зворотних вод, що передбачається скидати по новій трасі, становлять 1,3 м<sup>3</sup>/с.

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







Малюнок 7.3.3: Схема розташування траси відвідного водоводу та водовипуску шахтних вод з ставка-накопичувача.



Фотоілюстрація



Фотоілюстрація

Схема улаштування напірного трубопроводу скиду надлишкових вод зі ставка накопичувача



Малюнок 7.3.4. Схема розташування нової траси відвідного водоводу та водовипуску шахтних вод з ставка-накопичувача

Обсяги скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача шахтних вод за період з 2005 по 2023 роки наведено у таблиці 7.13.

Таблиця 7.13

Обсяг скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача шахтних вод за період з 2005 по 2023 роки

Міжвегетаційний період скиду (листопад-березень)	Обсяг скиду, млн.м <sup>3</sup>
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

На основі аналізу даних, наданих підприємствами, що відкачують шахтну воду у ставок-накопичувач загальний обсяг відкачки за період з 16 березня 2024 року по 15 березня 2025 року орієнтовно становитиме близько 12,03 млн.м<sup>3</sup>. При цьому залишок шахтної води у ставку-накопичувачі на 16 березня 2024 року становив 1,472 млн.м<sup>3</sup>. З урахуванням скиду з паралельним надходженням шахтних вод у ставок-накопичувач та безповоротних втрат на випаровування та фільтравцію, при умові його спрацювання до обсягів мертвого об'єму, розрахунковий обсяг скиду по старій трасі становитиме 7,629 млн.м<sup>3</sup> з постійними витратами близько 1,7 м<sup>3</sup>/с та 7,75 млн.м<sup>3</sup> по новій трасі з постійними витратами 1,3 м<sup>3</sup>/с.

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

вул. 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

24.07.2024 № 389/01-09

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**Директору  
ТОВ «Інтер-Бізнес Консалтинг»  
Д. ШАРАПОВУ**

На Ваш запит щодо регламентних скидів надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача б.Свистунова у р.Ігулець за період 2015-2024 років, надаємо наступну інформацію:

1. Регламентний скид зворотних вод 2015-2016 років:
  - розпорядження КМУ від 02.12.2015 № 1263-р;
  - період скиду: з 09.12.2015 року по 01.03.2016 року;
  - загальний обсяг скиду – 9836,0 тис.м<sup>3</sup>.
2. Регламентний скид зворотних вод 2016-2017 років:
  - розпорядження КМУ від 07.12.2016 № 929-р;
  - період скиду: з 14.12.2016 року по 01.03.2017 року;
  - загальний обсяг скиду – 9596,0 тис.м<sup>3</sup>.
3. Регламентний скид зворотних вод 2017-2018 років:
  - розпорядження КМУ від 17.01.2018 №23-р;
  - період скиду: з 23.01.2018 року по 28.02.2018 року;
  - загальний обсяг скиду – 4730,0 тис.м<sup>3</sup>.
4. Регламентний скид зворотних вод 2018-2019 років:
  - розпорядження КМУ від 27.12.2018 №1096-р;
  - період скиду: з 28.01.2019 року по 01.03.2019 року;
  - загальний обсяг скиду – 4294,0 тис.м<sup>3</sup>.
5. Регламентний скид зворотних вод 2019-2020 років:
  - розпорядження КМУ від 27.12.2019 №1410-р;
  - період скиду з 17.01.2020 року по 01.03.2020 року;
  - загальний обсяг скиду – 4208,0 тис.м<sup>3</sup>.
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.м<sup>3</sup>.
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.м<sup>3</sup>.
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.м<sup>3</sup>.
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.м<sup>3</sup>.

**Директор**

**Віталій БЄЛІК**

ДРОБОТ Тетяна  
056 409 44 30  
068 700 45 07



**Акт**  
**надходження шахтної води в ставок-накопичувач б.Свистунова**  
**ДП «КШЗ»**  
**за 2023 рік**

№ п/п	Найменування підприємства	Обсяг	Дольова участь
		2023 р. м.куб	2023 р. %
1	ПрАТ «Суша Балка»	1 447 791	13,5
2	АТ «КЗРК»	4 833 046	45,0
3	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	2 075 745	19,3
4	ПРАТ «ЦГЗК»	2 385 466	22,2
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>10 742 048</b>	<b>100</b>

Директор ДП «КШЗ»



Віталій БЕЛІК

Таблиця 7.14

СЕРЕДНІ ТА МАКСИМАЛЬНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ речовин в шахтних водах гірничорудних підприємств Кривбасу за період скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача у 2023-2024 роках

