

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Факультет геології, географії, рекреації і туризму
Кафедра фундаментальної та прикладної геології

До захисту допустити
зав. кафедри _____ **Вячеслав ПЕТІК**
«___» _____ 2025 р.

ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА
ФІЛЬТРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРБАШІВСЬКОГО
ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ КУЗНЕЦОВСЬКОГО РОДОВИЩА
ПІДЗЕМНИХ ВОД (РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Виконав:
студент 2 курсу магістратури
групи ГВ-21
спеціальність 103. «Науки про Землю»
освітньо-професійна програма:
«Гідрогеологія»
Микита ВАРЮШКІН _____

Науковий керівник:
канд. техн. наук, доцент
Вячеслав ПЕТІК _____

Дипломна робота захищена з оцінкою

Голова ЕК Катерина БЕЗРУК

Секретар ЕК Ірина ТИЩЕНКО
«___» _____ 2025 р.

Харків, 2025

Варюшкін М.А. Геолого-гідрогеологічні особливості та фільтраційні характеристики горбашівського водоносного горизонту Кузнецовського родовища підземних вод (Рівненська область).

Кваліфікаційна робота складена з 1 книги та 1 папки. **Книга:** текст стор. – 73, таблиць – 10, рисунків – 9, джерел – 42. **Папка:** 8 графічних додатків на 9 аркушах.

М-35-ІІ (серія Волино-Подільська).

РЕФЕРАТ: Кузнецовське родовище, Чудлінський водозабір знаходиться між селами Сопачів та Чудля, у 6,5 км на північний схід від м. Вараш, Рівненська область.

Предметом дослідження є геолого-гідрогеологічні умови горбашівського водоносного горизонту. Корисною копалиною є питні підземні води у тріщинуватих пісковиках горбашівського водоносного горизонту нижнього венду (V_{1gb}).

Метою роботи є детальна характеристика геолого-гідрогеологічних умов ділянки родовища та фільтраційних характеристик горбашівського водоносного горизонту.

Дослідження полягали у проведенні дослідно-фільтраційних робіт, на основі яких були визначені фільтраційні характеристики водоносного горизонту, а також детальному вивченні геологічної будови та гідрогеологічних умов території.

Комплекс польових робіт був виконаний у період з IV кварталу 2023 р. по III квартал 2025 р. Камеральний етап – III-IV квартал 2025 р.

Практичне значення проведених досліджень – застосування отриманих результатів для геолого-економічної оцінки родовища та обґрунтування групи складності геолого-гідрогеологічних умов.

Визначені фільтраційні характеристики горбашівського водоносного горизонту (прийняті за результатами обробки графоаналітичним методом графіків комбінованого простеження): коефіцієнт водопровідності – $376 \text{ м}^2/\text{добу}$, коефіцієнт п'єзопровідності – $3,1 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{добу}$. Водоносний горизонт схематизований, як напівобмежений в плані (границя II-го роду – межа з постійною витратою $q=0$) напірний однорідний пласт.

Ключові слова: ГОРБАШІВСЬКИЙ ВОДОНОСНИЙ ГОРИЗОНТ, ФІЛЬТРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ДОСЛІДНО-ФІЛЬТРАЦІЙНІ РОБОТИ, ПИТНІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ, ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКИЙ АРТЕЗІАНСЬКИЙ БАСЕЙН.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. Загальні відомості про район досліджень.....	8
1.1. Адміністративне і географічне положення.....	8
1.2. Клімат.....	10
1.3. Гідрологічні умови.....	11
1.4. Геоморфологія.....	13
1.5. Геологічна будова.....	14
1.5.1. Стратиграфія.....	15
1.5.2. Тектоніка.....	20
1.6. Історія геологічного розвитку.....	25
1.7. Гідрогеологічні умови.....	27
1.8. Оцінка ступеня геологічної та гідрогеологічної вивченості району.....	36
РОЗДІЛ 2. Методика проведених досліджень.....	40
2.1. Збір фактичного матеріалу та його узагальнення.....	40
2.2. Еколого-гідрогеологічне обстеження водозабору.....	40
2.3. Дослідно-фільтраційні роботи.....	43
2.4. Спостереження за якісним складом підземних вод.....	45
2.5. Камеральні роботи.....	47
РОЗДІЛ 3. Результати проведених досліджень.....	48
3.1. Результати збору фактичного матеріалу.....	48
3.2. Результати еколого-гідрогеологічного обстеження водозабору.....	49
3.3. Результати дослідно-фільтраційних робіт.....	51
3.3.1. Графоаналітичний метод визначення гідрогеологічних параметрів.....	51
3.3.2. Уточнення наявності гідравлічного зв'язку між свердловинами Чудлінського водозабору та впливу граничних умов.....	58

3.4. Результати спостережень за якісним складом підземних вод.....	59
3.5. Результати камеральних робіт.....	66
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68

Список рисунків

Рис. 1.1. – Схема розташування експлуатаційних свердловин Чудлінського водозабору.....	9
Рис. 2.1. – Схема розташування точок відбору проб ґрунтів.....	42
Рис. 3.1. – Графік коливання вмісту сухого залишку.....	61
Рис. 3.2. – Графік коливання вмісту натрію.....	61
Рис. 3.3. – Графік коливання вмісту хлоридів.....	62
Рис. 3.4. – Графік коливання вмісту заліза загального.....	62
Рис. 3.5. – Графік коливання вмісту фосфатів.....	63
Рис. 3.6. – Графік коливання вмісту фторидів.....	63
Рис. 3.7. – Графік коливання вмісту бору.....	64

