

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем
Криворізького басейну»

Березний Михайло Ігорович

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЗНСтаОП
Ткаченко Т.М. _____
»__» _____ 2023 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:
«Шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем
Криворізького басейну»

Виконав студент групи ЕК-31с
Спеціальність: 101 «Екологія»
Березний М.І.
Керівник: к.т.н., Жукова О.Г.

Київ 2023 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЗНСтаОП

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

_____ Березний Михайло Ігорович _____

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем Криворізького басейну

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ р.

2. Керівники роботи: к.т.н., Жукова О.Г.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Загальна характеристика об'єкта досліджень. Характеристика ґрунтового покриву. Гідрографічна характеристика території. Оцінка техногенного впливу на Криварізьку гідроекосистему. Вплив джерел забруднення на стан поверхневих вод. Характеристика водних ресурсів Кривбасу. Оцінка можливості закачування шахтних вод у надра. Розробка та обґрунтування варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу з метою зменшення техногенного навантаження на річки Інгулець і Саксагань. Висновки. Список використаної літератури.

5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 7 рисунків та 13 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Загальна характеристика об'єкта досліджень. Характеристика ґрунтового покриву. Гідрографічна характеристика території.	
Оцінка техногенного впливу на Криварізьку гідроекосистему. Вплив джерел забруднення на стан поверхневих вод. Характеристика водних ресурсів Кривбасу.	
Оцінка можливості закачування шахтних вод у надра. Розробка та обґрунтування варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу з метою зменшення техногенного навантаження на річки Інгулець і Саксагань.	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Реферат

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку використаної літератури та посилань. Робота містить 7 рисунків та 13 таблиць. Загальний обсяг роботи – 66 сторінок.

Територія Криворізького залізрудного басейну протягом багатьох десятиліть була і залишається зоною надзвичайного техногенного навантаження на всі складові довкілля-атмосфери, гірські породи, ґрунти, поверхневу і підземну гідросфери, біоту. Процеси негативних змін довкілля найсильніше проявлені в межах Криворізької промислово-міської агломерації, де забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, природних і природно-техногенних гідросистем, донних відкладів значно перевищує встановлені екологічні нормативи.

Значну негативну роль у формування якості поверхневих і підземних вод відіграють хвостосховища і відстійники, а також скиди шахтних вод. Цілком аргументовано стан довкілля Кривбасу визначається багатьма дослідниками і офіційними матеріалами як критичний і навіть катастрофічний.

Водночас не викликає сумніву необхідність і неминучість дальшого розвитку Криворізького територіально-виробничого комплексу та його провідної галузі - видобутку та переробки залізної руди, запасів якої за прогнозно-економічними розрахунками вистачить не менше ніж на 100 років. Це, в свою чергу, зумовлює необхідність комплексних досліджень екологічного стану окремих природних та техногенно-природних систем, прогнозування негативних змін довкілля, визначення основних напрямків і пріоритетів у здійсненні природоохоронних та господарських заходів.

Ключові слова: *Водний басейн, річка, кліматичні зміни, водні ресурси, гідроекосистема, моніторинг, техногенний вплив.*

Зміст

	Вступ.....	7
Розділ 1	Загальна характеристика об'єкта досліджень	9
1.1.	Характеристика ґрунтового покриву	15
1.2.	Гідрографічна характеристика території	18
Розділ 2	Оцінка техногенного впливу на Криворізьку гідроекосистему	30
2.1.	Вплив джерел забруднення на стан поверхневих вод	35
2.2.	Характеристика водних ресурсів Кривбасу.....	48
2.3.	Оцінка можливості закачування поверхневих вод у надра.	53
Розділ 3	Розробка та обґрунтування варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу з метою зменшення техногенного навантаження на річки Інгулець і Саксагань	57
	Висновки	62
	Список використаної літератури.....	63

Вступ

Системні й комплексні дослідження впливу гірничодобувного та переробного комплексу на екологічний стан гідросистеми Кривбасу (басейну рр. Інгулець і Саксагань) розпочалися лише на початку 90-х років минулого століття. Хоча і до цього підприємствами та організаціями гідрометеорологічної, санітарно – епідеміологічної, геологічної служб (ДП «Кривбас-геологія»), Міністерства меліорації та водного господарства (ДержВодГоспу) України, гірничодобувної та переробної галузей на окремих гідрологічних постах і створах контролювався гідрологічний і гідрохімічний стан поверхневих вод. При цьому основна увага приділялась вивченню водно – сольового режиму р. Інгулець, об'ємам та складу високо-мінералізованих стічних вод. Гідрологічні пости і створи розташувалися в місцях найбільшого техногенного навантаження на природні води і наявних або можливих негативних змін екосистем. Для повної гідрохімічної характеристики гідросистеми відбиралися проби донних відкладів. Узагальнення результатів таких досліджень за 1975–1990 рр. здійснено в роботі Л.Д. Могилевського.

Загалом аналіз сучасного екологічного стану басейну р. Інгулець доводить, що досить складне становище, особливо у нижній течії річки, є результатом не лише скидів надлишків високо-мінералізованих вод гірничорудних підприємств, а й докорінних перетворень, яких зазнала після 50-60х рр. минулого сторіччя її водогосподарська система у зв'язку з спорудженням каскадів водосховищ як на самій р. Інгулець, так і на її найбільшій притоці - р. Саксагань, та зміною схеми водокористування. Саме створення цих водосховищ, більшість з яких є об'єктами багаторічного регулювання, призвело до того, що весь природний стік акумулюється у верхній частині басейну, а показники рівня його зарегульованості складають на р. Саксагань 100 %, на р. Інгулець до м. Кривий Ріг - 80 %. Через значний за гальний дефіцит водних ресурсів у басейні р. Інгулець майже відсутні обов'язкові санітарні попуски з цих водосховищ.

Щорічні дозовані скиди надлишків мінералізованих зворотних вод, які не використовуються у зворотних системах водопостачання на гірничо-збагачувальних комбінатах, виконуються з метою попередження небезпечних екологічних наслідків і здійснюються згідно з Водним Кодексом України (ст. 72, 74) за окремим регламентом у між-вегетаційний період (листопад-лютий), коли на р. Інгулець нижче скиду від води на зрошення, господарсько-питне та побутове постачання. Скиди здійснюються з розбавленням до рекомендованих норм якості води у контрольних створах, із встановленням попусків на розбавлення з Карачунівського водосховища на р. Інгулець та Макортівського водосховища на р. Саксагань. Крім того, після завершення скиду р. Інгулець промивається чистою дніпровською водою в обсязі 60-65 млн. м³, яка подається у верхів'я каналом Дніпро-Інгулець. Саме цей захід дає можливість перед початком вегетаційного та зрошувального сезону довести воду в нижній течії р. Інгулець до нормативної якості.

Об'єкт досліджень: шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем Криворізького басейну

Предмет досліджень: гідроекосистема Криворізького басейну.

Основні завдання:

- Охарактеризувати сучасний стан водного басейну.
- Оцінити антропогенний вплив на стан гідроекосистем.
- Визначити шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем Криворізького басейну.

Розділ 1

Загальна характеристика об'єкта досліджень

Кліматичні умови району формуються під впливом складного комплексу як загальних, так і місцевих клімато-утворюючих факторів: сонячної радіації, циркуляції повітря, впливу земної поверхні.

На формування радіаційного балансу (режиму) території значний вплив справляють антропогенні фактори, пов'язані зі значною запиленістю атмосфери, яка обумовлена діяльністю промислово-міської агломерації. Створені поруч з містом водосховища спричинили виникнення місцевих особливостей циркуляції водяних парів.

Клімат району помірно-континентальний. Однією з його особливостей є значне коливання погодних умов у різні роки. Роки з помірною вологістю різко посушливими. Загалом клімат характеризується жарким літом та відносно холодною зимою.

У холодну пору року переважають циркуляційні процеси, насамперед пов'язані з циклонічною діяльністю. Певний вплив чинять відроги східних антициклонів. Циклони, як правило, надходять із заходу та південного заходу. Проходження циклонів супроводжується потеплінням, відлигами, інтенсивними снігопадами, сильними вітрами та завірюхами. Для антициклонів взимку характерні низькі температури (особливо вночі).

Навесні зростає роль радіаційного фактору у поєднанні з характером поверхні. Погодним умовам у цей час властива значна мінливість. Вплив сонячної радіації та місцевих чинників особливо значний улітку. Водночас переважаючим видом атмосферних утворень стають антициклони. Характерна особливість цього періоду (особливо на півдні) - тривале стояння сонячної бездощової погоди. З настанням осені знову починає зростати роль циклонічної діяльності. Для цього періоду характерні вторгнення арктичного повітря, що супроводжуються значним похолоданням.

За матеріалами Центральної геофізичної обсерваторії наведено основні середньомісячні та річні метеорологічні характеристики по

метеорологічній станції Кривий Ріг за період 1983-2019 рр. (за винятком тривалості сонячного сяйва, що наведена за даними спостережень на метеорологічній станції Дніпропетровськ).

Тривалість сонячного сяйва важливою характеристикою радіаційного режиму і залежить від протяжності світлої частини доби та хмарності. Найбільш сонячними є травень-серпень, коли тривалість сонячного сяйва становить до 70-75% від можливої. Найменш сонячними є листопад-лютий, коли цей показник становить 17-32 % від можливого. Його мінімальні значення спостерігаються у січні, а найбільші - у липні.

Річний хід температури повітря збігається з річним ходом надходження сонячної радіації, проте дещо запізнюється порівняно з нею і відзначається невеликими коливаннями від місяця до місяця взимку і влітку та різкими - восени і навесні.

Середня річна температура повітря становить 8,7°C. Найхолоднішим місяцем є січень, найтеплішим - липень. Середній максимум температури повітря в липні становить 27,9°C., середній мінімум температури січня становить мінус 6,2°C. Абсолютний максимум (найвища температура повітря, зафіксована за весь період спостережень) становить 38,3°C (9 липня 2002 р.). абсолютний мінімум значно нижчий за середню місячну і навіть середню мінімальну температуру повітря і становить мінус 33,2 °C (11 січня 2022 р.).

Атмосферні опади є важливою характеристикою зволоження і головним джерелом поновлення водних запасів і вологи у ґрунті. В середньому за рік випадає близько 460 мм опадів. В окремі роки їх розподіл значно відрізняється від середнього. Так, у 2020 році випало тільки 310 мм опадів, а в 2021 617 мм. У холодний період (листопад-березень) - випадає 30, у теплий (квітень-жовтень) - 70 % річної кількості опадів.

Річний хід опадів має свої особливості. У січні та лютому випадає найменша кількість опадів (24-25 мм). Починаючи з березня і майже до липня вона поступово збільшується. У червні-липні випадає максимальна за рік кількість опадів (48-69 мм), значною вона є також у серпні-вересні (46 мм).

Жовтень найсухіший місяць теплого періоду. У листопаді та грудні кількість опадів дещо вища порівняно з січнем та лютим (30-32 мм). Протягом року спостерігається в середньому 164 дні з опадами. Частота випадання опадів характеризується кількістю днів з опадами різних градацій. Із збільшенням кількості опадів частота їх випадання зменшується. Так, кількість днів з опадами 1,0 мм і більше становить 64% від загального числа днів з опадами 0,1 мм і більше. Частота опадів 5,0 мм і більше дорівнює 23, а 10,0 мм і більше - 10 %.

Частота випадання опадів пропорційна розподілу їх кількості. Кількість днів з опадами 0,1; 0,5; 1,0; 5,0 мм і більше становить в середньому відповідно 115, 90, 74 і 27. Річний хід числа днів з цими опадами виражений слабо. Практичне значення мають дані про значні опади (10, 20, 30 мм і більше за добу) у зв'язку з тим, що вони завдають значних збитків господарству. Середнє число днів з опадами 10,0 мм і більше складає 12, з опадами 20,0 мм і більше - 4, з опадами 30,0 мм і більше - один. У розрізі року найбільша повторюваність числа днів з сильними опадами припадає на теплий період (квітень-вересень).

У зимовий сезон на погодні умови істотно впливає сніговий покрив. Він залягає у середньому в першій декаді грудня з істотним коливанням в окремі роки - від кінця другої декади листопада (2020 р.) до другої декади січня (2021, 2022 рр.). Руйнування снігового покриву відбувається в середньому наприкінці першої декади лютого. Найранніша дата руйнування снігового покриву відзначена 2021 р., а найпізніша — 2022 р. Число днів із сніговим покривом змінюється від 36 до 135, а в середньому складає 70. Середня з найбільших декадних висот снігового покриву або середня максимальна складає 16 см, змінюючися в окремі роки від 4 до 61 см. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Кількість днів з опадами різної величини

Місяці	Опади (мм)
--------	------------

	0,0	0,1	0,5	1,0	5,0	10,0	20,0	30,0
I	19,9	11,7	8,3	6,0	1,4	0,4	0	0
II	16,2	10,3	7,6	6,1	1,4	0,4	0	0
III	14,9	10,1	7,7	6,3	2,0	0,4	0	0
IV	13,1	9,4	7,6	6,6	2,4	1,0	0,1	0
V	12,2	9,8	8,1	6,7	2,5	1,5	0,4	0,1
VI	14,0	12,1	10,2	8,6	3,9	2,0	0,9	0,3
VII	10,5	8,6	6,8	5,7	2,6	1,4	0,6	0,4
VIII	8,6	7,2	6,1	5,2	2,9	1,7	0,5	0,2
IX	10,6	8,2	6,7	5,8	2,4	1,6	0,6	0,3
X	10,0	6,4	5,4	4,4	1,9	0,8	0,3	0,1
XI	16,2	10,2	7,5	6,1	2,0	0,8	0,1	0
XII	17,7	11,3	7,9	6,1	1,9	0,6	0,1	0
Рік	164	115	90	74	27	12	4	1

Вітер - одна із основних та мінливих характеристик стану повітря, яка значно впливає на умови життя та господарську діяльність. За даними спостережень метеостанції Кривий Ріг (2015-2022 рр.), в середньому за рік переважають вітри північного та північно-східного, а також східного та південного напрямків.

Середні місячні та річну швидкості вітру у табл. 1.2.

Середня річна швидкість спостережень є 4,4 м/с, найбільші швидкості вітру спостерігаються в зимові місяці і на початку весни, найменні - влітку. У добовому ході найбільші швидкості спостерігаються вдень, найменші - вночі та вранці. Швидкість вітру, повторюваність якої перевищує 5%, становить 13-14 м/с. Максимальна швидкість вітру зареєстрована 28 жовтня 2018 р. і становить 34 м/с. У середньому за рік реєструється 29 днів з сильним вітром (швидкість понад 15 м/с). Найбільша кількість днів з сильним вітром спостерігається наприкінці весни та в осінні місяці (у середньому по 3-5 днів). За даними багаторічних спостережень в останні десятиріччя спостерігається тенденція до зниження швидкості вітру. Наслідком цього є зменшення випаровування як з поверхні води, так і з поверхні ґрунту.