№ п/п	Назва забруднюючих речовин	Назва джерела водовипуску:	
		ДП «Кривбасшахтозакриття», ставок – накопичувач б. Свистунова. Концентрації забруднюючих речовин	
		Максимальні	Середні
1.	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	19798	19144
2.	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	1422	1386
3.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	41840	41043
4.	Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,22
5.	Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,64	2,73
6.	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	5,3	4,22
7.	Нітроти, мг/дм <sup>3</sup>	0,26	0,168
8.	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	20,0	15,2
9.	Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,062	0,035
10.	Залізо (загальне), мг/дм <sup>3</sup>	0,12	0,083
11.	Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	0,001	0,001
12.	Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	0,049	0,038
13.	Кисень розчинний, мг/дм <sup>3</sup>	6,96	6,42
14.	Хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм <sup>3</sup>	-	-
15.	рН	8,18	8,02

*Примітка: Дані, наведені у таблиці є максимальні та середні за період скиду зворотних вод у 2023 – 2024 роках, розраховані на основі аналізу результатів лабораторних досліджень, проведених в режимі щотижневого повного аналізу якості води (див. табл. 7.5), 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. ВАРІАНТИ СКИДУ НАДЛИШКІВ ЗВОРОТНИХ ВОД ЗІ СТАВКА- НАКОПИЧУВАЧА У БАЛЦІ СВИСТУНОВА ДП «КРИВБАСШАХТОЗАК- РИТТЯ» В РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ ТА ПОПУСКІВ ВОДИ З КАРАЧУНІВСЬ- КОГО 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 мертвого обсягу у мінімальні терміни. Такий варіант мінімізує час зупинки магістрального каналу Інгулецької зрошувальної системи, з якого вода забирається на водопостачання м.Миколаєва.

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

Режим передбачає:

- постійний скид води на розбавлення та забір води на поповнення Південного водосховища з Карачунівського водосховища витратою 20,0 м<sup>3</sup>/с;
- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною станцією, розташованою в районі кареру ПАТ «Арсерор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою 1,0 м<sup>3</sup>/с;
- забір води з р.Інгулець на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною станцією, розташованою на р.Інгулець біля с.Інгулець, прогонується у середньому біля 3,25 м<sup>3</sup>/с;
- скид зі ставка-накопичувача шахтних вод передбачено виконати по одному з запропонованих варіантів, а саме:

- Варіант 1 по існуючій трасі скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ в р. Інгулець постійною витратою 1,7 м<sup>3</sup>/с
- Варіант 2 по новій трасі скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ в р. Інгулець постійною витратою 1,3 м<sup>3</sup>/с.

Під час скиду зворотних вод по варіанту 1 передбачається водозабір на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною станцією, розташованою в районі кареру ПАТ «Арсерор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою 1,0 м<sup>3</sup>/с та не 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.

## **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 до рівня мертвого обсягу і скид зі ставка-накопичувача максимально можливими витратами, які в розрахунках прийняті:

- для варіанту 1 – 1,7 м<sup>3</sup>/с;
- для варіанту 2 – 1,3 м<sup>3</sup>/с.

Граничною датою завершення скиду для обох варіантів скиду прийнято 15 березня 2025 року включно.

Враховуючи наповнення ставка-накопичувача ШВ на 31 грудня 2024 року, яке, згідно прогнозних розрахунків може становити 6,18 млн.м<sup>3</sup> та прогноз подачі води у ставок шахтних вод гірничо-рудними підприємствами в січні – 15 березня 2025 р. , для забезпечення звільнення ставка до рівня мертвого об'єму, скид необхідно розпочати не пізніше ніж 20 січня 2025 року. Дата завершення скиду 15 березня по новій трасі скиду зворотних вод дала б можливість звільнити ставок-накопичувач до рівня мертвого обсягу з урахуванням можливий технічних простоїв під час скиду насосних станцій, пов'язаним з можливими знеструмленнями та ліквідацією аварій. Так, під час регламентованого скиду 2023 -2024 року, простої різної тривалості спостерігалися протягом 7 діб. У даному регламенті передбачено завершення скиду зі ставка-накопичувача для запропонованих варіантів – 15 березня 2025 року.

При цьому, зі ставка-накопичувача ШВ по варіанту 1 в період з 21 січня по 15 березня 2025 року при скидній витраті 1,7 м<sup>3</sup>/с з урахуванням можливих простоїв, буде скинуто близько 7,24 млн.м<sup>3</sup> шахтної води. Загальна максимальна тривалість скиду ШВ становитиме близько 54 діб.

Режим скиду шахтних вод по варіанту 1:

- 1 доба – 0,9 м<sup>3</sup>/с;
- 2 доба – 50 доба – 1,7 м<sup>3</sup>/с;
- 51 доба – 59 доба – 0,9 м<sup>3</sup>/с.

Зважаючи на можливі технічні простої даний регламент може коригуватися в оперативному режимі з метою звільнення ставка-накопичувача до рівня мертвого об'єму на 15 березня 2025 року.