Список таблиць

Табл. 1.1. – Дані про температуру повітря у районі робіт (°C).....	10
Табл. 1.2. – Дані про кількість атмосферних опадів у районі робіт (мм)	11
Табл. 3.1. – Результати лабораторних досліджень проб ґрунтів.....	50
Табл. 3.2. – Формули для розрахунку коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності.....	55
Табл. 3.3. – Вихідні дані для розрахунку додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин.....	56
Табл. 3.4. – Результати розрахунку додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин.....	56

Табл. 3.5. – Основні гідрогеологічні параметри, розраховані графоаналітичним методом за результатами дослідної кущової відкачки.....	57
Табл. 3.6. – Основні результати дослідної відкачки з св. № 5.....	58
Табл. 3.7. – Відомості щодо граничних коливань основних показників за даними лабораторії ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ».....	60
Табл. 3.8. – Результати радіаційно-гігієнічної оцінки якості води.....	65

Графічні додатки

№ дод.	Назва графічного додатку	Масштаб	К-ть аркушів
1	Оглядова карта району робіт	1:200 000	1
2	Схематична геологічна карта району робіт	1:200 000	1
3	Схематична тектонічна карта району робіт	1:200 000	1
4	Схематична гідрогеологічна карта району робіт	1:200 000	1
5	Схематична гідрогеологічна карта ділянки робіт	1:25 000	1
6	Гідрогеологічні розрізи по лініям I-I' та II-II'	гор. 1:25 000 верт. 1:1 000	1
7	Карта гідроізоп'єз горбашівського водоносного горизонту	1:25 000	1
8	Аркуш результатів обробки дослідної відкачки	-	2

ВСТУП

Кваліфікаційна робота складена за результатами обробки матеріалів, отриманих під час виконання робіт на підприємстві ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ», м. Харків.

Актуальністю теми дослідження є недостатнє вивчення гідрогеологічних умов горбашівського водоносного горизонту ділянки Чудлінська (Чудлінський водозабір) Кузнецовського родовища в умовах впливу багаторічної експлуатації.

Аналізуючи звіт з детальної ГЕО по ділянці Рафалівська-1 Рафалівського родовища (одна з ділянок раніше розвіданого Кузнецовського родовища) [24] було виявлено, що фільтраційні параметри водоносного горизонту, станом на 2023 р., суттєво відрізняються від параметрів, отриманих під час детальної розвідки та більше того, попередньо, фільтраційні параметри горбашівського водоносного горизонту дуже різняться на ділянках Рафалівська-1 та Чудлінська.

По ділянці Кузнецовського родовища, підприємством ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ» виконуються роботи з геолого-економічної оцінки експлуатаційних запасів питних підземних вод Чудлінського водозабору з подальшим затвердженням запасів у ДКЗ України, який є другим наявним працюючим водозабором на території району робіт.

Таким чином, є нагальна необхідність довивчення геолого-гідрогеологічних умов ділянки Чудлінська та уточнення сучасних фільтраційних характеристик горбашівського водоносного горизонту, враховуючи фактори, пов'язані з експлуатацією наявних ділянок.

Мета досліджень – детальна характеристика геолого-гідрогеологічних умов ділянки родовища та фільтраційних характеристик горбашівського водоносного горизонту.

Основні завдання роботи:

- збір та узагальнення фондових матеріалів з розвідки родовища;
- складання схематичних геологічних, гідрогеологічних й тектонічних карт району та ділянки проведення робіт;
- опис геолого-гідрогеологічних умов родовища;

- аналіз режиму експлуатації родовища;
- характеристика якості питних підземних вод;
- дослідно-фільтраційні роботи на водозаборі;
- обробка результатів дослідно-фільтраційних робіт.

Практичне значення проведених досліджень полягає в застосуванні отриманих результатів для написання звіту з геолого-економічної оцінки родовища, обґрунтування групи складності геолого-гідрогеологічних умов родовища перед експертами ДКЗ України та підрахунку експлуатаційних запасів.

Новизною проведених досліджень є застосування методу врахування впливу працюючих свердловин на дослідну відкачку шляхом впровадження розрахункової додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин на зниження у дослідних свердловинах.

Об'єктом дослідження є Чудлінський водозбір Кузнецовського родовища питних підземних вод, що знаходиться на північно-західному схилі Українського кристалічного щита.

Предметом дослідження є геолого-гідрогеологічні умови горбашівського водоносного горизонту в межах Чудлінського водозбору Кузнецовського родовища питних підземних вод.

Як було вже вищенаведено, геолого-економічною оцінкою Чудлінського водозбору Кузнецовського родовища займається підприємство ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ», де я працюю з серпня 2023 р. Польовий комплекс робіт був виконаний за моєї участі спільно з колегами протягом 2023-2025 рр.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Адміністративне та географічне положення

Кузнецовське родовище експлуатується Чудлінським водозабором, який належить Комунальному підприємству «Вараштепловодоканал» Вараської міської ради, що розташоване у південно-західній частині м. Вараш.