Таблиця 1.2

Повторюваність напрямків вітру та штилів, %

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Змінного напрямку	Штиль
I	14,5	12,1	9,0	6,4	12,9	13,5	17,4	12,0	2,2	4,1
II	12,9	9,4	13,3	9,9	15,1	12,2	14,7	10,4	2,1	3,3
III	13,5	18,2	16,7	8,8	13,2	8,9	10,3	7,3	3,1	3,5
IV	12,0	14,6	19,1	11,6	14,2	9,0	8,4	6,2	4,9	4,3
V	17,0	14,2	14,1	8,4	13,2	8,2	8,4	8,9	7,6	6,1
VI	19,4	11,8	10,6	6,2	9,7	7,9	13,1	13,5	7,8	6,5
VII	24,0	15,7	11,2	4,3	6,3	6,3	11,3	13,7	7,2	6,0
VIII	24,2	18,6	12,1	5,2	5,8	4,9	9,7	13,5	6,0	5,8
IX	14,0	12,2	14,5	8,1	12,2	10,0	12,8	11,4	4,8	5,1
X	14,4	13,8	15,0	8,5	12,7	9,2	12,7	11,1	2,6	4,3
XI	11,7	13,6	19,3	11,8	12,8	8,5	11,2	8,6	2,5	3,2
XII	15,3	13,2	13,7	8,5	14,0	10,4	14,2	8,2	2,5	4,0
Рік	16,1	14,0	14,1	8,1	11,8	9,1	12,0	10,4	4,4	4,7

Примітка: повторюваність напрямків вітру з урахуванням вітру змінних напрямків визначено в % від кількості випадків вітру, повторюваність штилів в % від загальної кількості спостережень

В холодну пору року (січень) переважають вітри північного, західного та південно-західного, у теплу (червень, липень) північного, північно-східного та західного і північно-західного напрямків. У цей період зростає повторюваність вітру змінних напрямків.

Вологість повітря є одним з чинників зволоження, яке має велике значення для господарської діяльності. Вологість повітря впливає на інтенсивність випаровування, виникнення заморозків, утворення туманів, хмар тощо та характеризується парціальним тиском водяної пари (абсолютною вологістю, пружністю водяної пари), відносною вологістю і дефіцитом насичення.

На кількісні метеорологічні показники території Криворізької промислово-міської агломерації значний вплив справляють антропогенні

фактори: зміни характеристик земної поверхні, забруднення приземного шару атмосфери, виділення додаткового тепла (промисловість, транспорт та ін.), густота населення, велика кількість штучних водойм.

Для промислових центрів характерне зменшення прямої сонячної радіації порівняно з природними умовами. Особливо це стосується біологічно активної частини спектра, що може негативно впливати на людину і органічний світ. Поблизу металургійних підприємств ультрафіолетова радіація майже не досягає земної поверхні, що погіршує санітарно-гігієнічні умови цих районів. Водночас над міською агломерацією формується "острів тепла", тобто підвищення температурного фону повітря порівняно із замською територією. Структура міської забудови, що збільшує шорсткість поверхні, призводить до зміни характеристик турбулентності, швидкості і напрямку вітру. Той самий чинник у поєднанні з підвищеною концентрацією аерозолів над містом викликає збільшення кількості опадів.

Мікрокліматичні неоднорідності виникають також і внаслідок впливу водойм. Різні умови теплообміну між повітрям і водною поверхнею та суходолом сприяють формуванню у прибережній зоні ставків і водосховищ додаткового горизонтального градієнту тиску і виникненню бризової циркуляції, внаслідок чого відбувається зміна напрямку і швидкості вітру протягом доби.

У результаті взаємодії атмосферних процесів і локальних особливостей території промислово - міської агломерації і формується мікроклімат Криворізького регіону.

1.1. Характеристика ґрунтового покриття

Територія Кривбасу належить до морфоструктур рівнинних областей і характеризується різними типами рельєфу. Північну та центральну частину території в субширотному напрямку перетинає комплекс акумулятивно - денудаційних форм рельєфу позальодовикової області Правобережного підвищення, складених з поверхні елювіально - делювіальними лісовими породами, зі значним розвитком денудаційних процесів. Південна частина

знаходиться в зоні переходу до комплексу форм рельєфу Причорноморської низинної рівнини.

Геологічна будова території має досить виразну лінеаментно - блокову структуру, яка простежується у сучасному рельєфі. Зокрема, в конфігурації річкової мережі спостерігаються прямолінійні ділянки різної орієнтації субширотної, субмеридіональної і декількох різновидностей субдіагональної. Найвищі ділянки території досягають абсолютних відміток +200 м і розміщені на півночі площі, на південь іде зниження абсолютних відміток до +70 ... + 75 метрів.

Основні характеристики геологічної будови та корисних копалин Кривбасу викладено на основі пояснювальної записки до Державної геологічної карти

України масштабу 1:200 000. (рис. 1.1)

Згідно зі схемою неотектонічного районування середніх градієнтів швидкостей неотектонічних рухів, північна частина території належить до підобласті прояву активних переривчастих піднять Східноєвропейської платформи і поділяється на три ділянки: перша - слабких піднять (менше 100 м, на північному заході), друга - помірних піднять (150-200 м, на північному сході), третя -ха міоценових опускань і відносно слабких антропогенних піднять (0-100 м, південна частина регіону). До цієї області з півдня прилягає підобласть прояву слабких (до 100 м) міоценових опускань і після понтичних піднять (менше 100 м) Причорноморської западини. Геоморфологічні особливості най-північніших ділянок, зокрема будова терасового рельєфу водотоків (уступ між до- і після - дніпровськими терасами), вказують на прояви тектонічних гляціо-ізоастазичних рухів земної кори.



Рис. 1.1. Державна геологічна карта України

На описуваній території, в межах морфоструктур рівнинних областей, виділяються такі типи рельєфу: акумулятивно-денудаційна підвищена рівнина; денудаційно - акумулятивна платова рівнина; акумулятивно - ерозійний долинно - яружно - балковий рельєф: рельєф просідання; долинний терасовий рельєф.

До акумулятивно - денудаційно підвищеної рівнини центральної області Українського щита належить північна частина території досліджень. Вона являє собою низку підвищених рівнинних, горбистих ділянок, інтенсивно розчленованих долинно - яружно - балковою мережею. За генезисом рельєфу вона є четвертинною акумулятивно - денудаційною поверхнею вирівнювання, накладеною на неогенову акумулятивну, переважно континентальну поверхню вирівнювання.

Центральну частину Кривбасу займає денудаційно - акумулятивна понижена рівнина півдня Українського щита. Це слабо нахилені в бік річкових долин ділянки, розчленовані долинно - яружно - балковою мережею. За генезисом вони належать до четвертинної поверхні вирівнювання на сарматській акумулятивній морській поверхні вирівнювання.

Південніше денудаційно - акумулятивна рівнина переходить у денудаційно - акумулятивну платову рівнину північного борту Причорноморської западини. Ця частина території досліджень характеризується низкою платоподібних, полого хвилястих, місцями плоских ділянок із загальним нахилом на південь, змінених наступними екзогенними процесами, за генезисом відноситься до четвертинної поверхні вирівнювання.

Акумулятивно - ерозійний яружно - балковий рельєф Українського щита - яружно - балкова мережа, приурочена до річкових долин. Деякі балки вельми протяжні - до 20 км і більше, в них часто відзначаються постійні водотоки у вигляді струмків. Яри розвинені практично на всіх нахилених поверхнях і часто виходять за межі річкових долин на вододіли.

Рельєф просідання поширений у південній частині території. Він представлений подами, що утворилися внаслідок зменшення обсягів лісових порід через їх перезволоження. Поди значно відрізняються від інших ділянок геоморфологічними рисами (замкнутий характер понижень рельєфу, приуроченість до вододільних ділянок) і геологічною будовою, пов'язаною з фаціальними та палео-педологічними особливостями.

Долинний терасовий рельєф утворився в межах водотоків протягом низки палеогеографічних етапів. На північних ділянках пліоценовий терасовий рельєф має крутіший нахил до русел річок. Тут також широко розвинений поздовжньо - терасовий рельєф, який сформувався внаслідок переміщення місць злиття водотоків. На південних низинних ділянках терасовий рельєф має вкрай слабкий нахил і утворює широкі (до кількох кілометрів) смуги на право - і лівобережжі р. Інгулець.

У межах рівнин виділяються такі підпорядковані їм форми рельєфу: долини річок і великих балок, розвинені в басейнах Інгульця, Саксагані, Кам'янки, Жовтої, Зеленої та інших річок; техногенні форми рельєфу, створені діяльністю людини, представлені водосховищами, відстійниками, кар'єрами, відвалами, просіданнями в зонах обвалення, насипами та дамбами і поширені переважно в зонах діяльності гірничорудних підприємств.

На території відносно широко розвинені екзогенні процеси, зокрема лінійна ерозія, а на півночі (у верхів'ях р. Саксагані) і площинна, а також абразія берегів, особливо в межах Каховського водосховища. У долинах річок і великих балок іноді спостерігаються зсуви, в гирлах деяких балок та ярів спостерігаються пролювіальні конуси виносів.

Геоморфологічна будова території відображає суттєві зміни неотектонічного режиму на рубежі пліоцену і плейстоцену. Пліоценовий етап характеризується слабким підняттям, яке на півдні наближається до нульових значень. В пізньому пліоцені – еоплейстоцені встановився новий тектонічний режим – плейстоценовий, який характеризується інтенсивним підняттям території і, вірогідно, завершився в середині пізнього плейстоцену.

1.2. Гідрографічна характеристика території

Річка Інгулець бере свій початок з джерел у балці біля с. Топила Знам'янського району Кіровоградської області, на висоті 180 м над рівнем моря. Тече вона переважно у південному напрямку і впадає у Дніпро з правого берега у 46 км від його гирла в с. Садова Херсонської області, на висоті 1,6 м над рівнем моря. При впадінні річка поділяється на два рукави, з яких лівий має довжину 1,5 км, а правий - 0,9 км. Довжина річки 549 км, площа водозбору 13700 км².

Басейн р. Інгулець розташований у двох геоморфологічних районах: північна його частина лежить у межах Придніпровської чи Правобережної височини, південна - на території Причорноморської низинної рівнини. Межа цих районів проходить приблизно по широті Кривого Рогу. Басейн має загальний нахил з півночі на південь. Рельєф басейну відзначається м'якими, спокійними формами, за винятком верхньої частини, де він сильно розчленований річковою та яружно - балковою мережею. У середній та нижній частині рельєф слабо розчленований, тут же є площі, зовсім позбавлені річкової мережі.

У верхів'ї басейну, де знаходяться майже всі основні притоки, формується 80 % сумарного стоку річки. Головні притоки р. Інгулець: річки

Жовта, Зелена, Бокова, Боковенька, Саксагань, Висунь. В Інгулець впадають 377 малих річок, з них довжиною менше 10 км 327. Сумарна їх довжина складає 2019 км, з них довжина річок, коротших 10 км - 879 км. Густота річкової мережі 0,18 км/км².

Ґрунти у верхній частині басейну та на гирловій ділянці за механічним складом відносяться до легко - та середньо-суглинистих, переважно пілуваті; в середній та нижній частинах – важко-суглинисті та глинисті. Верхня частина басейну межує з лісостеповою зоною, а середня та нижня розташовані у Степовій зоні.

Долина річки переважно трапецеїдальна, в нижній течії на окремих ділянках ящикоподібна. До м. Кривий Ріг вона порівняно вузька, завширшки 1,0-1,5 км. нижче, перетинаючи область осадових відкладів, розширюється до 2,5-3,5 км. Схили заввишки 20-40 м, переважно помірно круті та круті, на окремих ділянках пологі, в місцях відслонення кристалічних гірських порід скелясті, нижче м. Кривий Ріг подекуди відслонюються вапняки. Пологі схили розорані, крутіші використовуються як пасовиська.

Заплава зазвичай двостороння, нижче м. Кривий Ріг - частіше одностороння, то право бережна, то лівобережна. Її ширина здебільшого 0,5-0,6 км, подекуди зростає до 2,3 км, інколи заплава відсутня. Складена вона піщаними та піщано - глинистими алювіальними відкладами з прошарками гравелистого та остроуламкового матеріалу. Рослинність лутова та чагарникова; найнижчі ділянки заплави заболочені. У населених пунктах заплава розорана під городи. Під час весняної повені заплава затоплюється на глибину від 0,5 до 5,0 м.

Русло річки до ст. Цибулеве пряме, нижче - звивисте, переважно нерозгалужене, у верхів'ях вузьке, у середній течії шириною 20-30 м, порожисте. Глибина на перекатах 0,2-0,6 м, на плесах - до 5 м. Швидкість течії у межень біля м. Кривий Ріг незначна, на перекатах - 0,2-0,5 м/с.

Річний хід рівня води характеризується високим та інтенсивним підняттям у період весняної повені, яка формується стоком талих снігових вод та дає найвищий річний рівень, низькою літньою межею, яка щороку

переривається кількома, найчастіше незначними за величиною, дощовими паводками, дещо підвищеними рівнями води восени та низькими взимку. Весняна повінь є найхарактернішою та найпомітнішою фрологічного режиму р. Інгулець. Високий стік повені утворюється у дружні та пізні весни внаслідок інтенсивного танення достатньо великих снігозапасів чи дощових опадів, які накладаються на основну хвилю талих вод. Весняна повінь переважно проходить одним піком, рідко розчленовуючись на два. Її максимальні рівні в різних місцях досягають 5,0-10,3 м. Характеристики максимального стоку весняної повені на р. Інгулець біля м. Кривий Ріг наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

**Максимальний стік весняної повені (р. Інгулець, м. Кривий Ріг,
площа водозбору – 8600 км²)**

За період спостережень	Параметри кривої забезпеченості	Максимальні витрати води та шар стоку весняної повені різної забезпеченості, %								
		$Q_{\text{макс}}^3 / \text{с}$ h, mm	$Q_{\text{макс}}^3 / \text{с}$ h, mm	Cv	Cs	1	2	5	10	25
1110	201	1,14	2,28	1020	884	847	482	280	129	48,2
89	30	0,91	1,82	124	110	83	66	41	22	10

Літня межень настає у травні або на початку червня. Рівні влітку низькі та сталі, лише значні дощові опади, найчастіше у червні - серпні, викликають підняття рівня води, яке не перевищує 1,0 м, а в окремі роки досягає 1,5-2,2 м. Для південного посушливого району характерні локальні короткочасні інтенсивні зливи. Тривалість літніх повеней не перевищує 10-20 днів. В окремі роки протягом місяця спостерігається кілька дощових повеней, найчастіше незначних за висотою та нетривалих.