По варіанту 2 зі ставка-накопичувача ШВ в період з 21 січня по 15 березня 2025 року при скидній витраті 1,3 м<sup>3</sup>/с буде скинуто близько 6,0 млн.м<sup>3</sup> шахтної води, а з урахуванням можливих простоїв – біля 5,22 млн.м<sup>3</sup>. Загальна максимальна тривалість скиду ШВ становитиме близько 54 діб.

Режим скиду шахтних вод по варіанту 2:

- 1 доба – 0,7 м<sup>3</sup>/с;

- 2 доба – 54 доба – 1,3 м<sup>3</sup>/с.

Зважаючи на можливі технічні простої даний регламент може коригуватися в оперативному режимі з метою максимального звільнення ставка-накопичувача від шахтної води до 15 березня 2025 року. Орієнтовні обсяги наповнення ставка-накопичувача на кінець скиду зворотних вод по варіанту 2 станом на 15 березня 2025 р. при умові відсутності простоїв становитимуть біля 2,0 млн.м<sup>3</sup>, а з урахуванням можливих простоїв – 2,8 млн.м<sup>3</sup>.

На момент початку скиду орієнтовні обсяги наповнення ставка-накопичувача ШВ становитимуть близько 6,47 млн.м<sup>3</sup> води.

При умові меншого ніж прогнозоване наповнення ставка-накопичувача шахтних вод (метеорологічні умови, а саме більше випаровування та менше опадів та менші ніж прогнозуються обсяги відкачки шахтних вод у ставок-накопичувач), допускається більш раннє закінчення скиду з розбавленням зворотних вод по варіанту 1 та більше спрацювання ставка-накопичувача по варіанту 2. Більш раннє завершення скиду по варіанту 1 дозволить раніше розпочати подачу води по альтернативному варіанту з водозабором в районі с.Інгулець для подачі води у Південне водосховище та Інгулецьким магістральним каналом для водопостачання м.Миколаєва.

## 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.

Слід відмітити, що на етапі розробки чинного Регламенту можливості Карачунівського водосховища по подачі води на розбавлення обмежені регулюючими витратами в діапазоні 5,0 -20,0 м<sup>3</sup>/с (дивись додаток 7).

Враховуючи обставини, що склалися з водопостачанням м.Кривий Ріг передбачено на увесь період передбачено залучення для розбавлення шахтних вод водою з р.Саксагань витратами близько 1,0 м<sup>3</sup>/с.

При розрахунку обсягів води, яка надходитиме в точку розбавлення зворотних вод врахований приток з водозабірної площі р. Інгулець від Карачунівського водосховища то точки скидання зворотних вод, який складатиме близько 1 м<sup>3</sup>/с.

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 витратою в діапазоні 11,0 – 14,0 м<sup>3</sup>/с. Збільшення подачі води по каналу 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.

Термін початку подачі води на розбавлення для двох режимів скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача – 20 січня 2025р., завершення по варіанту 1 скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ – 14 березня 2025 року.

Загальний термін подачі води на розбавлення по обох варіантах скиду становитиме 54 доби.

Режим попусків води з Карачунівського водосховищ протягом усього періоду скиду передбачає постійну подачу 20,0 м<sup>3</sup>/с та з Саксаганського водосховища – 1,0 м<sup>3</sup>/с, у т.ч. Для розбавлення зворотних вод зі ставка-накопичувача шахтних вод, з урахуванням притоку з власної водозабірної площі на ділянці від Карачунівського водосховища до точки скиду зворотних вод та водозабору для поповнення Південного водосховища за варіантом 1 буде використовуватися вода, подана з Карачунівського водосховища, витратою 20 м<sup>3</sup>/с, за варіантом 2 – 17,75 м<sup>3</sup>/с

Враховуючи те, що при подачі води на розбавлення по варіанту 1 з урахуванням відбору води на подачу у Південне водосховище витратами 1,0 м<sup>3</sup>/с вище точки скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ, загальний обсяг подачі води на розбавлення з Карачунівського водосховища становитиме близько 93,312 млн.м<sup>3</sup>.

При подачі води на розбавлення по варіанту 2 з урахуванням відбору води на подачу у Південне водосховище сумарними витратами 4,25 м<sup>3</sup>/с вище точки

скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ, загальний обсяг подачі води на розбавлення з Карачунівського водосховища становитиме близько 82,814 млн.м<sup>3</sup>.

В зв'язку з тим, що в період розбавлення зворотних вод під час скиду та промивки русла р. Інгулець витрати води з Карачунівського водосховища складають 20 м<sup>3</sup>/с, а можливості подачі води по каналу Дніпро-Інгулець обмежені витратою 14 м<sup>3</sup>/с, різниця між притоком та витратами Карачунівського водосховища за весь період розбавлення зворотних вод під час їх скиду в р. Інгулець складе 28 млн.м<sup>3</sup>, а з урахуванням притоку з власної водозбірної площі до створу Карачунівського водосховища близько 18,0 млн.м<sup>3</sup>. З метою недопущення значного зниження рівня води в Карачунівському водосховищі, необхідно здійснити завчасну подачу води у водосховище по каналу Дніпро-Інгулець у період з 01.01.2025 по 20.01.2025 витратою 14 м<sup>3</sup>/с. При цьому загальний обсяг завчасно поданої води у Карачунівське водосховище на момент початку подачі води на розбавлення зворотних вод складе 24млн.м<sup>3</sup> і буде використаний під час розбавлення зворотних вод, що скидатимуться зі ставка-накопичувача ШВ.