В адміністративному відношенні Чудлінський водозабір знаходиться у межах Вараського району Рівненської області, у 6,5 км на північній схід від м. Вараш. Водозабір складається з 7-ми свердловин, що лінійно розташовані вздовж лівого берега меліорованої р. Рів, правої притоки р. Стир, між селами Сопачів та Чудля. Оглядова карта району робіт наведена на Графічному додатку 1.

Населення м. Вараш становить 41 711 осіб, села Сопачів – 1 005 осіб та села Чудля – 334 особи. Місто Вараш та села Сопачів та Чудля мають автомобільне та залізничне сполучення. Автомобільний шлях міжнародного значення М-07 (Ковель-Київ), автомобільний шлях регіонального значення Р-14 (Луцьк-Дольськ) та автомобільні шляхи територіального значення: Т-18-08 (Іванчі-Муравки) та Т-18-09 (Суховоля-Дубровиця). Існує відносно розвинута мережа ґрунтових доріг. Також в м. Вараш є однойменна пасажирська зупинна залізнична платформа Рівненської дирекції Львівської залізниці на лінії Сарни-Ковель. Розташована на півдні міста Вараш поблизу Рівненської АЕС між станціями Чарторийськ (2,5 км) та Рафалівка (10 км). Провідне місце в соціально-економічному розвитку цього району відіграє Рівненська атомна електростанція. Також працюють підприємства транспортної, харчової, сільськогосподарської галузей господарства.

Схема розташування експлуатаційних свердловин водозабору наведена на рис. 1.1.

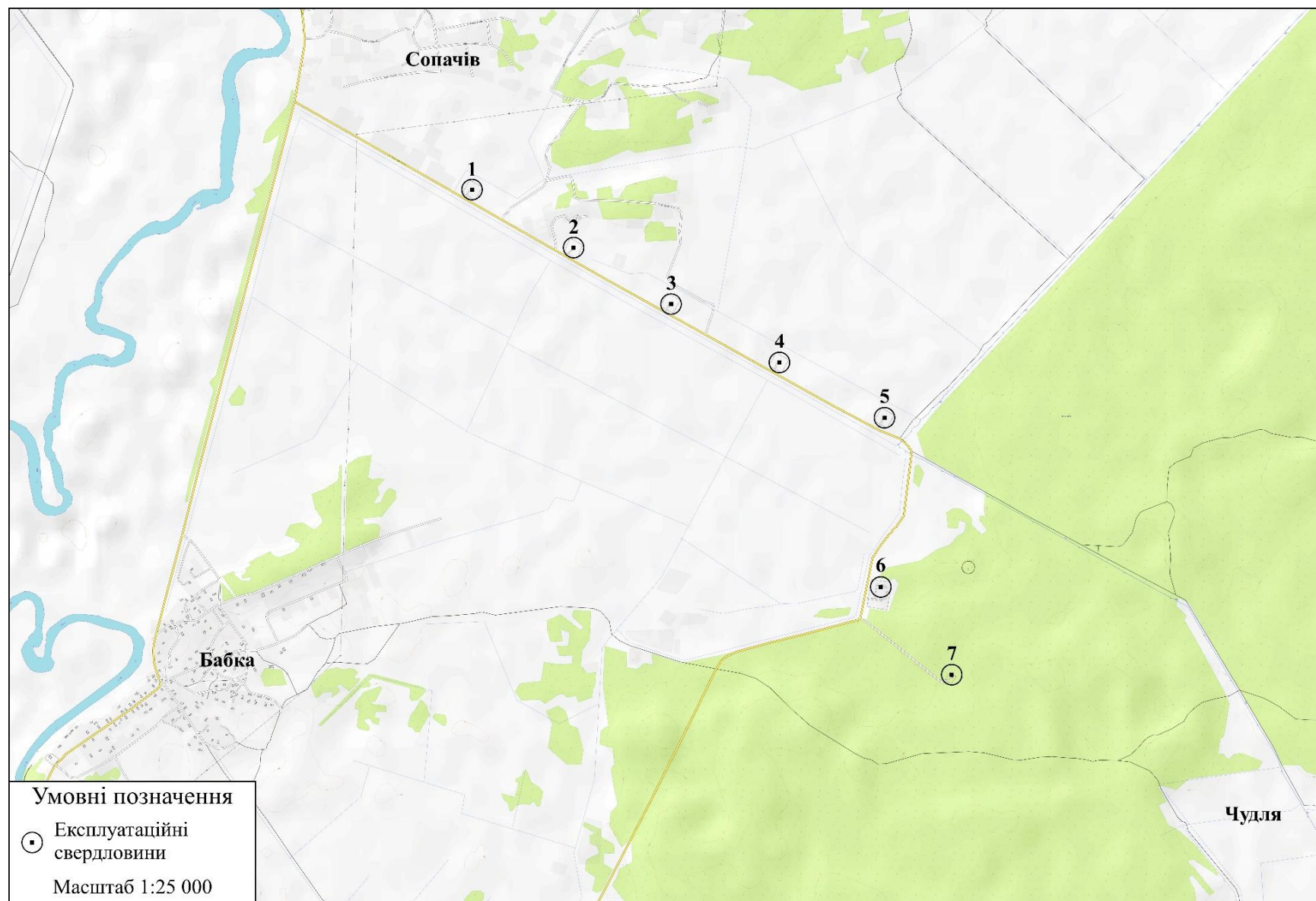


Рис. 1.1 – Схема розташування експлуатаційних свердловин Чудлінського водозабору

1.2. Клімат

Характеристика клімату надається за даними метеорологічних спостережень метеостанції Сарни, що розташована у 46 км на схід від с. Чудля та враховуючи доповіді [3-6].