Стік Інгульця на 80 % зарегульований існуючими водосховищами Олександрійським, Іскрівським та Карачунівським. Крім того, в басейні споруджено значну кількість невеликих водосховищ і ставків. Майже по всій довжині річка знаходиться під значним антропогенним навантаженням, особливо в районі міста Кривий Ріг, де розміщені великі гірничодобувні та

переробні підприємства. Її природний режим тут порушений роботою водосховищ, забором води на зрошення, водопостачання, а також періодичним скиданням шахтних та кар'єрних вод через каналізоване русло р. Саксагань і балки Свистунова.

Річка Саксагань, довжина якої становить 144 км, а площа басейну 2025 км², є найбільшою притокою Інгульця. Гідрологічний режим р. Саксагань аналогічний режиму р. Інгулець. Середні річні витрати води за багаторічний період складають 1,6 м³/с. Стік річки повністю зарегульовано каскадом водосховищ: Макортівським, Кресівським та Дзержинським.

Стік р. Інгулець біля м. Кривий Ріг за даними багаторічних спостережень становить 7,82 м³/с.

В басейні рр. Інгулець та Саксагань нараховується також 377 малих річок сумарною довжиною 2034 км, в т.ч. в басейні Саксагані їх кількість становить 146 загальною довжиною 335 км. У зв'язку з низьким водозабезпеченням регіону ступінь зарегульованості малих річок басейну Інгульця досить значний: всього тут нараховується 34 водосховища та 671 ставок, в т.ч. в басейні Саксагані 11 водосховищ та 125 ставків. Більшість ставків на малих річках споруджено без необхідної проектної документації. Надмірне зарегулювання стоку приводить до замулення русел цих річок, погіршення санітарно - епідеміологічної обстановки. В останні роки зросли масштаби освоєння берегів і заплав малих річок під дачне будівництво, садівництво й городництво, що призводить до їх деградації і погіршення загального стану довкілля.

Південна частина Нижнього Придніпров'я знаходиться у зоні недостатнього зволоження; кількість талих вод там відносно мала, дощі випадають рідко, а перерви між ними досить тривалі. У формуванні поверхневих вод тут бере участь лише 5-20 мм опадів, а підземних - 0-4 мм. Для характеристики прийнято 30 - денні періоди з найменшим стоком в літньо - осінній та зимовий сезони. Дані про водні ресурси, тобто запаси поверхневих та підземних вод басейну р. Інгулець до замикаючого створу біля м. Кривий Ріг, містяться у таблиці 1.3.

**Багаторічні характеристики річкового стоку
(р. Інгулець, м. Кривий Ріг, площа водозбору – 8600 км²)**

Норма стоку м ³ /с	Прийняте значення		Річний стік (м ³ /с)							
	Cv	Cs	1	5	25	50	75	90	95	97
7,82	0,79	1,98	29,9	19,7	10,3	6,19	3,51	2,00	1,39	1,09

Водний баланс річкового басейну залежить від кліматичних та метеорологічних факторів, характеру поверхні, а також від антропогенної діяльності. Він складається з усіх форм приходу та витрат води з урахуванням їх змін для річкового водозбору за вибраний проміжок часу. Водний баланс досліджуваної території характеризується річною сумою опадів 517 мм, які витрачаються головним чином на випаровування (488 мм) і дуже незначна їх частина (29 мм) припадає на формування місцевого стоку. Середній коефіцієнт стоку дорівнює 0,06. Інфільтрація (опадів мінус поверхневий стік) складає 493 мм. В таблиці 1.4 наведено середній річний водний баланс басейну р. Інгулець до м. Кривий Ріг.

Таблиця 1.4

Середній річний водний баланс басейну р. Інгулець до м. Кривий Ріг за багаторічний період

Елементи водного балансу (об'єм, км ³ /шар, мм)					
Опади	Стік. Загальн.	Стік. Поверх.	Стік. Підзем.	Випаровування	Інфільтрація
4,45	0,247	0,205	0,042	4,20	4,24
517	29	24	5	488	493

Потреби у водних ресурсах Криворізького регіону забезпечуються за рахунок зарегульованого поверхневого стоку річок Інгулець і Саксагань (біля 500 млн. м³) та підземних вод басейну (біля 21 млн. м³). Однак місцеві водні ресурси значно менші від потреби в них для повного забезпечення населення, промисловості та сільського господарства. Для зменшення дефіциту та поліпшення якості води залучаються водні ресурси р. Дніпро. Так, з Кременчуцького водосховища по каналу Дніпро - Інгулець для відновлення

водних ресурсів р. Інгулець після припинення скидання високо-мінералізованих вод постачається до 60 млн. м³ на рік. У попередні роки за Каховського водосховища по каналу Дніпро Кривий Ріг до Південного водосховища на господарсько - побутове, промислове і сільськогосподарське водопостачання та відновлення водних ресурсів рр. Саксагань та Інгулець забиралося близько 1,0 км³ на рік; з р. Дніпро протитечією по річищу Інгульця (на протязі 80 км) на Інгулецьку зрошувальну систему та для наповнення Октябрського водосховища, джерела водопостачання м. Миколаєва, спрямовувалося біля 200-300 млн. м³ протягом вегетаційного періоду

Для останньої, порівняно з гідрогеологічною провінцією Українського щита, характерними є більші потужність і обводнення водоносних горизонтів осадового чохла, а також їх значне площинне поширення та чільна роль у водопостачанні. В гідрогеологічній провінції Українського щита для водопостачання використовують підземні води кристалічних порід, у той час як водоносні горизонти осадового чохла не мають великого практичного значення.

У межах території виділяються водоносні горизонти, приурочені до:

- а) тріщинуватих кристалічних порід докембрію,
- б) відкладів Бучацької серії і товщі вуглистих пісків,
- в) відкладів верхнього міоцену й олігоцену,
- г) відкладів міоцену,
- д) четвертинних утворень.

Живлення цих водоносних горизонтів відбувається в здебільшого завдяки інфільтрації атмосферних опадів та припливу напірних тріщинних вод.

Водоносний горизонт у тріщинуватих кристалічних породах докембрію і продуктах їх вивітрювання дуже поширений у межах гідрогеологічної провінції Українського щита. Води приурочені до тектонічних порушень у кристалічних породах і до верхньої тріщинуватої зони останніх, де вони утворюють єдину гідравлічно пов'язану систему. Глибина залягання вод коливається в широких межах: від декількох до 110-

115 метрів, а в породах криворізької серії до 250 м і більше. Води в основному напірні, величина напору досягає 60-96 м.

Територія досліджень знаходиться у межах двох великих структурно - гідрогеологічних одиниць: північна частина її належить до гідрогеологічної провінції Українського щита, південна - до гідрогеологічної провінції північного схилу Причорноморського артезіанського басейну (рис. 1.2).

У долинах річок напір часто зникає. Дебіт свердловин тріщинних вод змінюється від 0,002 до 4,7 л/с. Переважають прісні та слабосолонуваті води з мінералізацією від 0,6-1,0 до 2,5-5,1 г/дм³. За своїм складом води належать до сульфатно - гідрокарбонатних, сульфатних, гідрокарбонатно - сульфатних.

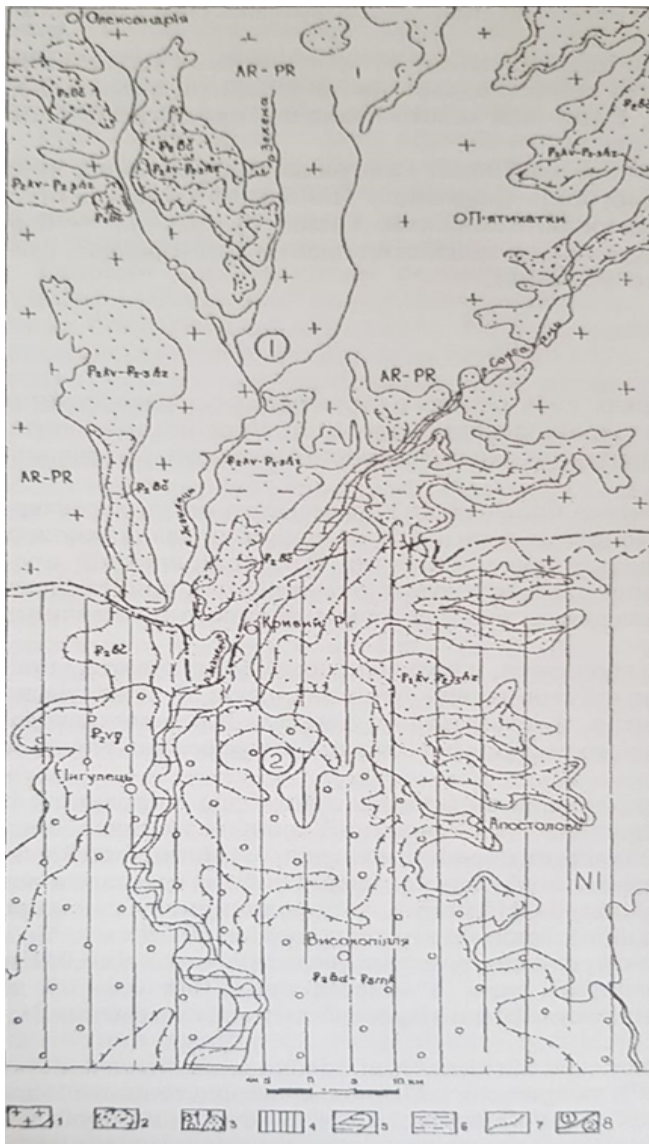


Рис. 1.2. Територія досліджень Українського щита, північного схилу Причорноморського артезіанського басейну (2022 р.)

Умовні позначення *Водоносні горизонти у: 1 – кристалічних породах докембрію і продуктах їх вивітрювання (AR-PR); 2 – відкладаннях бучацької серії (P2bc) та товщі вуглистих глин і пісків; 3 – відкладаннях верхнього еоцену та олігоцену: а – хаджибейської світи і майкопської серії; б – київської світи і харківської серії; 4 – відкладаннях міоцену; 5 – відкладаннях четвертинної системи; 6 – водоносні горизонти, перекриті відкладами, що залягають вище; 7 – границі поширення водоносних горизонтів; 8 – границя гідрогеологічних провінцій: Українського щита (1), північного схилу Причорноморського артезіанського басейну.*

Тріщинувата зона в породах криворізької серії відзначається високою водо-насиченістю, проте значна мінералізація вод (3-150 г/дм³), як правило, не дозволяє використовувати їх для водопостачання. Лише в окремих випадках води тріщинної зони кристалічних порід до кембрію та продуктів їх вивітрювання за допомогою поодиноких свердловин і шахтових колодязів використовуються для водопостачання населення сільської місцевості і невеликих підприємств. Глинисті продукти вивітрювання кристалічних порід іноді є водовмісними, але водозбагаченість їх невелика.

Режим вод порід криворізької серії порушений дослідно - виробничим водопониженням та шахтним внаслідок чого сформувалася депресійна воронка, в центрі якої, в породах саксаганської світи, рівень підземних вод знижений до глибин 720-1200 м, а на крилах (у зоні гірничих виробок) - до 450-600 м. Відкачувані води з шахт, кар'єрів, дренажних колекторів скидаються у хвостосховища гірничо - збагачувальних комбінатів і використовуються в оборотних циклах технологічного процесу збагачення залізних руд.

Водоносний горизонт у відкладах бучацької серії та товщі вуглистих глин і пісків поширений в обох гідрогеологічних провінціях, має острівний характер і залягає безпосередньо на кристалічних породах. Водоносними є піски різнозернисті, іноді гравелісті, що залягають у нижній частині розрізу бучацької серії або товщі вуглистих глин та пісків. Водонепрохідним екраном служать первинні або вторинні каоліни. Потужність водоносного горизонту коливається в межах 1-15 м, глибина його залягання змінюється від 7-8 до 75-85 м. Води напірні, висота напору від кількох до 32 метрів. Коефіцієнти

фільтрації пісків 0,06-27 м/добу, дебіт свердловин змінюється від 0,01 до 3,8 л/с, питомий дебіт 0,002-1,0 л/с.

Хімічний склад вод різноманітний: в межах північної половини території (гідрогеологічна провінція Українського щита) переважають гідрокарбонатно - сульфатні і сульфатно – гідрокарбонатні змішаного катіонного складу, в південній частині (гідрогеологічна провінція північного схилу Причорноморського артезіанського басейну) сульфатно - хлоридні, хлоридно - сульфатні, натрій - кальцієві. Води жорсткі й дуже жорсткі, мінералізація їх змінюється від 0,4 до 3 г/дм³. Практичне значення горизонту для водопостачання обмежене з огляду на незначні площі його розвитку.

Водоносний горизонт у відкладах верхнього еоцену та олігоцену має незначне площинне поширення. Водовмісні породи представлені пісками з прошарками і лінзами пісковиків та пухких мергелів. Водонепроникними шарами є глини, рідше буре вугілля або вторинні каоліни бучацької серії. В місцях, де водоносні піски і алеврити верхнього еоцену та олігоцену лежать на пісках бучацької серії, утворюється змішаний водоносний горизонт. На тих ділянках, де піски верхнього еоцену та олігоцену перекриті пісками і вапняками міоцену, існує також зв'язок з горизонтами, що залягають вище.

Води горизонту в основному безнапірні, у разі наявності в покрівлі водонепроникних відкладів - напірні, величина напору становить 5-25 м. Дебіти свердловин змінюються від 0,017 до 2,2 л/с. Переважають води гідрокарбонатно – сульфатні, кальцієво – магнієві та сульфатно - карбонатні, натрієво - магнієві з мінералізацією 0,5-1,4 г/дм³. Використовуються для водопостачання невеликих підприємств та сільських населених пунктів. Водоносний горизонт у відкладах міоцену має значне площинне поширення в обох гідрогеологічних провінціях. На ділянках, що прилягають до долин річок, цей горизонт дронується. Водовмісними є піски новопетрівської світи, а також піски та вапняки сарматського і понтичного ярусів. Від горизонту четвертинних відкладів, що залягає вище, міоценовий водоносний горизонт відокремлений водонепроникними червоно - бурими та строкатими глинами. Його потужність збільшується з півночі на південь і змінюється від 1,8 до 30

м. Глибина залягання покрівлі збільшується від 2-10 м в північній частині території до 36-50 м в південній. Водонесний горизонт в основному безнапірний або слабо-напірний з величиною напору 2-17 м. Дебіти свердловин змінюються від 0,01 до 2,5 л/с, питомі дебіти становлять 0,002-1,3 л/с. Добовий водозабір з колодязів в середньому складає 0,2-6 м³. За хімічним складом переважають води хлоридно - сульфатні, сульфатно - хлоридні з різним катіонним складом. Мінералізація вод змінюється від 0,5 до 8 г/дм³.