Розрахунковий обсяг води, який необхідно подати з Карачунівського водосховища на промивку русла р. Інгулець складає 32,206 млн.м<sup>3</sup>, враховуючи період заміщення солоної води прісною в руслі р. Інгулець від точки скидання зворотних вод до ГНС Інгулецької зрошувальної системи.

**Загальний обсяг води, який необхідно використати для розбавлення зворотних вод під час їх скидання в р. Інгулець та промивки русла ріки складає по варіанту 1 – 125,518 млн.м<sup>3</sup>, по варіанту 2 – 115,020 млн.м<sup>3</sup>.**

Зазначені обсяги води для розбавлення зворотних вод та промивки русла р. Інгулець компенсуються за рахунок коштів гірничорудних підприємств шляхом подачі дніпровської води по каналу Дніпро-Інгулець витратою в діапазоні 11,0 – 14,0 м<sup>3</sup>/с.

Зазначений режим попусків води з Карачунівського водосховища повинен бути взятий до уваги під час розробки режиму роботи Іскрівського, Карачунівського та Саксаганського водосховищ у 2025 році.





Заступнику голови  
громадської спілки  
«Екологічна рада Криворіжжя»  
Едуарду ГОРЬОВОМУ

*Щодо надання інформації*

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

При виконанні регламенту скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу зі ставка-накопичувача балки Свистунова у р. Інгулець у міжвегетативний період 2023-2024рр. підприємство має можливість регулювання витрат скиду води з Карачунівського водосховища в діапазоні від 5 до 20 м<sup>3</sup>/сек.

Т.в.о. генерального директора

Сгор ХАРИТОНОВ

Вик. Дудко Наталя

## **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 роках. Максимальні показники по хлоридам перевищували ГДК в 56,6 рази а по загальній мінералізації – в 42,8 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;
- вище точки скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод по варіанту 1 - РС-3;
- нижче водовипуска зі ставка-накопичувача шахтних вод по варіанту 1 - РС-4;
- водозабір на поповнення Південного водосховища в районі с.Інгулець – РС-5;
- нижче водовипуска зі ставка-накопичувача шахтних вод по варіанту 2 - РС-6;

*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 <sup>3</sup>		Загальна мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	
	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 1	Варіант 2
РС-1	90-100	90-100	810-920	810-920
РС-2	210-340	210-340	1200-1500	1200-1500
РС-3	300-370	300-370	1300-1650	1300-1650
РС-4	1700-1800	330-390	4500-4800	1350-1700
РС-5	1600-1800	360-410	4400-4700	1400-1700
РС-6		1500-1700		4200-4500

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 <sup>3</sup>	<b>20862</b>
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	<b>1584</b>
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	<b>41791</b>
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,44</b>
Біохімічне споживання кисню (БСК5), мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	<b>3,64</b>
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	<b>5,63</b>
Нітриди, мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,33</b>
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	<b>24,9</b>
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,089</b>
Залізо (загальне), мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,22</b>
Феноли, мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,001</b>
Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	<b>0,14</b>
Кисень розчинний, мг/дм <sup>3</sup>	<b>більше 4,0</b>
рН	<b>7,80-8,30</b>

## 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 дольової участі по подачі води на розбавлення між підприємствами, задіяними у скиді зворотних вод зі ставка-накопичувача наведено у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

<b>Розрахунок дольової участі у фінансуванні витрат з проведення скиду надлишків зворотних вод у р. Інгулець зі ставка-накопичувача в балці Свистунова у міжвегетаційний період 2024-2025 рр та промивки русла р. Інгулець у 2025 році.</b>				
Назва підприємства	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод у південному напрямку за 2023 рік, м <sup>3</sup>	Фактичний обсяг відкачки зворотних вод у хв ПРАТ "ПІВНГЗК за період з 01.01.2023 по 30.06.2023, м <sup>3</sup>	Разом за 2023 рік	Пайова участь, %
АТ "Кривбасзалізрудком"	4 833 046	1050250	5 883 296	49,44%
ш. "Покровська"	669 060		669 060	
ш. "Криворізька"	3 081 045		3 081 045	
ш. "Козацька"	518 208	522 158	1 040 366	
ш. "Тернівська"	564 733	528 092	1 092 825	
ПРАТ "Суха Балка"	1 447 791	108 086	1 555 877	13,07%
ш. "Ім. Фрунзе"	1 158 501		1 158 501	
ш. "Юбілейна"	289 290	108 086	397 376	
ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"	2 075 745		2 075 745	17,44%
ПРАТ "ЦГЗК"	2 385 466		2 385 466	20,05%
ш. "Ім. Колачевського"	56 190	67 320	123 510	
ш. "Гігант Глибока"	2 329 276		2 329 276	
<b>Всього</b>	<b>10 742 048</b>	<b>1 158 336</b>	<b>11 900 384</b>	<b>100,00%</b>

### 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, не використаного для розбавлення зворотних вод під час їх регламентного скиду зі ставка-накопичувача б. Свистунова у міжвегетаційний період 2023-2024 рр та на промивки русла р. Інгулець в 2024 році.