Район розташування Кузнецовського родовища підземних вод відноситься до зони помірно-континентального клімату, формування якого відбувається за рахунок впливу повітряних потоків, які надходять із Атлантики. Для даної території характерні підвищена вологість повітря, помірні температури, значна кількість атмосферних опадів.

Найнижчі температури спостерігаються у січні і становлять в середньому - 1,25°C, абсолютний мінімум становить -24,4°C. Літо тепле, найбільші показники температури спостерігаються у липні і становлять в середньому +21,05°C, абсолютний максимум становить +35,8°C. Промерзання ґрунту коливається від 10 до 110 см, а у дуже холодні зими до 146 см.

Дані про температуру повітря у районі робіт наведені у табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

Дані про температуру повітря у районі робіт (°C)

Роки спостережень	Місяці												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2021	-2,5	-4,2	1,7	6,8	13,4	20,4	23,1	17,9	12,1	7,7	4,5	-2,5	8,2
2022	-1	1,9	2	6,4	13,6	19,9	19,7	21,4	11,4	10,6	-0,8	-0,9	8,7
2023	1,2	0,2	4	8,6	14,2	18	20	21,6	17,4	10,6	3	0,7	9,9
2024	-2,7	3,9	4,9	11,5	15,7	19,5	21,4	20,9	18,1	8,4	2,9	0,4	10,4

У табл.1.2 наведені дані щодо середньомісячних і середньорічних кількостей опадів у районі робіт.

Таблиця 1.2.

Дані про кількість атмосферних опадів у районі робіт (мм)

Роки спостережень	Місяці												Всього
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2021	57,2	45,8	47,7	46,5	74,7	49,1	84,6	79,6	45,9	2,3	30,6	76,7	640,7
2022	59,6	35,7	8,7	71,3	32,5	64,6	64,7	19,9	102,9	26,1	0	0	486,0
2023	32	34,5	72,3	42,5	7,3	53,6	115,1	36,4	8,7	74,8	37,6	54,8	569,6
2024	73,5	50,5	42,1	42,2	21	81,2	177	25,5	45,1	69,8	31,2	18,5	677,6

Середньорічна кількість опадів досягає 486-677,6 мм, в середньому 46-74% опадів припадає на теплий період року. За холодний період року випало 234,7 мм, а за теплий – 358,5 мм.

Стійкий покрив снігу встановлюється переважно в кінці другої декади грудня та характеризується великою несталістю, коливаючись від 0,1 до 0,7 м.

Схід снігового покриву спостерігається в кінці лютого - на початку березня. Найбільша висота снігового покриву спостерігається в лютому. Найбільша висота снігового покриву за зиму - 12-15 см, середній запас вологи в снігові 28-35 мм, найбільший - 38-63 мм, найменший 6-13 мм. Зимово часто спостерігаються відлиги та випадання опадів у вигляді дощу.

1.3 Гідрологічні умови

Гідрографічна мережа району досліджень належить до басейну р. Прип'ять. Густота річкової мережі складає 0,3 км/км². Основною водною артерією на родовищі є річка Стир – найбільша права притока Прип'яті. Довжина її 483 км, площа басейну 13 130 км². Бере свій початок річка на Подільському плато у

Львівській області поблизу с. Дуби на абсолютній відмітці 257 м і у Волинську область заходить біля с. Мерви. Впадає у р. Прип'ять поблизу с. Хойно на території Білорусі на відмітці 137,6 м.

За даними [1,26], у межах Кузнецовського родовища річка протікає своєю нижньою течією. Русло її помітно звивисте. Ширина його 30-50 м. Найбільша ширина річки 100 м біля с. Стара Рафалівка. Глибина на перекатах становить 0,5-1,5 м, на плесах 2,0-3,5 м, в окремих ямах до 6,7-8,6 м. Переважна швидкість течії 0,2-0,5 м/с, на деяких перекатах досягає 0,9-1,0 м/с. Загальне падіння річки 119,4 м. Середній нахил річки 0,00025.

Характерним у режимі річкової мережі є яскраво виражена весняна повінь та низька межень, що порушується проходженням літніх та зимових паводків від тривалих дощів чи зимової відлиги. Льодовий покрив з'являється в першій декаді грудня. За даними багаторічних спостережень середня товщина льоду змінюється від 12 до 30 см, найбільша - 55 см. Звільнення ріки від льоду частіше всього проходить в останній декаді березня. Середньорічний розподіл стоку впродовж року, в різні за водністю роки неоднаковий. В середньому 35-40 % його припадає на весну, 50-60 % на літньо-осінній період і 10% - на зиму.

За хімічним складом річкова вода відноситься до гідрокарбонатного кальцієво-магнієвого, кальцієвого типу з мінералізацією 0,25-0,3 г/дм³ в період повені, від 0,45-0,5 г/дм³ – у межень. Вода має нейтральну або слабо лужну реакцію. Величини рН коливаються від 7,0 до 8,0. Загальна жорсткість води складає 4-7 ммоль/дм³.