У південній частині Кривбасу підземні води сарматських та понтичних вапняків зазнають забруднення внаслідок фільтраційних втрат з хвостосховищ гірничо - збагачувальних комбінатів та ставка - накопичувача балки Свистунова. Протягом багаторічного періоду рівні підземних вод на окремих ділянках підвищувались на 8-20 м, а мінералізація їх зросла від 0,5-1,5 до 2,5-13,9 г/дм³.

Живлення водонесного горизонту відбувається на ділянках неглибокого залягання за рахунок атмосферних опадів і завдяки надходженню напірних вод з відкладів, що залягають нижче. В низці місць він використовується населенням для господарського й питного водопостачання.

Водонесний горизонт у четвертинних відкладах приурочений до суглинків та алювіальних утворень, він часто утворює "верховодку", дуже поширений, відсутній лише у присхилових частинах долин. Водонепроникними шарами служать щільні різновиди суглинків та червоно - бурі глини. Глибина його залягання від 1,5 до 12 м, потужність коливається від кількох дециметрів до 20 м, середня 2-5 м. Суглинки вміщують незначні запаси води, дебіт колодязів і свердловин від 0,002 до 0,3 л/сек. Добовий водозабір з колодязів становить 0,2-20 м³. За хімічним складом води хлоридно - сульфатно - натрієві з мінералізацією до 12 г/дм³. Живлення горизонту відбувається завдяки інфільтрації атмосферних опадів, а також різних вод техногенного походження. Режим горизонту сильно порушений,

водонасиченість і якість води дуже не постійні, проте незважаючи на це, він широко використовується місцевим населенням.

Водоносний горизонт сучасних алювіальних відкладів заплав річок і днищ балок має обмежене поширення і простежується в долинах річок Інгульця, Саксагані, Жовтої, Бокової, Кам'янки. Водоносним є алювій заплавних та надзаплавних терас, представлений пісками різнозернистими, супісками, суглинками мулистими. Горизонт безнапірний, глибина залягання рівня ґрунтових вод змінюється від 0,5 до 5 м, водонасиченість нерівномірна - від 0,3 до 4 л/с. Води прісні, гідрокарбонат - сульфат - кальцієві і гідрокарбонат - сульфат - магнієво кальцієві. Мінералізація від 0,5 до 3-4 г/дм³, води відзначаються підвищеною жорсткістю. Горизонт використовується місцевим населенням, добовий водозабір з колодязів становить 0,2-1,0 м³.

Розділ 2

Оцінка техногенного впливу на Криворізьку гідроекосистему

Територія Кривбасу характеризується надзвичайно інтенсивним техногенним навантаженням на довкілля, головну роль у якому відіграють гірниче та металургійне виробництва. Техногенний вплив на геологічне середовище проявляється насамперед у наявності великих і численних малих кар'єрів (глибиною від перших десятків до сотень метрів), величезних відвалів, відстійників, хвостосховищ, а також зон обвалення біля багатьох шахт Криворізького басейну. Навколо останніх утворились також величезні депресійні воронки завглибшки до 2 та завширшки до 6 км, які активізували процеси гірничого стиснення, просідання порід, суфозії тощо. Екологічний стан цих площ, що в цілому займають до 10 % території, порушений до ступеня непридатності для життєдіяльності людини (рис. 2.1).

Забруднення геологічного середовища на більшій частині площі відбулося переважно за рахунок промислових підприємств, а також внаслідок неконтрольованого застосування хімічних добрив та отрутохімікатів у сільському господарстві. (Рис.2.2). Останнє значною мірою спричинило хімічне забруднення поверхневих і підземних вод та наявність хімічних елементів і пестицидів у ґрунтах та донних осадах. Хімічне забруднення ґрунтів на всій території оцінено за сумарним показником концентрації (СПК) хімічних елементів. Найвищі його показники (що перевищують порогові значення у 20 разів) відзначаються в південній частині м. Кривого Рогу, де розташовані металургійний комбінат, коксохімічний завод та два найбільші гірничо-збагачувальні комбінати (ПівдГЗК, НКГЗК). У складі техногенної аномалії переважають свинець, цинк, мідь.

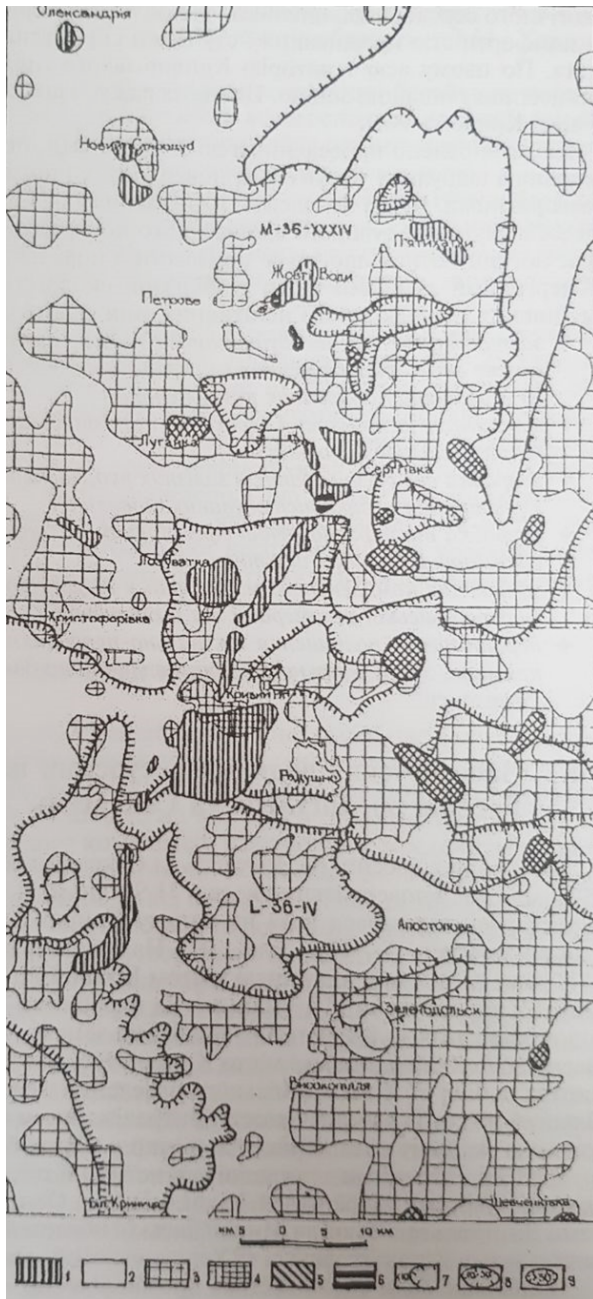


Рис. 2.1. Схематична еколого-геологічна карта (2022 р.)

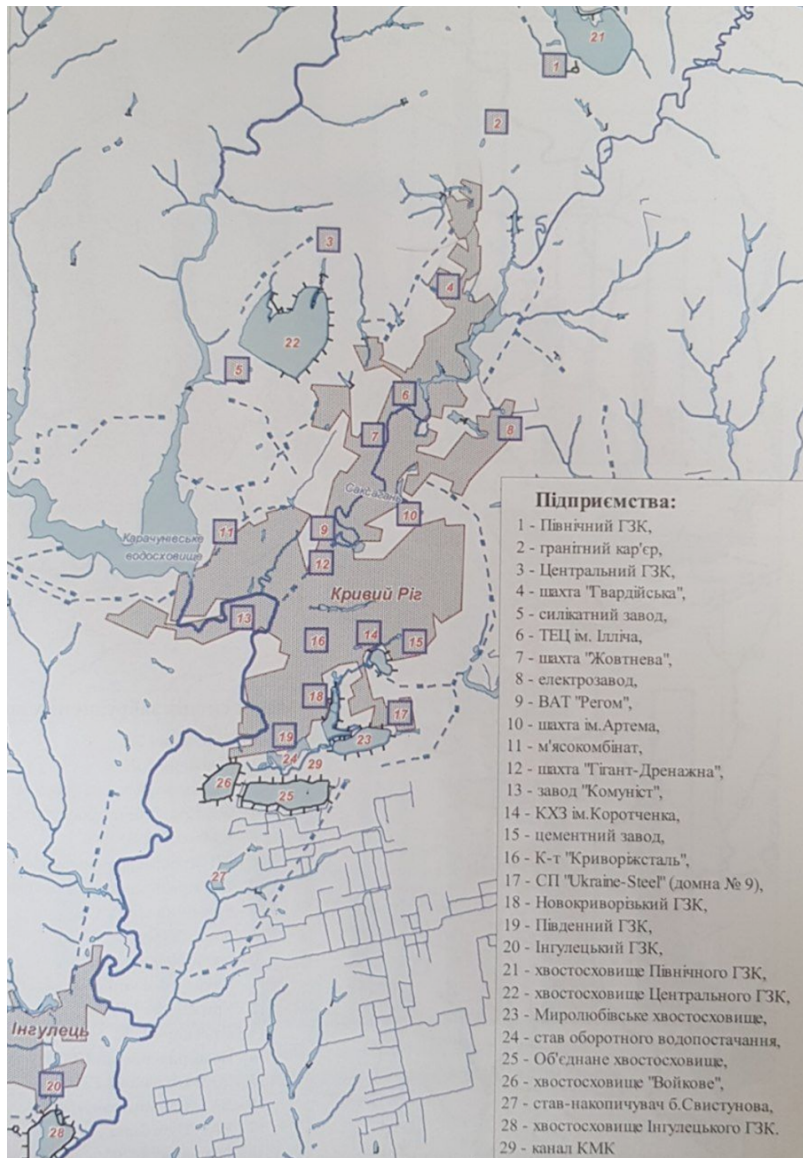


Рис. 2.2. Схема розміщення підприємств та об'єктів забруднення природних вод басейну рр. Інгулець та Саксагань (в межах Кривбасу).

Приблизно на половині території (переважно в центральній та південній частинах) техногенне забруднення ґрунтів становить від 6 до 20 СПК і, враховуючи розу вітрів, ландшафт, рельєф регіону, тісно пов'язане з розташованими на цій площі джерелами забруднення (гірничо-промислові підприємства, інші індустріальні об'єкти, тваринницькі комплекси, звалища, склади мінеральних добрив й отрутохімікатів тощо). В цих техногенних аномаліях, в межах Криворізького гірничо-промислового комплексу, переважають свинець, цинк, мідь, хром, олово; на іншій території - берилій, ніобій, миш'як, стронцій, фосфор, тобто в основному елементи першого та

другого класів небезпеки. Хімічне забруднення донних осадків дало змогу оконтурити поширення елементів забруднення через водотоки з фіксацією його початку, і цим пояснити появу згаданих елементів у ґрунтах.

Прикладом цього може бути басейн р. Інгулець, яка проходить через усю територію з півночі на південь і в донних осадах якої з'являються великі концентрації свинцю, цинку і та хрому в межах і нижче міста Кривого Рогу.

Хімічне забруднення ґрунтів у сільськогосподарських районах зумовлене в основному інсектицидами. Більша частина їх виявлених різновидів (переважно хлорорганічних сполук) за здатністю до збереження у навколишньому середовищі належить до дуже стійких, стійких та помірно стійких. Максимальні аномалії СПК пестицидів виявлені в районі сіл Широчани, Явдотівка, Кам'янка та інших у східній частині досліджуваної площі.

Радіоактивне забруднення ґрунтів встановлено в районі міст Терни та Жовті Води, де розташовані підприємства, що добувають і переробляють уранові руди, відходи яких поширювалися механічним шляхом і забруднили низку ділянок. Крім цього, підвищену активність за рахунок залишкових елементів збагачення уранових руд встановлено у відстійниках на південь від м. Жовті Води.

З огляду на те, що радіоактивність в названих місцях у кілька (подекуди в десятки) разів перевищує допустимі норми, такі ділянки належать до зон підвищеної небезпеки.

Інтенсивного забруднення зазнають поверхневі води Кривбасу. Так, в районі Кривого Рогу і нижче за течією, в річках Інгулець та Саксагань виявлені підвищені концентрації бромю - 3-25 ГДК, заліза 10 ГДК, селену ганцю - 1-6 ГДК, марганцю - 3 ГДК. Мінералізація річкових вод тут досягає 2 г/дм³. Благополучнішою є ситуація в річках на північ від Криворізького басейну, де ГДК зазначених вище елементів не перевищує 2, а мінералізація - 1 г/дм³.

Забруднення підземних вод четвертинного водоносного горизонту має практично площинний характер. Дослідним шляхом було встановлено таку градацію ступенів забрудненості підземних вод: менше 10 СПК - слабо

забруднені; 10-30 СІК - сильно забруднені і більше 30 СПК дуже сильно забруднені. Найбільші площі та інтенсивність забруднення характерні для місць розташування гірничодобувних та інших великих промислових підприємств. У цих районах в підземних водах відзначено високі концентрації бромиду (до 29 ГДК), стронцію (до 22 ГДК), заліза (до 478 ГДК), селену (до 9 ГДК), барію (до 10,5 ГДК); мінералізація тут коливається від 1,2 до 20,4 г/дм³.

На території сільськогосподарських угідь інтенсивніше забруднені підземні води в районах зрошуваного землеробства, де їх мінералізація коливається від 1,3 до 19 г/дм³. Вміст шкідливих елементів тут становить: бромиду - від 1,2 до 47 ГДК, стронцію - від 1,2 до 33 ГДК, заліза від 1,2 до 38 ГДК, барію, алюмінію, фтору, селену та ртуті - до 2-3 ГДК). З урахуванням розподілу та інтенсивності техногенного навантаження, включаючи забруднення гео-екологічного середовища, виконано районування території за двома основними параметрами комфортністю проживання і ступенем сприятливості для інженерно-геологічного освоєння. По цьому всю територію Криворізького гірничо-промислового комплексу визнано найнесприятливішою зоною. Це підтверджує і аналіз забруднення повітряного середовища в місті Кривому Розі.

Як встановлено проведеними дослідженнями, основні негативні зміни геологічного середовища відбулися у ґрунтах та поверхневих і підземних водах, причому більшість з них незворотними. Через неналежне планування та фінансування природоохоронних заходів, а також відсутність суворого екологічного контролю екологічна обстановка, найімовірніше, буде погіршуватися, що може призвести в подальшому до катастрофічних наслідків. Першочерговими заходами щодо стабілізації екологічного стану геологічного середовища та зменшення наслідків його негативних змін мають бути:

- застосування під час будівництва нових і реконструкції існуючих промислових підприємств екологічно безпечних технологій, які

унеможлиблюють надходження до геологічного середовища шкідливих компонентів;

- максимально можливий перехід на підземний видобуток залізних руд, як екологічно значно менш шкідливе виробництво;
- розробка величезних запасів залізних руд, закладених у відвалах, та систематична рекультивация невикористовуваних відвалів;
- розробка та впровадження ефективних технологій утилізації токсичних відходів та високо-мінералізованих шахтних вод;
- здійснення комплексного моніторингу геологічного середовища в межах Криворізької промислово-міської агломерації та її оточення;
- першочергове поліпшення лікувально-профілактичного обслуговування населення по напрямках, зумовлених негативним впливом на довкілля Криворізького гірничо-промислового комплексу.