Подані по каналу Дніпро-Інгулець за рахунок гірничорудних підприємств та невикористані для розбавлення зворотних вод під час скиду зі ставка-накопичувача ШВ та промивку русла р. Інгулець обсяги води резервуються у Карачунівському водосховищі для використання цих обсягів при наступних періодичних скидах зворотних вод.

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.

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 <sup>3</sup>	Пайова участь, %	Розподіл обсягів подачі води для розбавлення, тис.м <sup>3</sup>	
			Варіант 1	Варіант 2
ПрАТ «СУХА БАЛКА»	1 555,877	13,07	12195,878	10823,790
АТ «Кривбасзалізрудком»	5 883,296	49,44	46133,453	40943,242
ШУ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»	2 075,745	17,44	16273,613	14442,762
ПРАТ «ЦГЗК»	2 385,466	20,05	18709,056	16604,207
<b>Разом</b>	<b>11 900,384</b>	<b>100,00</b>	<b>93312,000</b>	<b>82814,000</b>

### 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.

На період скиду, для контролю за хімічним складом води та відбору проб в разі застосування варіанту 1 скиду зі ставка-накопичувача ШВ, на річці Інгулець встановлюється 10 тимчасових контрольних створів, в тому числі 5 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, розташованих нижче греблі Карачунівського водосховища. Стволами, 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 по варіанту 1 наведено в табл. 13.1.

Перелік тимчасових контрольних створів на р. Інгулець по варіанту 1

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 с. Латівка - точка контролю на р. Інгулець, вище скиду з ставка-накопичувача ШВ у б. Свистунова	ДП "Кривбасшахтозакриття", Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області)
8.	Південь с. Новоселівка Криворізького району Дніпропетровської обл. – точка скиду зі ставка-накопичувача ШВ в р.Інгулець	ДП "Кривбасшахтозакриття", Державна екологічна інспекція Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області)
9.	Пішохідний міст в с. Інгулець Криворізького району - точка контролю на	ДП "Кривбасшахтозакриття", Державна екологічна інспекція Придніпровського округу

	р. Інгулець нижче скиду зі ставка-накопичувача ШВ та вище водозабору у Південне водосховище	(Дніпропетровська та Кіровоградська області)
10.	р. Інгулець, міст смт. Широке - точка контролю на р. Інгулець	АТ «Кривбасзалізрудком»

На період скиду в разі застосування варіанту 2 скиду зі ставка-накопичувача ШВ, 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 по варіанту 1 наведено в табл. 13.2.

Перелік тимчасових контрольних створів на р. Інгулець по варіанту 2

Таблиця 13.2

№ 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)