Води річки використовуються для підживлення зворотних систем водозабезпечення ВП «Рівненська АЕС», для пожежного водозабезпечення та ін. Споживання річкової води змінюється сезонно.

Каналізована р. Рів є правою притокою Стиру. Довжина 14 км. Річка рівнинна. Долина широка і неглибока, частково заліснена, місцями заболочена. Річище слабозвивисте, на значній протяжності каналізоване і випрямлене. Рів бере

початок біля південної частини села Кошмаки, на схід від смт. Рафалівка. Тече в межах Поліської низовини на північний захід. Впадає до Стиру неподалік від південної околиці села Сопачів. На правобережжі її розташована водозабірня ділянка Чудлінського водозабору.

1.4 Геоморфологія

У геоморфологічному відношенні район досліджень належить до Любомль-Столинської кінцево-моренної гряди та Ковельської зандрово-алювіальної рівнини.

Кінцево-моренна гряда і моренні пагорби добре виражені в рельєфі території, де абсолютні відмітки сягають 180-210 м, підносячись над акумулятивною низовиною на 20-25 м. Схили пагорбів і гряд здебільшого пологі, що поступово зливаються з алювіальною або флювіогляціальною рівниною. Поверхня гряд нерівна, хвиляста, слабо розчленована неглибокими балками. Окремі, роз'єднані між собою невеликі за площею і висотою пагорби піщано-валунної кінцевої морени простежуються серед моренно-флювіогляціальної рівнини. Залягають вони на висотних відмітках 165 м і більше, тобто значно нижче основної кінцевої морени.

Ковельська зандрово-алювіальна рівнина простягається на південь від лінії населених пунктів Кам'януха-Козлиничі-Рафалівка, на північ від якої розташована ділянка розвитку кінцевоморенних пагорбів. В основі зандрово-алювіальної рівнини залягають верхньокрейдові відклади з нерівною ерозійною поверхнею. Ерозійні западини і стародавні річкові долини в крейді виконані озерно-річковими осадами ранньо-середньочетвертинного часу, вище яких розвинений покрив флювіогляціально-алювіальних пісків, що утворюють сучасну поверхню рівнини. Середня абсолютна висота поверхні рівнини становить близько 190-195 м. Рівнина має нахил на північ-північний схід.

Під час утворення та змінення рельєфу району робіт велику роль відіграла річка Стир [23,29]. Заплава річки на всьому протязі являє собою низинного типу

болото, поросле осокою, сительником, очеретом, чагарником і низкорослим лісом. Русло р. Стир прокладене у власному алювії. Береговий уступ надзаплавної тераси знаходиться у меженний період над рівнем на висоті 1,2-2,0 м. Майже всі притоки річки каналізовані та меліоровані. Поверхня заплави ускладнена старицями, заплавними озерами, прирусловими піщаними валами.

Перша надзаплавна тераса чітко простежується у рельєфі шириною від 300 до 800 м. Абсолютні відмітки у межах тераси коливаються від 162 м до 170 м. Поверхня полога, спостерігається поступове підвищення її в сторону вододілу.

На досліджуваній території широко розвинені болота і заболочені ділянки.

Карстові форми рельєфу, що набули свого розвитку в пліоцені, продовжували свій розвиток і в четвертинному періоді. Більшість озер досліджуваної території зобов'язана своїм походженням карстовим процесам. Вік озер різний, проте переважна більшість до епохи максимального зледеніння. До такого типу озер належить озеро Біле та ін. [1,30].

1.5 Геологічна будова

Район досліджень в геоструктурному відношенні розташований на південно-східній околиці Східно-Європейської платформи, в межах західного схилу Українського кристалічного щита.

У зв'язку з загальним зануренням кристалічного фундаменту на південний захід відклади верхньопротерозойського та палеозойського осадового чохла залягають моноклінально та занурюються в тому ж напрямку під кутом 1-3°. Внаслідок досить густої мережі розривних порушень кристалічний фундамент має блокову будову та занурюється на захід сходянково [27].

Структурно-тектонічна будова території досліджень складна. У даній структурній системі картуються поодинокі субширотні і субмеридіональні розломи, які вплинули на подальший геологічний розвиток і будову району.

Незважаючи на довгочасні посування земної кори в рифеї, венді та палеозої, на карті домезозойських відкладів чітко простежується субмеридіональне залягання геологічних напластунків рифею, венду та загальне їх занурення на південний захід в сторону Львівської палеозойської западини.

1.5.1 Стратиграфія

В геологічній будові району робіт беруть участь породи кристалічного фундаменту та вулканогенно-осадові породи платформного чохла, що містять в собі породи рифейського, вендського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку [22].

Нижче наведена схема стратиграфічного розрізу району робіт. Опис, кореляція і назви підрозділів наведені у відповідності з діючим в даний час стратиграфічним кодексом, затвердженим Національним стратиграфічним комітетом України в 2012 р. [21].

Схематична геологічна карта району робіт, геологічні розрізи та стратиграфічна колонка наведені на Графічному додатку 2 й складені відповідно до СОУ 73.1-41-03.02:2004 [20].

Протерозойська еонотема (PR)

Представлена нижнім, середнім та верхнім протерозоем.