2.1. Вплив джерел забруднення на стан поверхневих вод

Екологічний стан Кривбасу, особливості, масштаби, вкрай негативні наслідки техногенного навантаження на довкілля цього регіону висвітлені в численних опублікованих і фондowych роботах. Всі складові довкілля на території регіону зазнають тих чи інших техногенних впливів і відповідно на них реагують. Внаслідок діяльності підприємств гірничодобувного і переробного комплексів навколишнє середовище зазнало істотних, дуже часто незворотних, змін і трансформацій. В районах діяльності гірничодобувних підприємств в значній мірі порушується денна поверхня. Після відпрацювання покладів залізних руд підземним способом залишаються порожнини, здатні призвести до просідання гірських порід, що залягають вище, з утворенням на поверхні зон обвалення, в межах яких виникають вирви, западини, крупні тріщини в земній поверхні. В межах Кривбасу такі зони займають значні площі, причому процес їх утворення не припиняється. Поява зон обвалення призводить до змін природних ландшафтів та гідродинамічного режиму підземних вод. Крім того, вони є зонами відчуження, на яких протипоказані будівництво, інженерно-технічна та інша господарська діяльність.

Видобуток залізних руд відкритим способом також призводить до інтенсивного порушення природних ландшафтів, забруднення атмосферного повітря пилогазовими викидами, змін гідродинамічних та еколого-гідрохімічних характеристик водоносних горизонтів. Так, площа окремих кар'єрів досягає 8 км², а глибина перевищує 300 м (глибина кар'єру Новокриворізького ГЗК підійшла до відмітки 400 м). Площі, зайняті відвалами гірських порід, в 2016 р. склали 60 км², висота відвалів становить 40-90 м, іноді перевищує 100 м, довжина - від 1,0 до 2,5 км ширина 1,5-2,0 км.

Поверхневі води басейну рр. Інгулець і Саксагань, які складають основу водних ресурсів Кривбасу, являють собою один з найчутливіших та найвразливіших з точки зору техногенного впливу компонентів екосистеми. Серед чинників цього впливу найвагомішим є скидання забруднених і високо-мінералізованих стічних вод підприємств гірничої та металургійної галузей. Забруднення має багатоконпонентний склад і характеризується значним коливанням вмісту окремих політантів. Це зумовлено складним і різноманітним характером функціонування різних галузей виробництва та численних підприємств і об'єктів конкретних джерел забруднення (рис. 2.3).

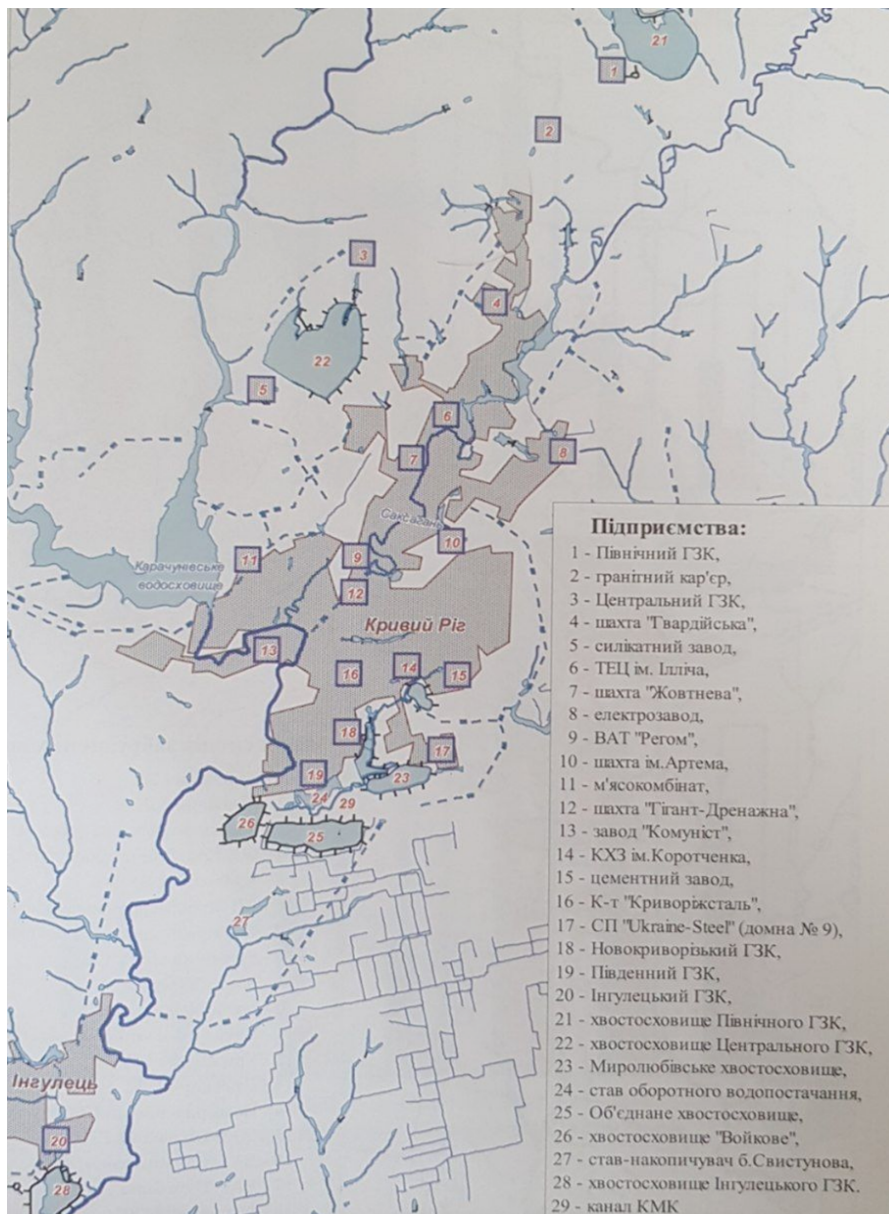


Рис. 2.3. Схема розміщення підприємств та об'єктів забруднення природних вод басейну рр. Ігулець та Саксагань (в межах Кривбасу).

Шахтні води відкачуються з 7 діючих та 4 реструктуризованих шахт, які працюють у режимі гідрозахисту. З останніх відкачується 5-5,5 млн. м³ шахтних вод на рік. Їх транспортування до акумулюючих ємностей здійснюється по магістральних трубопроводах трьома насосними станціями шахтних вод. Загальна довжина системи відводу шахтних вод 102,0 км. Значні об'єми дренажних шахтних вод близько 1,0 м³/с (86,4 тис. м³/добу) в шламосховища разом з відходами збагачення. Фільтрація із шламосховищ становить біля 35,0 тис.м³/добу (0,4 м³/с), випаровування близько 0,6 м³/с. Інтенсивність фільтрації солоних та забруднених вод із шламосховищ

обумовлюється також тим, що суцільність гірничого масиву під ними порушена виробками і пов'язаним з ними зрушенням гірських порід. Внаслідок цього, зокрема, фільтраційні втрати із шламосховищ в балку Свистунова під час аварійних проривів досягають 20 млн. м³ з наступним формуванням значних зон забруднення підземних вод. Завдяки інтенсивному взаємозв'язку на багатьох ділянках поверхневих та підземних вод останні дуже часто виступають у ролі переносника забруднень. Практично повсюдний характер має забруднення підземних вод четвертинного водоносного горизонту.

Площі з найбільшим рівнем забруднення підземних вод характерні для місць розташування гірничо-добувних та інших промислових підприємств, де у водоносних горизонтах відзначаються високі концентрації бромиду, стронцію, заліза, марганцю, селену, барію тощо, а мінералізація вод досягає 20,0 г/дм³. Про масштаби техногенного впливу на підземні води свідчить той факт, що для території міських агломерацій характер та склад забруднення четвертинного водоносного горизонту аналогічний територіям гірничо-збагачувальних комбінатів. На сільськогосподарських територіях підземні води зазнають найінтенсивнішого забруднення в районах зрошуваного землеробства. Найбільшого техногенного навантаження зазнають водоносні горизонти в межах Криворізького та Широковського адміністративних районів.

Значні інженерно-геологічні ризики для господарського освоєння та функціонального використання територій Кривбасу несе розвиток процесів підтоплення. Якщо ще на початку 90-х років загальна площа підтоплених ділянок Кривбасу визначалася в 65 км², то за останніми даними тут підтоплено вже понад 90 км² га промислових і міських територій. Дальшої інтенсифікації процес підтоплення може набути у зв'язку з закриттям нерентабельних гірничодобувних підприємств (шахт, розрізів). Особливі загрози виникають у зв'язку з мокрою консервацією (затопленням) шахт, що супроводжується підвищенням рівнів підземних вод усіх водоносних

горизонтів і загрожує порушенням стійкості інженерних мереж та активізацією небезпечних геологічних процесів.

Оцінка впливу джерел забруднення на стан поверхневих вод басейну рр. Інгулець та Саксагань є надзвичайно важливою і водночас дуже складною задачею. Це обумовлено, по-перше, їхньою роллю як основного ресурсу питного і комунально-побутового водопостачання, а по-друге, функціонуванням чисельних підприємств гірничодобувної, металургійної, енергетичної та інших галузей, впливи яких на довкілля Кривбасу взагалі і на його гідросферу зокрема характеризуються багатофакторністю і різною інтенсивністю. В цьому полягають в основному специфіка водно-екологічних проблем Кривбасу і труднощі їх вирішення.

Традиційно оцінка впливу джерел забруднення на стан поверхневих вод Кривбасу визначається через об'єми скидів стічних вод, вміст в них певних забруднюючих речовин та концентрацією цих речовин у водних об'єктах до і після скидів у часі та просторі.

Для обґрунтування таких оцінок необхідні, по-перше, загально визнані нормативні показники рівнів забруднення (гранично допустимі та фонові концентрації), по-друге критерії оцінки якості чи стану вод за відповідними категоріями, а також за інтегральними (підсумковими) показниками екологічного стану поверхневих вод, які б врахували енергетичний вплив усіх чинників і забруднювачів. Такі нормативи і показники повинні відповідати сучасному рівню екологічних знань і основним засадам державної природоохоронної політики. Аналіз наявних матеріалів й досвіду з оцінки та прогнозування якості поверхневих вод України свідчить, що на даний час такі нормативи здебільшого не відповідають сучасним вимогам і не дозволяють достатньо обґрунтовано охарактеризувати екологічний стан водних об'єктів в умовах високого техногенного навантаження та визначити головні фактори негативних змін гідроекосистем. Оцінки і прогнози, що базуються на діючих нормативах та критеріях, не враховують функціонального використання територій та рівнів техногенного навантаження на них. Таким чином, ці нормативи потребують удосконалення та уточнення, а окремі з них і корінної

переробки. У першу чергу це стосується нормативно-методичної бази оцінки екологічного стану гірничодобувних регіонів і районів України, зокрема Кривбасу.

Сьогодні екологічна оцінка якості поверхневих вод Кривбасу здійснюється за двома основними документами: "Санітарними правилами та нормами охорони поверхневих вод від забруднення та "Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями". Ці нормативні документи призначені насамперед для оцінки якості природних вод, які використовуються або можуть бути використані для питного водопостачання. Щодо коректності застосування зазначених документів для оцінки екологічного стану поверхневих вод басейну рр. Інгулець і Саксагань виникають певні питання. Це пов'язане з тим, що поверхневі води цих річок в межах Криворізького промислово-індустріального району під впливом техногенної діяльності практично втратили свої природні показники і властивості: по-перше, змінився їх гідрологічний режим як наслідок 100% зарегульованості, по-друге, суттєвих змін зазнав їх сольовий і мікрокомпонентний склад.

За фоновими значеннями вмісту хімічних елементів, органічних і неорганічних сполук ці води значно відрізняються від природних вод поза межами Кривбасу. Тому нормування вмісту забруднюючих компонентів і визначення рівнів забруднення водних об'єктів басейну рр. Інгулець і Саксагань повинно здійснюватися по з урахуванням сучасних техногенних фонів цих компонентів в такому середовищі, а не на основі нормативів для природних поверхневих вод. На практиці такий необхідний методичний і розрахунковий підхід в більшості випадків не застосовується.

Спробою наблизити оцінку рівнів забруднення поверхневих вод до реальних умов була розробка і затвердження для щорічних регламентів скидання надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу "Фонових концентрацій забруднюючих речовин в стоках річок Інгулець і Саксагань" (2002, 2014, 2020 рр.). Запропоновані показники фонових концентрацій забруднюючих речовин для створів природних вод рр. Інгулець

і Саксагань суттєво відрізняються від нормативів СанПіН. Незважаючи на це, більшість дослідників екологічного стану території і об'єктів Кривбасу продовжують користуватися СанПіН № 4630-88.

Якщо робилися спроби визначити і практично використовувати середні (фонові) значення вмісту забруднюючих інгредієнтів у водних об'єктах Кривбасу, то дані про фонові значення вмісту шкідливих хімічних елементів та їх сполук в донних відкладах досі взагалі відсутні і при дослідженні екологічного стану цих утворень використовуються відповідні фонові значення або ГДК для ґрунтів, що значно знижує достовірність та обґрунтованість екологічних оцінок.

За даними статистичної звітності 2-ТП (водгосп) протягом останнього десятиріччя (1997-2019 рр.) підприємствами Кривбасу щорічно скидалося до р. Інгулець (з урахуванням скидів до р. Саксагань) 92-123 млн. м³ стічних вод (табл. 2.1).

Динаміка скидання стічних вод знаходиться в прямій залежності від обсягів виробництва основних підприємств промислових галузей, в першу чергу гірничодобувної та металургійної. Так, у період спаду виробництва на підприємствах ДАК "УкрРудПром" (1999-2019 рр.) об'єм їхніх скидів знаходився в межах 7,9-9,0 млн. м³; на етапі стабілізації Виробництва (1996-2019 рр.) об'єм скидів зріс до 14,5 млн. м³. За даними статистичної звітності 2-ТП (ВодГосп) за 1997-2019 рр. максимальний об'єм скидів усіх підприємств Криворізького ТВК припадає на 2019 р.: до р. Саксагань урахуванням об'ємів скидів до р. Саксагань) 23,1 млн. м³, до р. Інгулець (3 123 млн. м³).