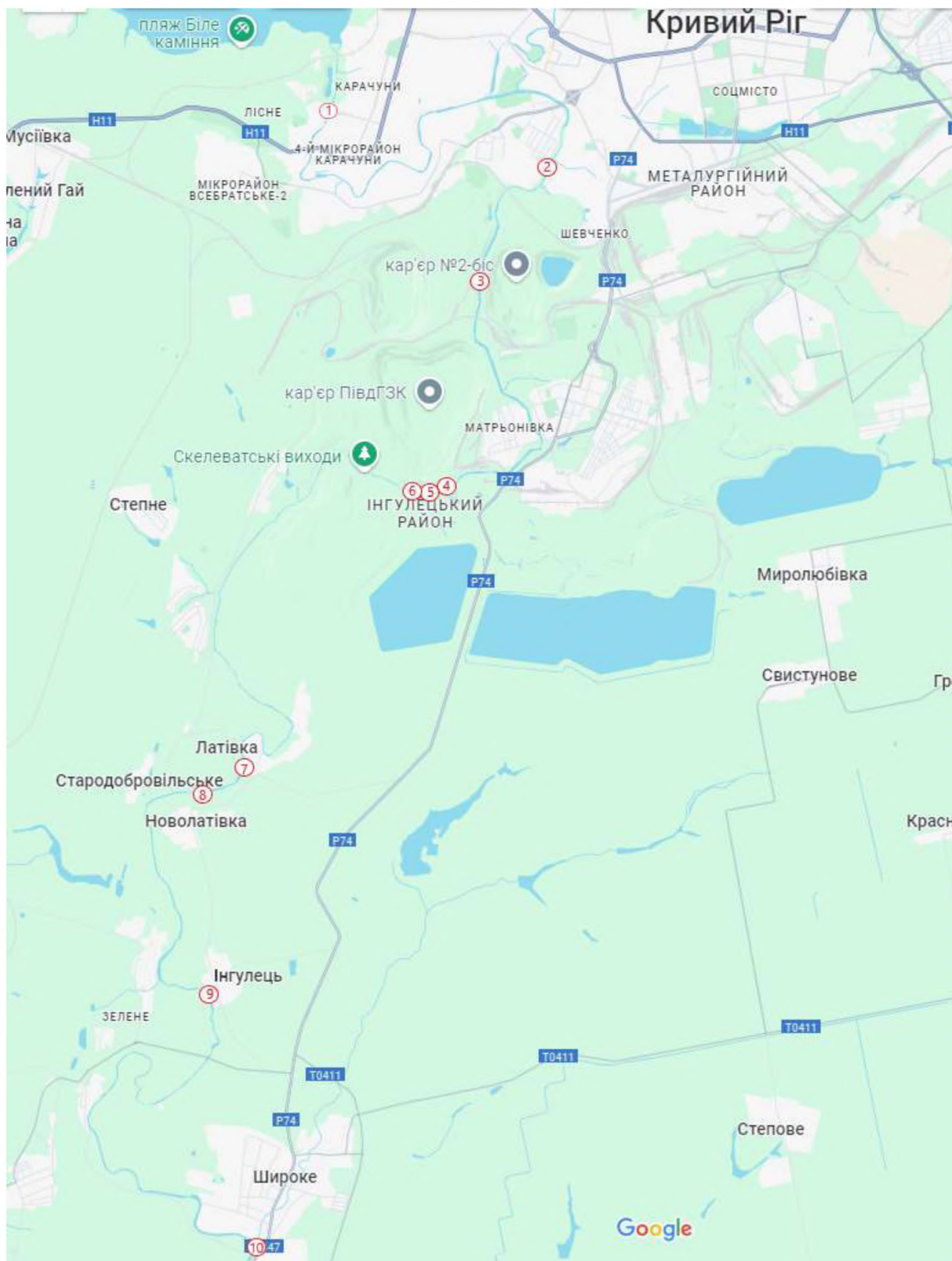


Рисунок 13.1 Схема розташування контрольних створів (Для варіанту 1).