Нижній протерозой (PR₁)

Представлений гранітами осницького комплексу.

Граніти осницького комплексу нижнього протерозою (γPR_{1os})

Розвинені на північному сході та сході території. Характеризуються масивною або порфіроподібною структурою з неявно вираженим орієнтуванням фенокристалів польового шпату та темно кольорових мінералів. Вони велико-, середньо- і дрібнозернисті, подекуди спостерігаються переходи в грубозернисті пегматоїдні різновиди. Колір гранітів змінюється від рожевого та світло-рожевого до сірого.

Середній та верхній протерозой (PR_{2-3})

Представлені рифейською ератемою та комплексом габро-діабазів поліської серії середнього і верхнього рифею та горбашівської світи нижнього венду.

Рифейська ератема (R)

Представлена середнім та верхнім рифеєм.

Середнім та верхнім рифей (R_{2-3})

Представлений поліською серією.

Поліська серія (R_{2-3pl})

На території району має повсюдне поширення. Залягає з кутовою та стратиграфічною незгідністю на розмитій поверхні кристалічного фундаменту. Незгідно перекриваються теригенно-осадовими породами венду та мезо-кайнозою. Представлена дрібнозернистими пісковиками і алевролітами, що багаторазово чергуються, пов'язаними один з одним поступовими переходами. Середньозернисті пісковики, глинисті алевроліти та аргіліти мають підлегле значення. Розкрита товщина підрозділу коливається від 5 до 120 м.

Комплекс габро-діабазів поліської серії середнього і верхнього рифею та горбашівської світи нижнього венду ($v\beta R_{2-3pl}-V_{1gb}$)

Перша інтрузія розкрита свердловинами у селі Бутейки. Площа габро-діабазової інтрузії понад 30 км². Залягає вона у вигляді похилого плаstopодібного тіла, що пронизує осадові шари, що підстилають базальти. Нахилене інтрузивне тіло на південний схід під кутом 3-4°. Петрографічний склад наступний: олівінові габро-діабази є дрібнозернистою породою з рідкісними польовошпатовими вкрапленнями. Колір її темно-сірий до чорного, на озалізненних ділянках темно-бурий. Розкрита товщина дорівнює 40 м.

Друга інтрузія розташована в центрі території району робіт між населених пунктів Сопачів та Чудля. На території ділянки ця інтрузія розкрита свердловинами № 3, 4, 5, 6. Петрографічний склад представлений габро-діабазами. Породи

характеризуються бульбашковою текстурою та діабазовою дрібнозернистою структурою. Розкрита товщина коливається від 4 до 39 м.

Третя інтрузія розташована на північному-сході від населеного пункту Сопачів. Ця інтрузія розкрита свердловиною № 5а. Петрографічний склад представлений габро-діабазами. Порооди характеризуються бульбашковою текстурою та діабазовою дрібнозернистою структурою. Розкрита товщина складає 19 м.

Верхній протерозой (PR₃)

Представлений вендською системою.

Вендська система (V)

Складена волинською та могилів-подільською серіями.

Волинська серія (V_{1vl})

Складена горбашівською та бабинською світами, а також комплексом габро і габро-долеритів бабинської світи.

Горбашівська світа (V_{1gb})

Розвинена майже на всій території району, крім півночі, північного сходу, сходу та південного сходу. Залягає з розмивом на відкладах поліської серії. Згідно перекриваються відкладами бабинської світи. Представлена гравелітами, крупно- і різнозернистими аркозовими пісковиками від світло-сірого до бурого кольору з лінзами і прошарками алевролітів, аргілітів, туфоаргілітів та туфопісковиків. Товщина відкладів складає 41 – 60 м.

Бабинська світа (V_{1bb})

Розвинена на північному заході, півночі, центрі, південному сході та півдні території району. В центральній частині району робіт відклади бабинської світи виходять у вигляді смуги субмеридіонального поширення шириною 12 – 17 км, під мезо-кайнозойські відклади. Залягає згідно на відкладах горбашівської світи. Незгідно перекривається могилів-подільською серією та мезозоєм. Представлена

перешаруванням базальтів, туфів та туфобрекчій. Товщина відкладів складає 49,5 – 280 м.

Комплекс габро і габро-долеритів бабинської світи (βvV_1bb)

Розкрито інтрузивні тіла у районі населених пунктів Острівці, Лозки, Володимирець. Петрографічний склад комплексу наступний: габро і габро-долерити. Інтрузії мають форму нахилених плаstopодібних тіл. Розкрита товщина складає 14 м.

Могилів-Подільська серія (V_2mg)

Відклади на території району простежуються південно-західніше лінії населених пунктів Старий Чарторийськ, Нові Підцаревичі, Березино, Серхів. Залягає незгідно на відкладах волинської серії. Згідно перекриваються утвореннями палеозою та незгідно – мезозоєм. Представлена в нижній частині розрізу алевролітами та туфітами, вище по розрізу представлена перешаруванням алевролітів, аргілітів та пісковиків. Товщина змінюється від десятих метра до 210 м.

Палеозойська ератема (PZ)

Складена кембрійською системою.

Кембрійська система (Є)

Представлена нижнім відділом.

Нижній відділ ($Є_1$)

Складений балтійською серією.