Таблиця 2.1

**Обсяги скидів забруднюючих речовин до гідросистеми за 2022- початок 2023 рр. за даними статистичної звітності 2-ТП
(водогосп)**

Гідросистема	Об'єм скидів (млн. м ³)	Вагова маса забрудн. Речовин (тис. т)	БСК повне (тис. т)	Нафтопрод укти (т)	Сухий залишок (тис. т)	Сульфати (тис. т)	Хлориди (тис. т)	Азот амонітний (тис. т)	Феноли (т)
Р. Інгулець *	109,811**	691,121	0,825	48,402	1,255	435,402	198,754	0,231	0,347
	103,525	531,825	0,492	36,278	1,194	333,668	151,897	0,095	0,100
Р. Саксагань	14,191	153,247	0,075	2,890	0,167	93,114	46,192	0,008	0,014
	13,958	111,112	0,081	2,499	0,167	69,155	32,542	0,012	0,016
Р. Інгулець	2,729	0,189	1,670	51,274	0,320	0,002	5,669	0,402	86,164
	2,287	0,074	1,949	42,047	0,236		3,347	0,260	75,795
Р. Саксагань	0,302	0,011	0,073	3,736					0,723
	0,285	0,008	0,624	2,866					17,231

Примітки: * Дані наведено з урахуванням обсягів скидів в р. Саксагань; ** В чисельнику – дані за 2022р., в знаменнику – за початок 2023 р.; незаповнені клітини – відсутність даних.

Таблиця 2.2

Об'єднана екологічна оцінка якості води р. Інгулець за середніми значеннями інтегрального екологічного індексу I_е

Гідрохімічний пост	Період	Блокові індекси			Об'єднана оцінка				Екологічна класифікація	
		I ₁	I ₂	I ₃	I _е	клас якості води	категорія якості	субкатегорія	за станом води	за ступенем чистоти
1 км вище м. Кривий Ріг	1	1,0	4,0	4,0	3,0	II	3	3	добрі	досить чисті
	2	1,0	4,3	4,1	3,1	II	3	3	добрі	досить чисті
	3	1,0	4,1	4,1	3,1	II	3	3	добрі	досить чисті

	4	1,0	4,2	4,1	3,1	П	3	3	добрі	досить чисті
в р-ні м. Кривий Ріг	1	1,0	4,0	4,1	3,0	П	3	3	добрі	досить чисті
	2	1,0	4,5	4,0	3,2	П	3	3	добрі	досить чисті
	3	1,0	4,2	4,1	3,1	П	3	3	добрі	досить чисті
	4	1,0	4,2	4,0	3,1	П	3	3	добрі	досить чисті
1 км нижче м. Кривий Ріг	1	1,0	4,3	4,1	3,1	П	3	3	добрі	досить чисті
	2	1,0	4,5	4,3	3,3	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
	3	1,7	4,3	4,3	3,4	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
	4	1,0	4,4	4,1	3,2	П	3	3	добрі	досить чисті
7 км нижче м. Кривий Ріг	1	1,3	4,4	4,3	3,3	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
	2	1,0	4,5	4,3	3,3	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
	3	1,3	4,4	4,6	3,4	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
	4	1,3	4,4	4,4	3,4	П	3	3(4)	добрі	досить чисті
1,2 км нижче с. Садове	1	2,0	3,5	4,0	3,2	П	3	3	добрі	досить чисті
	2	1,7	3,5	4,3	3,2	П	3	3	добрі	досить чисті
	3	2,7	3,7	3,3	3,2	П	3	3	добрі	досить чисті
	4	2,0	3,5	3,5	3,0	П	3	3	добрі	досить чисті

Таблиця 2.3

Об'єднана екологічна оцінка якості води приток р. Інгулець за середніми значеннями інтегрального екологічного індексу I_e

Гідрохімічний пост	Період	Блокові індекси			Об'єднана оцінка				Екологічна класифікація	
		I_1	I_2	I_2	I_e	клас якості води	категорія якості	субкатегорія	за станом води	за ступенем чистоти
р. Жовта – с. Іскрівка	1	1,7	4,5	4,0	3,4	II	3	3(4)	добрі	досить чисті
	2	2,7	4,5	4,3	3,8	III	4	4(3)	задовільні	слабко забруднені
	3	2,3	4,7	4,0	3,7	III	4	3-4	задовільні	слабко забруднені
	4	2,3	4,6	4,2	3,7	III	4	3-4	задовільні	слабко забруднені
р. Бокова – с. Валове	1	1,7	4,1	3,7	3,2	II	3	3	добрі	досить чисті
	2	3,7	4,6	3,8	4,0	III	4	4	задовільні	слабко забруднені
	3	3,3	4,6	4,0	4,0	III	4	4	задовільні	слабко забруднені
	4	3,0	4,4	3,7	3,7	III	4	3-4	задовільні	слабко забруднені
р. Боковенька – с. Великофедорівка	1	1,3	4,4	3,5	3,1	II	3	3	добрі	досить чисті
	2	2,0	4,4	4,2	3,5	II	3	3(4)	добрі	досить чисті
	3	2,3	4,6	3,5	3,5	II	3	3(4)	добрі	досить чисті
	4	2,0	4,5	3,7	3,4	II	3	3(4)	добрі	досить чисті
р. Саксагань – м. Кривий Ріг	1	2,0	4,4	4,3	3,6	III	4	3-4	задовільні	слабко забруднені
	2	2,0	4,7	4,7	3,8	III	4	4(3)	задовільні	слабко забруднені
	3	3,7	5,0	4,7	4,5	III	4	4(5)	задовільні	слабко забруднені

	4	2,7	4,6	4,7	4,0	III	4	4	задовільні	слабко забруднені
р. Висунь – смт. Березне – гувате	1	2,3	4,5	3,8	3,5	II	3	3(4)	добрі	досить чисті
	2	3,7	4,3	4,2	4,1	III	4	4	задовільні	слабко забруднені
	3	3,7	4,6	4,0	4,1	III	4	4	задовільні	слабко забруднені
	4	3,0	4,4	4,3	3,9	III	4	4(3)	задовільні	слабко забруднені

**Класи якості водних екосистем р. Інгулець в залежності
від індексу сапробності**

Період досліджень	Рівень забрудненості води	Зона сапробності	Значення індексу сапробності	Класи якості води
1 км вище м. Кривий Ріг				
1984 – 1990 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	2,4	3
1991 – 1998 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	2,0	3
1999 – 2010 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,5	3
2011 – 2020 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,9	3
1 км нижче м. Кривий Ріг				
1984 – 1990 рр.	Забруднені	β -мезосапробна	2,7	4
1991 – 1998 рр.	Забруднені	β -мезосапробна	3,4	4
1999 – 2010 рр.	Забруднені	β -мезосапробна	2,5	3
2011 – 2020 рр.	Забруднені	β -мезосапробна	2,3	3
7 км нижче (після скиду організованих зворотних вод) м. Кривий Ріг				
1980 – 1990 рр.	Надзвичайно з	полісапробна	3,9	5
1991 – 1998 рр.	Надзвичайно забруднені	полісапробна	4,0	5
1,2 км нижче с. Садове				
1984 – 1990 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	2,5	3
1991 – 1998 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,8	3
1999 – 2010 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,5	3
2011 – 2020 рр.	Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,8	3

Із всього об'єму скидних вод до категорії "без очистки" віднесено 35,2 %, до категорії "Недостатньо очищені" 55,9%, до категорії "нормативно чисті без очистки" - 0,8 % і до категорії "нормативно очищені" віднесено лише 2,4% від загального скиду. Із об'єму скинутих забруднених та недостатньо очищених вод 70,1 % припадає на чорну металургію. близько 14,5 % - на паливну промисловість, інші галузі скидають незначні об'єми. Необхідно відзначити порівняно різке зменшення об'ємів скидів до р. Саксагань в 2014 і 2018 рр. (14,2-14,0 млн. м³). В той самий період зменшились об'єми скидів і безпосередньо до р. Інгулець: 2001 р. - 99,94 млн. м³; 2014 р. - 95,62 млн. м³; 2018 р. - 89,57 млн. м³.

Позитивна з природоохоронної точки зору динаміка скидів зворотних і стічних вод у рр. Інгулець і Саксагань зумовлена зменшенням об'ємів скидів гірничо-збагачувальних комбінатів: Інгулецького, Центрального, Південного, Новокриворізького. Очевидно, це може бути пояснено збільшенням об'ємів використання зворотних вод. Об'єми скидів комбінату "Криворіжсталь", навпаки, дещо зросли: 2007 р. - 61,72 млн. м³; 2015 р. - 62,56 млн. м³; 2023 р. - 63,05 млн. м³.

Вже відзначалося, що стічні води підприємств Кривбасу характеризуються високими показниками мінералізації. Переважна кількість солей надходить з шахтними водами та стоками металургійних підприємств. Вміст забруднюючих речовин у скидах (сухий залишок, хлориди, сульфати, нітрати, нітрити, фосфати, нафтопродукти, токсичні хімічні елементи) визначається належністю підприємства до певної виробничої галузі та особливостями його функціонування.

Серед підприємств-забруднювачів води р. Саксагань провідна роль належить Північному ГЗК. В загальному об'ємі скидів у річкову систему за 2002 р. його частка складає 82,38%, частка обсягів сухого залишку - 87,48%, хлоридів - 96,01%, сульфатів - 80,92%; за обсягом речовин азотної групи (азот амонійний, азот нітратний і азот нітритний) - 96,26 %; за вмістом нафтопродуктів - 89,93%, заліза - 75,08 %. Вилучення госп-побутових стоків із скидів Північного ГЗК у 2015 р. призвело до зменшення об'єму скидів від

11,69 млн.м³ до 8,193 млн. м³ і до підвищення концентрації солей: частка від маси сухого залишку, хлоридів і сульфатів збільшилася (відповідно 92,76, 95,88 і 87,52%); але при цьому зменшилася частка вмісту речовин азотної групи до 75,74%, нафтопродуктів - до 75,63 % і заліза - до 49,93 %. Натомість збільшився об'єм скидів Криворізького ВУВКГ з 0,424 до 5,156 млн. м³, що призвело в свою чергу до збільшення показників сольового складу по цьому підприємству: частка від маси сухого залишку, хлоридів і сульфатів зросла (відповідно від 0,24 до 4,75%; від 0,05 до 2,24 %; від 0,54 до 8,20%); збільшилася також частка речовин азотної групи від 0,62 до 23,61 %, фосфатів - від 24,62 до 99,52%, нафтопродуктів від 1,9 до 21,09%, заліза - від 4,31 до 46,13%, СПАР — від 98,63 до 100 %.

Щодо р. Інгулець матеріали статистичної звітності 2-ТП (ВодГосп) за останні роки дозволяють оцінити внесок в її забруднення конкретних підприємств та об'єктів і підтверджують висновки попередніх досліджень: забруднення водної системи цієї річки зумовлене головним чином діяльністю підприємств гірничої галузі та комбінату "Криворіжсталь".

Так, у 2019 р. гірничодобувними і переробними підприємствами (Інгулецький, Південний, Новокриворізький ГЗК; ВАТ "Суша Балка" і "КривбасЗалізоРудком") було скинуто до р. Інгулець: сухого залишку 264,764 тис. т, або 77,64 % від його маси у скидах усіх - підприємств; хлоридів 136,192 тис. т (89,26 %); сульфатів 10,578 тис. т (29,66%); фосфатів - 77,538 т або 90,75%; речовин азотної групи 0,618 тис. т (21,85%); речовин токсичної дії: нафтопродуктів - 6,474т (14,22%), фенолів — 0,042 т (12,61%), СПАР - 0,481 т (30,12%), заліза — 5,769 т (12,14%).

2.3. Характеристика водних ресурсів Кривбасу

Основою для прогнозування змін хімічного складу вод річок Інгулець і Саксагань і розрахунків можливих варіантів відведення високо-мінералізованих шахтних вод гірничодобувних підприємств є узагальнені матеріали і дані досліджень Інституту геологічних наук НАН України та ВАТ "УкрВодПроект".

Основним гарантованим джерелом місцевого стоку для забезпечення господарсько-питного та промислового водопостачання є Карачунівське водосховище на р. Інгулець. Частково потреби в воді покриваються водними ресурсами р. Саксагань, акумульованими в Макортівському та Кресівському водосховищах. Однак повністю покрити потреби місцеві водні ресурси не в змозі, у зв'язку з чим перебачено додаткову подачу води з Каховського водосховища по каналу Дніпро-Кривий Ріг та з Кременчуцького водосховища по каналу Дніпро-Інгулець.

Стік басейну Інгульця значною мірою зарегульований, коефіцієнт зарегульованості досягає 0,80. Тут розміщені кілька великих і значна кількість малих водосховищ та ставків. Безпосередньо на р. Інгулець знаходяться:

1. Олександрійське водосховище, що є джерелом технічного водопостачання підприємств м. Олександрія. Регулювання стоку – сезонне.

2. Іскрівське водосховище, призначене для технічного водопостачання м. Жовті Води та зрошення прилеглих сільськогосподарських земель та рекреації. Регулювання стоку - сезонне.

3. Карачунівське водосховище - джерело водопостачання населення і промисловості м. Кривий Ріг, зрошення прилеглих сільськогосподарських земель та об'єкт рекреації. Регулювання стоку - багаторічне.

На р. Саксагань знаходяться Макортівське водосховище, призначене для охорони залізорудних родовищ від затоплення, господарсько-питного водопостачання м. П'ятихатки, зрошення прилеглих сільськогосподарських земель та рекреації, і Кресівське водосховище, призначене для промислового водопостачання, зрошення та рекреації. Регулювання стоку першого з них багаторічне, другого - сезонне.

Коротку характеристику основних водосховищ наведено в табл. 2.5

Таблиця 2.5

Коротка характеристика основних водосховищ

Річка	Водосховище	Площа водозбору, км ²	Відмітка НІР, м БС	Обсяги стоку, млн. м ³		Корисна віддача, (P=97%), млн. м ³
				Повні	Мертвого об'єму	
Інгулець	Олександрійське	1229,0	93,5	5,66	0.36	
Інгулець	Іскрівське	4118,0	75,0	40,7(34,9)	9,7(6.17)	
Інгулець	Карачунівське	6316,0	59,0	308,5(267,0)	20,0(10,1)	110,1
Саксагань	Макортівське	1175,0	81,8	57,88(56,7)	4,0(2,78)	15,0
Саксагань	Кресівське	1896,0	50,4	10,22(8,76)	2,50(1,47)	6,9

Сумарні обсяги зарегульованого стоку по басейну становлять:

- повні обсяги 522,0 млн. м³;
- обсяги мертвого об'єму - 52,0 млн. м³.

Дані щодо обсягів підземних вод, які можна використовувати для господарсько-питного водопостачання свідчать, що їх ресурси в районі м. Кривий Ріг незначні. Для поповнення дефіциту води у басейн Інгульця залучаються водні ресурси р. Дніпро: з Каховського водосховища по каналу Дніпро-Кривий Ріг та з Кременчуцького водосховища по каналу Дніпро-Інгулець.