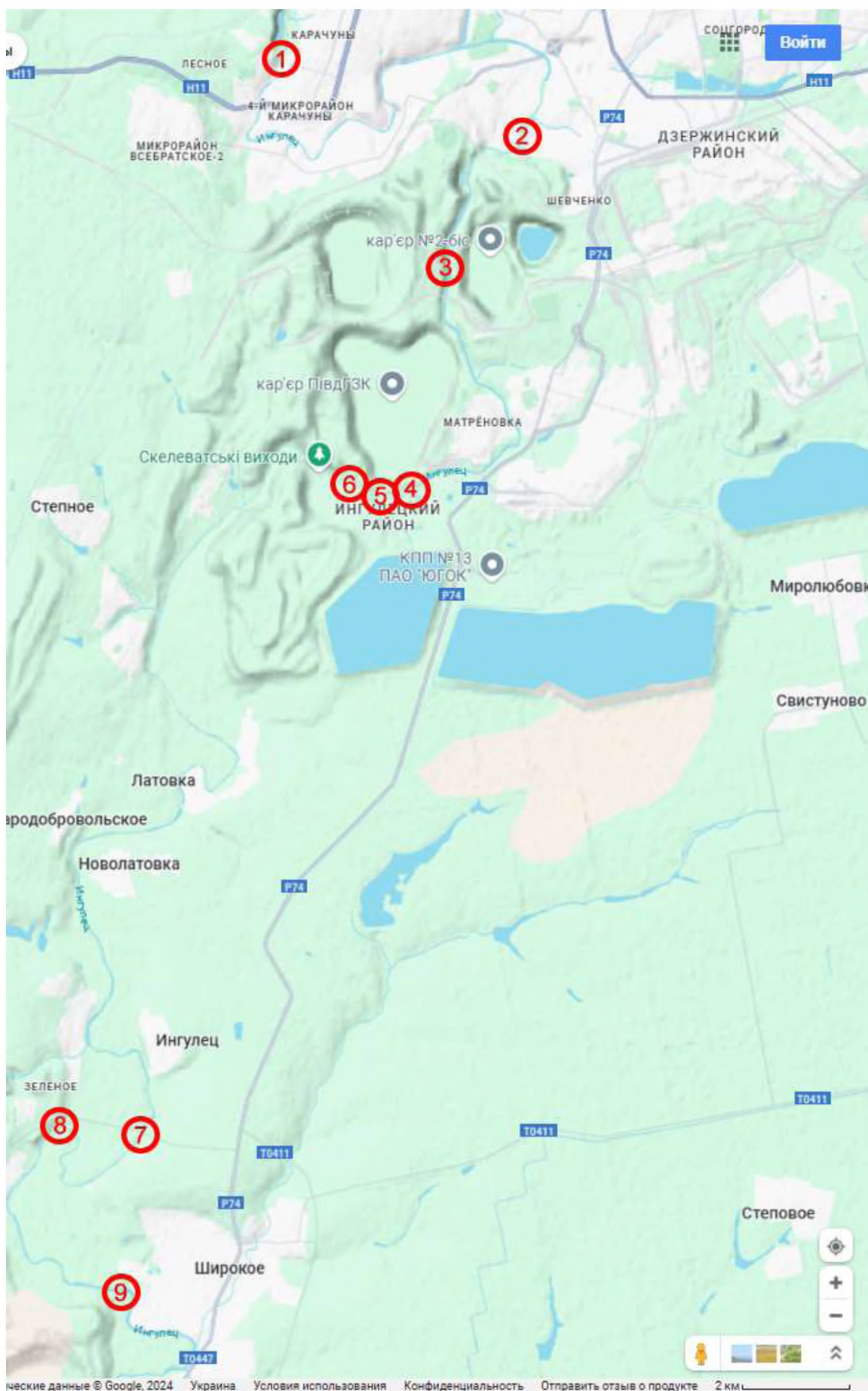


Рисунок 13.2 Схема розташування контрольних створів (Для варіанту 2).

## 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 (ГС «ЕКОЛОГІЧНА РАДА КРИВОРІЖЖЯ») 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. 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.
3. 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].

4. 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.

5. 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.

6. Негайно вживати заходів по усуненню порушень регламенту скиду.

7. В разі змін зовнішніх умов (погіршенні якості зворотної води у ставку-накопичувачі, зміні гідрологічних умов, якості води, що надходить до зони змішування (контрольний ствір №7, тощо) координатор робіт та ДП «Кривбасшахтозакриття» повинні оперативно вжити заходи з коригування витрат зворотної води для дотримання розрахункових показників якості води в контрольному створі нижче скиду (контрольний створ №9), наведених у таблиці 14.2. При цьому розрахункові витрати зворотної води, що скидаються у зону змішування (створ №8) повинні відповідати витратам, наведеним у табл.14.1.

Таблиця 14.1

Скид зворотних вод зі ставка-накопичувача по варіанту 1		Скид зворотних вод зі ставка-накопичувача по варіанту 2	
% перевищення рекомендованих концентрацій у контрольному створі №9	Рекомендовані скидні витрати зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ не більше, м <sup>3</sup> /с	% перевищення рекомендованих концентрацій у контрольному створі №9	Рекомендовані скидні витрати зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ не більше, м <sup>3</sup> /с
0	1,7	0	1,3
до 5	1,56	до 5	1,2
до 10	1,42	до 10	1,09
до 15	1,28	до 15	0,98
до 20	1,14	до 20	0,87

8. При змінах якості води, що надходить до зони змішування і відслідковується у контрольному створі №7, зворотних вод, які скидаються зі з ставка-накопичувача в балці Свистунова в р. Інгулець (створ №8), поверхневих вод в контрольному створі нижче скиду (створ №9) у сторону перевищення контрольних концентрацій:

- гірничорудні підприємства, за рахунок яких здійснюється розбавлення зворотних вод, повинні вжити додаткових організаційних заходів щодо зменшення обсягів скиду зворотних вод;

- координатор робіт зі скидання надлишків зворотних вод та ДП «КРИВБАС-ШАХТОЗАКРИТТЯ» на підставі отриманих даних кількісних та якісних показників по зазначеним вище контрольним створам, мають повідомляти про встановлення змін якості вод Державну екологічну інспекцію Придніпровського округу (Дніпропетровська та Кіровоградська області), 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 здійснення відповідних заходів, у тому числі які наведені у пункті 7 даного розділу.

9. 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 (Дніпропетровська та Кіровоградська області) 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 дотриманням 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 14.2 для відповідного контрольного створу (створ №9).

10. На період проведення скиду, вміст забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду (контрольний ствір № 9) не повинен перевищувати показників, наведених у табл. 14.2.

Таблиця 14.2

Максимальні показники вмісту забруднюючих речовин в контрольному створі нижче скиду (створ №9), за період скиду в залежності від прийнятого варіанту:

Варіант 1.

мг/дм<sup>3</sup>.

Хлориди	Сульфати	Мінералізація	Азот амонійний	БСК <sub>5</sub>	Нітрати	Нітрити	Завислі речовини
1800	800	4800	1,2	6,0	9,0	1,0	28,0

Продовження таблиці 14.2

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

Продовження таблиці 14.2

Варіант 2.