Балтійська серія ($Є_1bl$)

Розвинена на південному заході території району. Залягає згідно на відкладах могилів-подільської серії. Незгідно перекривається відкладами мезозою. Представлена перешаруванням аргілітів, алевролітів та пісковиків. Товщина утворень коливається від десятків метрів до 120 м.

Мезозойська ератема (MZ)

Крейдова система (K)

Представлена верхнім відділом.

Верхній відділ (K_2)

Складений сеноманським, туронським та коньякським ярусами.

Сеноманський ярус (K_{2s})

Розвинений на півночі, північному сході, сході, південному заході, заході та північному заході території району. На території ділянок відклади відсутні. Залягає з розмивом на відкладах палеозою та докембрію. Згідно перекривається утвореннями турону. Складений конгломератами, глинами, пісками, пісковиками та мергелями. Товщина відкладів коливається від 0 до 20 м.

Туронський ярус (K_{2t})

Розвинений на території району майже повсюдно. Розмитий спорадично на сході та півдні території району. Залягає згідно на відкладах сеноману, але з розмивом на відкладах палеозою та докембрію. Згідно перекривається утвореннями коньякського ярусу та незгідно – палеогеновою та четвертинною системами. Складений писальною крейдою та крейдоподібним мергелем. Товщина коливається від 0 до 60 – 65 м.

Коньякський ярус (K_{2k})

Розвинений на південному заході та заході території району. Залягає згідно на відкладах турону. Незгідно перекривається утвореннями палеогенової та четвертинної систем. Представлений крейдоподібним мергелем та писальною крейдою. Товщина коливається від 0 до 20 м.

Кайнозойська ератема (KZ)

У складі кайнозою виділяють палеогенову, неогенову та четвертинну системи.

Палеогенова система (P)

Представлена еоценом та олігоценом.

Еоцен (P_2)

Складений київським регіоярусом.

Київський регіоярус (P_{2kv})

Поширений на північному сході території району. На території ділянок відклади відсутні. Залягає трансгресивно на розмитій поверхні туронського ярусу. Згідно перекривається утвореннями еоцен-олігоцену та незгідно – четвертинною системою. Складений пісками кварцово-глауконітовими та мергелями. Товщина коливається від 0 до 20 м.

Еоцен-олігоцен (P_{2-3})

Представлений обухівським та межигірським регіоярусами нерозчленованими.

Обухівський та межигірський регіояруси нерозчленовані ($P_{2ob}-P_{3mž}$)

Розвинений на півночі, північному сході, сході, південному сході, півдні, південному заході, заході, північному заході та центрі території району. Залягає згідно на відкладах київського регіоярусу та трансгресивно на нерівній, розмитій поверхні верхньої крейди. Незгідно перекривається утвореннями неогенової та четвертинної систем. Представлений пісками кварцово-глауконітовими та кварцовими, дрібно- і тонкозернистими, рідше середньозернистими та глинистими, зеленими, зеленувато-сірими та жовтуватобурими. Товщина коливається від 1 до 23 м.

Неогенова система (N)

Представлена міоценом.

Міоцен (N_1)

Складений сарматським ярусом.

Сарматський ярус (N_{1s})

Поширений на північному сході, сході та південному сході території району. На іншій частині території має спорадичне поширення. Залягає на розмитій поверхні еоцен-олігоцену. Незгідно перекривається утвореннями четвертинної

системи. Складений пісками, супісками, вуглистими глинами. Товщина коливається від 0 до 25 м.

Четвертинна система (Q)

Розвинена на всій території району та території ділянки. Залягає трансгресивно на розмитій поверхні мезо-кайнозою. Моренні відклади представлені червонокольоровими гравійними несортованими глинистими пісками. Флювіогляціальні відкладення складені кварцовими та польовошпатово-кварцовими різнозернистими пісками сірого та буро-сірого забарвлення. Алювіальні відклади представлені кварцовими пісками, суглинками, лінзами перевідкладеної піщанистої крейди, іноді галечниками, торфом, блакитно-сірими суглинками та супісками. Болотні відклади складені торфом та глинистими пісками. Еолові відклади представлені пісками. Загальна потужність змінюється від 2 до 26 м.

1.5.2 Тектоніка

Район робіт у геоструктурному відношенні розташований у межах Волино-Подільської околиці Східно-Європейської платформи, в межах західного похованого схилу Українського кристалічного масиву.

У геологічному розрізі відкладів, що складають територію району робіт, відокремлюють два основні структурні поверхи, розділені поверхнями тектонічних неузгодженостей і ерозійних перерв [28]. Кожен із цих структурних поверхів має специфічні особливості геологічної будови.

Схематична тектонічна карта району проведення робіт наведена на Графічному додатку 3.

Перший, нижній структурний поверх складається кристалічними породами докембрію. У межах району робіт породи кристалічного фундаменту перекриті осадовим чохлом і занурені на глибину 200-600 м. До даного структурного поверху

відносяться граніти осницького комплексу (γPR_{1os}) та комплекс габро нижнього протерозою (vPR_1).

Другий структурний поверх складений осадово-вулканогенною товщею. Осадовий покрив цього структурного поверху характеризується великими стратиграфічними неузгодженнями в основі середнього протерозою, палеозою та мезозою. Усередині осадового чохла зафіксовано й інші, меншого масштабу, стратиграфічні неузгодженості. Осадово-вулканогенні утворення верхнього протерозою й осадові відклади фанерозою в геоструктурному відношенні нерівноцінні. Тому другий структурний поверх, представлений осадовими утвореннями платформного циклу розвитку, поділено на більш дрібні структурні елементи: нижній та верхній підповерхи.