Канал Дніпро-Кривий Ріг з пропускною здатністю влітку 41,0 м³/с, взимку - 26,5 м³/с призначений для покриття дефіциту водних ресурсів р. Інгулець і забезпечує водопостачання більшої частини населення та промислових підприємств м. Кривий Ріг. Річний проектний обсяг подачі води становить 929,0 млн. м³. Подача здійснюється з Каховського водосховища трьома насосними станціями з висотою водо-підйому 85 м. Для регулювання запасів води та забору водокористувачами в кінці каналу влаштовано наливне Південне водосховище. Повний обсяг (табл. 2.6) водосховища становить 57,3 млн. м³, корисний - 36,5 млн. м³, що дозволяє в разі зупинки каналу забезпечити безперебійну подачу води водокористувачам протягом одного місяця. Продовженням каналу Дніпро-Кривий Ріг є канал № 33, який подає

воду з Південного водосховища на зрошення та оздоровлення в річки Саксагань та Інгулець. Максимальна пропускна здатність 12 м³/с.

Таблиця 2.6

Обсяги підземних вод, запланованих до використання в господарсько-питних цілях (за даними ВАТ "Укрводпроект")

Річка-ділянка	Рівень водоспоживання, м ³		
	2015р.	2019р.	2022р.
Інгулець від витoku до Олександрійського вдсх.	6,85	6,96	7,08
Інгулець від Олександрійського до Іскрівського вдсх.	2,12	2,12	2,13
Інгулець від Іскрівського до Карачунівського вдсх.	0,27	0,26	0,26
Саксагань від витoku до Макортівського вдсх.	3,16	3,16	3,27
Саксагань від витoku Кресівського	-	-	-
Саксагань від Кресівського вдсх. до гирла	-	-	-
Інгулець від Карачунівського вдсх. до водпоста Кривий Ріг	-	-	-
Вісунь від витoku до гирла	3,08	3,37	3,58
Інгулець від водпоста Кривий Ріг до гирла р. Вісунь	3,14	3,47	3,88
Інгулець від гирла р. Вісунь до гирла р. Інгулець	1,38	1,51	1,68
РАЗОМ:	19,6	20,8	21,8

Канал Дніпро-Інгулець призначений для забезпечення водою населення і промислових і підприємств Кривбасу, зрошення земель в Кіровоградській області та оздоровлення р. Інгулець. Вода в канал забирається з Цибульського лиману Кременчуцького водосховища і двома насосними станціями подається у верхів'я Олександрійського водосховища на р. Інгулець. Загальна висота підняття двома насосними станціями становить 51-57 м. Першою чергою будівництва передбачалася подача води каналом в об'ємі 37,0 м³/с. У зв'язку зі зменшенням водокористування насосні станції було реконструйовано на максимальну сумарну подачу 16,0 м³/с. В останні роки вода по каналу в основному подається на оздоровлення р. Інгулець.

Головними джерелами стічних вод є промислові стоки, колекторно-дренажні і шахтно-рудні води підприємств Кривбасу. Стічні води частково використовуються на виробниче водопостачання, в тому числі і в оборотних системах, а також для зрошення, решта скидається в річки Саксагань та Інгулець.

Основними прибутковими складовими частинами балансу водних ресурсів досліджуваної ділянки річкового басейну є:

- стік, що надходить з верхньої ділянки річки;
- стік, що формується на ділянці річки;
- підземні води;
- зворотні води, що надходять на ділянку; водні ресурси, що

залучаються з інших басейнів.

В умовах зарегулювання рр. Інгулець та Саксагань стік, що надходить та формується, в розрахунку водного балансу замінено на корисну віддачу водосховищ.

Основні витратні елементи водного балансу:

- сучасні потреби у воді на ділянці, території, в регіоні;
- втрати води на випаровування та фільтрацію;
- наповнення (+) або спрацювання (-) водосховищ чи ставків,

розміщених на ділянці, що впливає на розподіл водних ресурсів;

- стік, що надходить на ділянку, яка розміщена нижче за течією.

Розділ 3

Оцінка можливості закачування шахтних вод у надра

Утилізація або ізоляція шахтних вод, що забруднюють довкілля – одна з найактуальніших екологічних проблем Кривбасу. Зараз основним способом поводження з ними є - спрямування у ставки-накопичувачі, створені в балках і відпрацьованих кар'єрах. У період паводку шахтні води частково скидаються в річки, що не лише не убезпечує поверхневі водойми і водотоки від забруднень, а й сприяє поширенню останніх на значні відстані та площі. Для теоретично можливого спрямування шахтних вод безпосередньо у морський басейн необхідне спорудження каналу або трубопроводу значної довжини. Тому питання про можливість захоронення таких високо-мінералізованих вод у глибоких геологічних горизонтах набуває значного наукового та практичного інтересу. Зокрема, комплекс досліджень з метою оцінки можливості закачування шахтних вод у глибокі геологічні структури Кривбасу було виконано із застосуванням методів математичного моделювання Інститутом геологічних наук НАН України і Дніпропетровським відділенням УкрДГРІ.

Вперше роботи з виявлення структур, придатних для заховання обмеженої кількості високо-мінералізованих шахтних вод, було проведено у 1990-1998 рр. Криворізькою комплексною геологічною партією КП "ПівденУкрГеологія". У процесі досліджень вивчено водоносність і фільтраційні властивості порід криворізької серії, водо-поглинаючу здатність крупних тектонічних порушень, зон посиленої тріщинуватості і структурно-тектонічних пасток на території центральної і південної частин Кривбасу.

Результати дослідно-фільтраційних робіт у цілому свідчать про невисокий і вкрай нерівномірний ступінь водо-насиченості порід криворізької серії. Тільки в 9 свердловинах з 39 випробуваних вдалося шляхом Нагнітання домогтися дебіту поглинання води більше 100 м³/добу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Результати дослідно-фільтраційних робіт з виявлення структур
Кривбасу, придатних для захоронення шахтних вод**

№№ свр.	Породи, що випробов.	Інтервал випробув, м	Коеф. фільтрації, м/добу	Водопров, м ³ /добу	Питомий дебіт м ³ /добу	Поглинаюча здат., м ³ /добу	Тиск при нагнітанні, атм
23155	Гданцевська світа	До 235 420-610				187 432	15
22823	Саксаганська світа	До 400		10		168	20
22857	Саксаганська світа в зоні розлому	До 200		17		144	28
22860	Скелеватський розлом	262-325 420-460		12,2	3,6	Понад 240	5-15
23159		170-322 280-510		5,7	3,6	180	0 (повне поглинання)
23161	Західно-Криворізький розлом	238-298 593-653 655-1018		5,6	0,2	643	30
22647		145-327 374-694 1190-1535			0,005 0,06	288	50
23752		158-203			3,6	864	50
23983	Західно-Глеєватський розлом	104-720	0,0594- 0,0163		0,159		
23897	Гданцевська світа	800-1415			0,013		

Згідно з висновками авторів проведених досліджень, найпридатнішими для закачування шахтних вод в об'ємах до 100 м³/добу було визнано свердловини №№ 22823 і 22857. Однак доцільність влаштування на базі цих свердловин полігонів закачування шахтних вод викликає сумніви. Так, свердловина № 22823 розташована поблизу дренажного квершлягу шахти "Гігант-Дренажна", що працює в режимі гідрозахисту. Свердловина № 22857 знаходиться поблизу кар'єру шахти ім. Калініна, з якої ведеться відкачка води з метою попередження підтоплення житлового масиву. Таким чином, наявні гідравлічні зв'язки в разі закачування шахтних вод сприятимуть додатковому обводненню об'єктів, які потребують захисту від підземних вод.

Свердловини, пробурені в районі шахт ім. Кірова, "Родина", в межах Глєсватського, Скелєватського і Західно-Криворізького розломів, розкрили сильно тріщинуваті, з порожнинами вилуговування породи Глєсватської і Гданцевської світ. Проте близькість цих ділянок до області зсунення гірських порід також не дозволяє рекомендувати їх для захоронення шахтних вод в глибоких геологічних структурах.

Результати здійсненого ДВ УкрДГРІ із застосуванням сучасної комп'ютерної техніки і програмних засобів математичного моделювання дозволяють рекомендувати як перспективну для створення полігону закачування шахтних вод одну з площ у центральній частині Кривбасу, а саме в структурі Західно-Криворізького розлому, на ділянці "Тарапак". В обґрунтуванні такого вибору суттєве значення має просторова і структурна позиція тектонічного порушення - на відстані 450-1000 і більше метрів від західного крила регіональної воронки депресії.

Нижче подаються короткі відомості щодо параметрів водоносного горизонту кристалічних порід, отриманих при розв'язанні оберненої задачі моделюванням.

Коефіцієнти фільтрації водоносного комплексу кристалічних порід: зони інтенсивної тріщинуватості (інтервал +50...-50 м) 0,0005-0,2 м/добу в хрест простягання порід і 0,001-1,6 м/добу за простяганням, для інтервалу глибин 50...300 м, відповідно, 0,0001-0,2 м/добу і 0,0002—0,25 м/добу. Абсолютні відмітки рівня підземних вод зони інтенсивної тріщинуватості кристалічних порід змінюються від -50 до +75 м. У розрізі рівні (напори) підземних вод знижуються згори вниз. На окремих найглибших ділянках ведення гірничих робіт абсолютні відмітки складають 1300...1000м. Значення гравітаційної водовіддачі порід зони інтенсивної тріщинуватості складає 0,08-0,002, для інтервалу глибин -50...-300 м - 0,008-0,0002. Склад шахтних вод, які пропонується закачувати, близький до пластово-тріщинних (мінералізація 25-80 г/дм³).

Водоносний горизонт зони інтенсивної тріщинуватості відокремлений від водоносного комплексу осадової товщі, що залягає вище, глинами,

каолінами та жорсткою кристалічних порід. На окремих ділянках ці горизонти об'єднуються. Робочими пласт-колекторами на полігоні закачування шахтних вод обрано зону інтенсивної тріщинуватості кристалічних порід в інтервалі глибин +50...50м та товщу кристалічних порід, що залягає нижче цієї зони, в інтервалі -50...-300м.

Закачування моделювалося етапами з витратами 100, 500 і 1000 м³/добу.

За результатами моделювання величина підняття рівня води в розрахункових блоках після закачування шахтних вод протягом трьох років при різних витратах і в різні інтервали глибин водоносного комплексу кристалічних порід склала від 3,2 до 104 м. Абсолютні відмітки рівня підземних вод у свердловині, відтвореній на моделі, відрізняються від результатів моделювання через невідповідність розмірів діаметра свердловини і приведеного до круга розрахункового блоку. Крім того, свердловина, що закачує, є недосконалою через опір призабійної зони, навіть якщо вона розкриває усю водоносну товщу.

Закачування води в зону розлому з витратами 100 м³/добу (зона інтенсивної тріщинуватості) протягом трьох років призведе до підняття рівня (напору) підземних вод на 7,2-20,4 м, радіус впливу 500-800 м. Закачування тієї самої тривалості в інтервалі - 50... -300 м з витратою 500 м³/добу призведе до підняття рівня (напору) підземних вод на 150-300 м і до витікання вод, що закачуються, на поверхню в радіусі 750-1300 м від свердловини, тобто до змикання з контуром воронки депресії.

Дальші дослідження з метою обґрунтування можливості захоронення високо-мінералізованих шахтних вод Кривбасу у надрах мають включати структурно-геодинамічне картування зон підвищеної тріщинуватості в межах Криворізько-Кременчуцького розлому, дослідні роботи для уточнення гідрогеологічних параметрів на визначених таким чином ділянках і визначення прийнятності свердловин та оцінку впливу тривалого закачування на геологічне середовище методом моделювання.

3.1. Розробка та обґрунтування варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу з метою зменшення техногенного навантаження на річки Інгулець і Саксагань

Знешкодження шахтних вод шляхом їх утилізації або демінералізації потребує значних матеріальних, енергетичних і фінансових витрат. Крім того, ці процеси, як правило, породжують нові екологічні проблеми: утворення надмірної кількості вилучених солей, необхідність створення нових полігонів для поховання в глибокі геологічні структури тощо. І, що найголовніше, при цьому не вирішується повністю проблема надлишку зворотних вод, тобто необхідність позбавлення від них шляхом скидання і у подальшому буде зберігатись, надаючи цьому процесу характеру технологічного, з щорічним уточненням лише обсягів скидів, показників вмісту забруднюючих речовин та кількості води, потрібної для розбавлення високо-мінералізованих шахтних вод. Тому, з урахуванням сучасного стану водного господарства гірничорудних підприємств Кривбасу та очисних споруд м. Кривий Ріг, розробку варіантів тимчасової акумуляції та відведення шахтних вод, які забезпечують зменшення шкідливого впливу на гідро-екосистему, було визначено метою спеціальної науково-дослідної роботи.

Розрахунки альтернативних варіантів відведення шахтних вод проводилися за даними 2022 р.: скид північної групи шахт - 6,2 млн. м³ із загальною мінералізацією 27,3 г/дм³, скид південної групи шахт 14,6 млн. м³ з мінералізацією 39,9 г/дм³ При розрахунках уводилися такі обмеження:

- середня мінералізація води в р. Інгулець під час скидання шахтних вод не повинна перевищувати 9 г/дм³, а по хлоридах - 4,5 г/дм³ (за даними досліджень Інституту гідробіології НАН України);

- для роботи в звичайному режимі Інгулецької зрошувальної системи в період вегетації водність р. Інгулець не повинна перевищувати 5-6 м³/с, а середня мінералізація води - фонового значення (2,9 г/дм³).

Довгострокове прогнозування зміни хімічного складу поверхневих вод з урахуванням динаміки розвитку галузей виробництва ґрунтується на розрахунку змішування і розбавлення шахтних та стічних вод з річковими.

Прогнози складаються для конкретних створів річок, розташованих нижче найпотужніших джерел забруднення.

Прогнозування зміни хімічного складу поверхневих вод у зв'язку зі скиданням і регулюванням випуску стічних вод у залежності від їхніх витрат та з урахуванням гранично припустимого скидання (ГПС) містить кілька окремих прогнозів:

- аналіз сучасного стану якості поверхневих вод;
- прогноз або встановлення розрахункової витрати води;
- прогноз надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти;
- прогноз концентрації речовин у водоймах і водотоках;
- рекомендації щодо оптимального хімічного складу води річки з

урахуванням надходження шахтних вод.

Найбільший вплив на хімічне забруднення води р. Інгулець у межах території Кривбасу за рахунок скидання стічних і шахтних вод гірничорудних підприємств справляють р. Саксагань, канал КМК та ставок-накопичувач балки Свистунова. (рис. 3.1).