Хлориди	Сульфати	Мінералізація	Азот амонійний	БСК <sub>5</sub>	Нітрати	Нітрити	Завислі речовини
1700	800	4500	1,2	6,0	9,0	1,0	28,0

Продовження таблиці 14.2

Нафтопродукти	Залізо загальне	Феноли	Фосфати	Розчинний кисень	ХСК	рН
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 та 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 1,8 г/л, при загальному рівні мінералізації води не більше 4,8 г/л. Максимальні показники вмісту забруднюючих речовин у контрольному створі №9, не повинен перевищувати показників, наведених у табл. 14.2.

Початок скиду встановлено з урахуванням завершення вегетаційного сезону – на початку листопада, завершення скиду – не пізніше 15 березня включно, що враховує початок проходження нерестового періоду. Окремо слід зазначити, що більш пізнє завершення скиду зі ставка-накопичувача шахтних вод і його повне звільнення від шахтної води до відміток мертвого об'єму дозволить змістити період його наповнення (ріст відміток), що у кінцевому результаті зменшить фільтраційні втрати і як наслідок – знизить негативний вплив на ділянку річки Інгулець, що межує з зоною впливу ставка-накопичувача.

У даному регламенті розглянуто два варіанти режиму скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ:

Варіант 1 – скид зворотних вод по старій трасі;

Варіант 2 – скид зворотних вод по новій трасі.

Для виконання цих умов, регламентом передбачено впровадження попусків води з Карачунівського водосховища для розбавлення зворотних вод. Сумарні витрати під час подачі води на розбавлення з Карачунівського водосховища прийняті 20,0 м<sup>3</sup>/с та з р.Саксагань витратами 1,0 м<sup>3</sup>/с, а з урахуванням відбору води для поповнення Південного водосховища витрати, що будуть використані для розбавлення з Карачунівського водосховища по варіанту 1 становлять 20,0 м<sup>3</sup>/с та по варіанту 2 відповідно 17,75 м<sup>3</sup>/с.

Тривалість подачі води на розбавлення з Карачунівського водосховища для режимів, що розглядаються у регламенті становитиме 54 діб, а обсяг подачі на розбавлення по варіанту 1 становитиме 93,312 млн.м<sup>3</sup>, діб по варіанту 2 обсяг подачі на

розбавлення становитиме 82,814 млн.м<sup>3</sup>. Зазначені обсяги води компенсуються за рахунок гірничорудних підприємств шляхом подачі дніпровської води по каналу Дніпро-Інгулець витратою в діапазоні 11,0 – 14,0 м<sup>3</sup>/с.

Тривалість скиду з ставка - накопичувача шахтних вод в б. Свистунова по варіанту 1 витратами 0,9 м<sup>3</sup>/с та 1,7 м<sup>3</sup>/с відповідно складатиме 54 доби, з завершенням не пізніше 15 березня 2025 року, а обсяг скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ у р.Інгулець становитиме біля 7,24 млн.м<sup>3</sup>.

Тривалість скиду з ставка - накопичувача шахтних вод в б. Свистунова по варіанту 1 витратами 0,7 м<sup>3</sup>/с та 1,3 м<sup>3</sup>/с відповідно складатиме 54 доби, з завершенням не пізніше 15 березня 2025 року, а обсяг скиду зворотних вод зі ставка-накопичувача ШВ у р.Інгулець становитиме біля 6,01 млн.м<sup>3</sup>.

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 згідно до спеціального регламенту виконати екологічного оздоровлення русла р. Інгулець в період вегетації. Розрахунковий обсяг води, який необхідно подати з Карачунівського водосховища на промивку русла р. Інгулець складає 32,206 млн.м<sup>3</sup> і може уточнюватися в залежності від фактичної гідрологічної ситуації в басейні річки Інгулець та нижній течії р.Дніпро.

При умові меншого ніж прогнозоване наповнення ставка-накопичувача шахтних вод (метеорологічні умови, а саме більше випаровування та менше опадів а також менші ніж прогнозуються обсяги відкачки шахтних вод у ставок-накопичувач), допускається більш раннє закінчення скиду з розбавленням зворотних вод при умові спрацювання ставка-накопичувача до рівня мертвого об'єму.

Під час скиду зворотних вод по варіанту 1 передбачається водозабір на поповнення Південного водосховища по альтернативній схемі насосною станцією, розташованою в районі кареру ПАТ «Арсерор Міттал Кривий Ріг» та ПАТ «ПГЗК», витратою 1,0 м<sup>3</sup>/с та не передбачається забір води по альтернативній схемі на поповнення Південного водосховища по водоводу з водозбором в районі с.Інгулець.

При скиді зворотних вод з розбавленням виникає проблема забору якісної води на водопостачання м. Миколаєва по альтернативній схемі.

## 16. СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ТА ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Водний кодекс України/[https://urist-a.net/кодекси/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 2023 - 2024 рр. / ПрАТ “Укрводпроект”, Київ, 2023.
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-p>
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-p>
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, затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища № 389 від 20.07.2009.
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., Чунар'єв 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.