Розбавлення шахтних вод відбувається при заданій величині мінімальних місячних витрат води для року 95% забезпеченості стоку на створах: р. Саксагань - с. Сергіївка $0,3 \text{ м}^3/\text{с}$; попуски із Кресівського та Держинського водосховищ по $2,04 \text{ м}^3/\text{с}$; р. Інгулець - скид з Карачунівського водосховища - $2,0 \text{ м}^3/\text{с}$; канал КМК - $2,0 \text{ м}^3/\text{с}$; Південні очисні споруди - $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

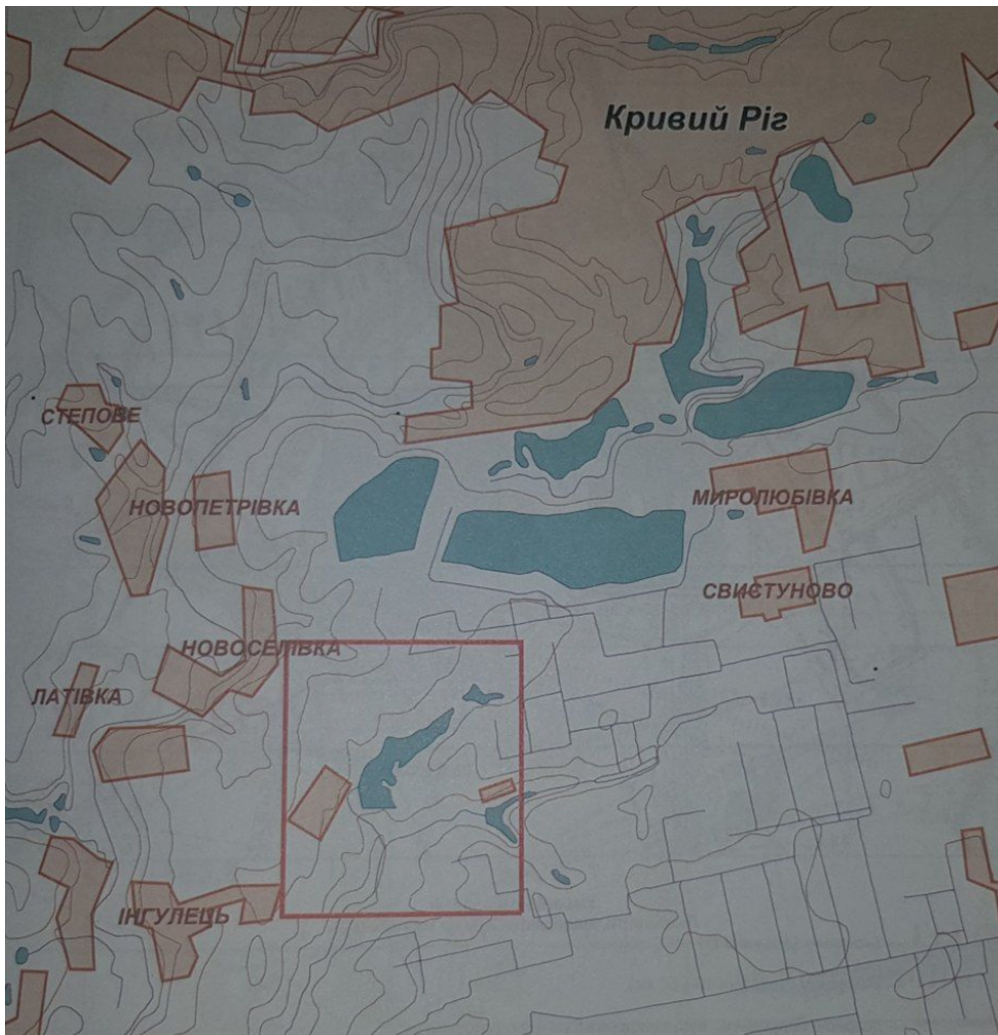


Рис.3.1. Схема розташування ставка-накопичувача балки Свистунова

На період 2015-2021 рр., за даними експлуатаційної організації "Кривбас промводопостачання" і матеріалами гідрохімічного моніторингу Дніпровського БУВР, мінералізація води в Карачунівському водосховищі складала 1,35 г/м³

Розглядалися наступні варіанти (деякі з підваріантами) відведення та розбавлення шахтних вод з урахуванням надходження господарсько-побутових стоків:

- перекидання шахтних вод північної групи шахт із хвостосховища ПНГЗК протягом року по р. Базавлук у Каховське водосховище;
- розбавлення шахтних вод із хвостосховища ПНГЗК водами Криворізьких очисних споруд під час скидання в р. Саксагань;
- відведення вод Інгульця після промивання його русла і під час підтягання дніпровських вод до Снігурівської насосної станції по каналу в балку Верьовчина;

- скидання у період жовтень-березень шахтних вод з балки Свистунова в р. Інгулець і далі по балці Верьовчина в Дніпро (за умови реконструкції каналу в балці Верьовчина);

- розбавлення шахтних вод, які скинуті у р. Інгулець, доочищеними стічними водами Криворізьких очисних споруд і водою Карачунівського водосховища (із залученням дніпровської води, яка подається по каналу Дніпро-Інгулець);

- тимчасова акумуляція шахтних вод Кривбасу у відпрацьованому Жовтневому гранітному кар'єрі та ін.

За підсумками проведених досліджень та розрахунків доцільно докладніше розглянути чотири варіанти.

За першим з них передбачається відведення шахтних вод північної групи шахт загальним об'ємом 6,2 млн. м³ з мінералізацією 27,3 г/дм³ протягом усього року у відповідний канал Криворізьких очисних споруд (КОС), що подає воду за існуючою схемою у річки Кам'янка і Базавлук. Розрахунки наведено в табл. 4, де: Q - витрати; T - період розрахунку; W об'єм води; M мінералізація; C - загальна кількість солей. Розбавлення здійснюється доочищеними водами КОС. З урахуванням води шахти "Першотравнева" (T= 1,0 млн. м³ M=4,2 г/дм³) мінералізація води в р. Базавлук при розбавленні стічними водами КОС (W = 103.0 млн. м³, M = 0,8 г/дм³) складе у роки 95% забезпеченості стоку 2,32 г/дм³, а без урахування шахти "Першотравнева" - 2,30 г/дм³.

До р. Інгулець у між-вегетаційний період (жовтень-березень) будуть скидатися води південної групи шахт із ставка-накопичувача в балці Свистунова ($W = 14,6$ млн. m^3 , $Q = 0,92$ m^3/c , $M = 39,9$ $г/дм^3$). Розбавлення здійснюється водою р. Саксагань ($Q = 0,65$ m^3/c , $M = 1,3$ $г/дм^3$), стічними водами Південних очисних споруд ($Q=0,20$ m^3/c , $M = 1,3$ $г/дм^3$), промисловими стоками каналу КМК ($Q = 2,0$ m^3/c , $M = 3,2$ $г/дм^3$), стічними водами з хвостосховища ІНГЗК ($W = 4,0$ млн. m^3 , $Q = 0,53$ m^3/c , $M = 4,1$ $г/дм^3$). Розрахунок мінералізації води в р. Інгулець за період скидання шахтних вод виконувався по місячних інтервалах.

Таблиця 3.2

**Скидання шахтних вод північної групи шахт у
р. Базавлук протягом року**

Водні та водогосп. об'єкти	Q, m^3/c	T, 10^6 сек	W, млн. m^3	M, $г/дм^3$	C, т
<i>Січень-Грудень (95% забезпеченість стоку)</i>					
Північна група шахт	0,20	31,54	6,174	27,32	168674
Криворізькі очисні споруди (ОС)	3,27	31,54	103	0,80	82400
Р. Кам'янка	0,14	31,54	4,38	2,66	11651
Р. Базавлук	0,40	31,54	12,60	2,50	31500
Σ	3,87		121,8	2,32	282574
<i>Січень-Грудень (95% забезпеченості)</i>					
Північна група шахт (крім ш. Першотравнева)	0,16	31,54	5,13	31,99	164237
Криворізькі ОС	3,27	31,54	103,00	0,80	824400
Р. Кам'янка	0,14	31,54	4,38	2,66	11651
Р. Базавлук	0,40	31,54	12,60	2,50	31500
Σ	3,83		120,7	2,30	278137

Висновки

Проблема інтенсивного забруднення водних екосистем в умовах низького рівня забезпеченості водними ресурсами є актуальним завданням для здійснення систематичного контролю допустимого рівня антропогенного навантаження на поверхневі води. Під час написання дипломної роботи було вирішено ряд завдань:

1. Охарактеризовано сучасний стан водного басейну гідроекосистем Криворізького басейну. Відповідно до проведених досліджень він характеризується як значний, що пов'язано із наявністю великої кількості виробництв та значним антропогенним навантаженням

2. Визначено шляхи та засоби поліпшення стану водних ресурсів гідроекосистем Криворізького басейну.

3. Розробка та обґрунтування варіантів акумуляції та відведення шахтних вод Кривбасу з метою зменшення техногенного навантаження на річки Інгулець і Саксагань

Список використаної літератури

1. Статистичний щорічник України за 2011 рік / За ред. О.Г. Осауленка. - К.: ТОВ «Август-Трейд». 2012. – 559с.
2. Левківський С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів. / С.С. Левківський, М.М. Падун. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
3. Водогосподарська екологія у 4 т, 7 кн. / А.В. Яцик. – К.: Генеза, 2003. – т.1. кн.1-2. – 400с.
4. Васюкова Г.Т. Екологія / Г.Т. Васюкова, О.І. Грошева.– К.: Кондор, 2009.
5. Водне господарство в Україні / ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
6. Жигуц Ю.Ю. Інженерна екологія / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – К.: Кондор, 2012. – 170с.
7. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы. / Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, Э.И.Бабкина, В.А. Сурнин; Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ:ИНФА-М, 2007. – 192 с.
8. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. / УНДІВЕП; [розроб. : А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, О.М. Петрук та ін.]. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.:
9. Гідрохімічний довідник: Поверхневі води. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К.: Ніка-Центр, 2008. – 656с.
10. Шевчук В.Я. Екологічне управління / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський. – К.: Либідь, 2004. – 430 с.
11. Управління поверхневим стоком сільськогосподарських територій та вдосконалення системи моніторингу в басейнах малих річок: Методичні рекомендації / М.Д. Мельничук, В.М. Боголюбов, Е.Г. Дегодюк, Т.В. Князькова, В.І. Лаврик, С.Е. Дегодюк, О.М. Картавцев, А.В. Сташук, І.В. Юхимчук. – К.: НАУ, 2007. – 58с.

12. Василенко О.А. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: Навч. посіб. / О.А. Василенко, Л.Л. Литвиненко, О.М. Квартенко. – Рівне: НУВГП, 2007. – 246с.
13. Тугай А.М. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди / А.М. Тугай, Я.А. Тугай. – К.: вид-во Європейського університету, 2015. – 231 с.
14. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2001. – 312 с.
15. Барановський В.А. Україна. Техногенна небезпека (екологічна карта із поясненнями). – К.: ВКФ ТС ЗС України, 2001. - 12с.
16. Барановський В.А. Україна. Екологічні проблеми природних вод (екологічна карта із поясненнями). – К.: ВКФ ТС ЗС України, 2001. - 12с.
17. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко та ін.. – К.: РВПС, 1999. – 716 с.
18. Хільчевський В.К. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу/ В.К. Хільчевський, Р.Л. Кавчинський, О.В. Чунар'юв. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 180с.
19. Кравчинський Р.Л. Оцінка впливу іонного стану р. Саксагань на якість р. Саксагань води р. Інгулець/ Р.Л. Кравчинський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. - № 14. – С. 175-180.
20. Кравчинський Р.Л. Характеристика водогосподарської діяльності в басейні р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський, В.К. Хільчевський// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. - №16. – С. 72-82.
21. Кравчинський Р.Л. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець / Р.Л. Кравчинський // Збірник наукових праць Ін-ту геолог. наук НАН України. – 2009. – в. 2. – С. 256-260.
22. Куликова О.Н. Влияние горнодобывающей промышленности на качество вод р. Ингулец/ О.Н. Куликова, О.Н. Козыр'єва, Г.Н. Романенко // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность: труды межд. конф. – Днепропетровск: ДДУ. – 1995. – Т.1. – С.87.
23. Мовчан О.Г. Дослідження загального впливу гірничо-рудних підприємств Кривбасу на забруднення р. Інгулець / О.Г. Мовчан, В.В. Мовчан // Екологія та здоров'я людини. Охорона водного і повітряного

басейнів. Утилізація відходів: мат. Міжн. наук.-практ. конф. 13-17 червня 2005р. – Харків: Алушта-2005. – С. 942-947.

24. Гідрохімічні дослідження річок Інгулець і Саксагань у зоні впливу підприємств Кривбасу (1994-2004 рр/ П.Г. Шевченко, Д.А. Засєкін, Ю.М. Ситник, Н.М. Осадча// Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – 2006. - №11. – С. 144-145.

25. Бурлака В.І. Промивка р. Інгулець у 2011 році / В.І. Бурлака// Водне господарство України. – 2011. - №15. – С. 16-18.

26. Епатко Ю.М. Геоэкологические последствия эксплуатации железнорудных месторождений Украины (на примере Криворожского железнорудного бассейна)/ Ю.М. Епатко, И.Н. Малахов // Геологический журнал. – 1992. - №1. – С. 78-87.

27. Альохіна Т.М. Вміст важких металів у воді та донних відкладах р. Інгулець / Т.М. Альохіна, А.О. Бойко, І.М. Малахов// Гідробіологічний журнал. – 2008. – Т.44. – в. 3. – С.114-122.

28. Аксьом С.Д. Гідроекологічний стан Карачунівського водосховища /С.Д. Аксьом, Р.Л. Кравчинський, О.М. Стефурак // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – 2010. – Т.2(19). – С. 125-135.

29. Кравчинський Р.Л. Екологічний стан поверхневих вод басейну р. Інгулець як головний чинник визначення рекреаційного потенціалу території / Р.Л. Кравчинський// Географія та туризм. – 2010. - В.4. – С.141-146.

30. Мурзина Т.А. Экологическое состояние р. Ингулец/ Т.А. Мурзина, А.И. Дворецкий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. - №5. – С.235-241.

31. Гидрохимический бюллетень. Материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории Украинской ССР. / Управление гидрометеорологической службы Украинской ССР, Киевская метеорологическая обсерватория. – К.: ФОЛ Укр УГКС, 1981 – 1984.

32. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Бассейн Днепра / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная

геофизическая обсерватория. – 1984–2000. – Том 2. – Вып.1. (1984 – 1988гг. – К.: ФОЛ Укр УГКС, 1985 – 2001).

33. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Бассейн Бассейн Днепра / Государственный комитет Украины по гидрометеорологии. Центральная геофизическая обсерватория. – 2001–2012. – Том 2. – Вып.1. (2002 – 2013 гг. – К.: УОП Укр ГМЦ, 2000 – 2013).

34. ТМС м. Кривой Рог (2000 – 2012 гг. –К.: УОП Укр ГМЦ, 2001 – 2013).