Нижній структурний підповерх, що охоплює середньо- і верхньопротерозойські та палеозойські утворення, складений осадовим і ефузивно-осадовим комплексом. Він занурюється в західному і південно-західному напрямку під кутом 2-3 градуси. Товщина теригенної товщі сягає 400 і більше метрів.

До нижнього структурного підповерху належить два інтрузивні комплекси: комплекс габро-діабазів поліської серії середнього та верхнього рифею – горбашівської світи нижнього венду ($v\beta R_{2-3pl}-V_1gb$) та комплекс габро і габро-долеритів бабинської світи (βvV_1bb).

Верхній структурний підповерх складений мезозойськими і кайнозойськими майже горизонтально-лежачими осадовими породами. Уся ця товща з різкою кутовою незгідністю залягає на розмитій поверхні нижнього структурного підповерху. Верхній підповерх представлений породами верхньої крейди, палеогену, неогену і четвертинної системи, товщина яких збільшується зі сходу на захід за рахунок верхньокрейдових відкладів.

На території району робіт у межах схилу Українського кристалічного масиву відокремлюють три структурних елементи: Володимирецький блок, похований схил Українського кристалічного масиву та Сарненський блок.

Володимирецький блок розташований на північно-східній, східній та південно-східній частині території. Ділянка Чудлінського водозабору розташована на заході Володимирецького блоку. На заході межує з похованим схилом Українського кристалічного масиву, а на південному сході з Сарненським блоком. На півночі території із заходу на схід по лінії населених пунктів Рудка-Зелене-Озеро має ширину 32,7 км. Ширина цього блоку поступово звужується в напрямку на південь завдяки двом розривним порушенням північно-західного і північно-східного (Дубровицький розлом) простягання, що обмежують його. На широті населеного пункту Іванчі ширина цього блоку складає 6,3 кілометри. На широті населеного пункту Велика Осниця Володимирецький блок вже не простежується. З півночі на південь блок має довжину 36,4 км по лінії населених пунктів Половлі-Берестівка-Любахи-Лозки-Іванчі.

Сарненський блок розташований на південному сході району робіт. На північному заході межує з Володимирецьким блоком і похованим схилом Українського кристалічного масиву. На півдні має ширину 17,4 км. Цей блок з північного заходу обмежений Дубровицьким розломом північно-східного простягання. В напрямку на північ його ширина зменшується і на широті населеного пункту Берестівка цей блок вже не простежується. З півночі на південь блок має довжину 26,9 км по лінії населених пунктів Бутейки-Велике Вербне-Сварині-Дубівка.

Похований схил Українського кристалічного масиву розташований на північному заході, півдні, південному заході і заході району робіт. Ділянка Рафалівського-1 родовища розташована на південному сході похованого схилу Українського кристалічного масиву. На північному сході межує з Володимирецьким блоком, а на південному сході з Сарненським блоком. Цей структурний елемент відділений від сусідніх двох блоків розривними порушеннями. На півночі ширина похованого схилу Українського кристалічного масиву складає 19,8 км. В напрямку на південь його ширина збільшується і на

широті населеного пункту Велика Осниця складас 45,4 км. Потім в напрямку на південь його ширина знову звужується і на широті населеного пункту Куликовичі дорівнює 35,6 км. З півночі на південь блок має довжину 37,8 км по лінії населених пунктів Довжиця-Велика Яблунька-Оконськ-Маневичі-Прилісне-Карасин.

В межах району робіт також простежуються шість розривних порушень. П'ять з них достовірні й одне - ймовірне.

Розривне порушення північно-західного простягання простежується на відстані 42,2 км від русла річки Лоток до гирла річки Чопелька.

Ще одне розривне порушення північно-західного простягання знаходиться південно-західніше Чудлінського водозабору. Проходить через населені пункти Більська Воля-Собіщиці-Бабка-Балаховичі і далі на південний-схід до границі тектонічної карти району робіт. Простежується на відстані 37,6 км.

На карті нанесені три розривних порушення північно-східного простягання. Розглядати ці розломи будемо із заходу на схід. Перший розлом простежується на відстані 30,9 км від населеного пункту Іваничі до населеного пункту Зелене. Другий розлом простежується на відстані 18,9 км від населеного пункту Жовкинці до населеного пункту Озеро. Дубровицький розлом простежується на відстані 31,8 км від населеного пункту Велика Осниця до населеного пункту Дубівка.

Також на карті є ймовірне розривне порушення широтного простягання. Це порушення ділить похований схил Українського кристалічного масиву майже навпіл і проходить через населені пункти Костюхівка-Колодії. Розлом простежується на відстані 27,3 км. Завдяки цьому розлому північна частина похованого схилу Українського кристалічного масиву піднята відносно його південної частини.

Крім того, на території робіт є достовірні та ймовірні розломи менших порядків, які на тектонічну карту району проведення робіт не були нанесені.

1.6 Історія геологічного розвитку

У другій половині протерозойського еону на території району відбувалося інтенсивне руйнування кристалічних порід, що утворилися в археї та ранньому протерозої: гнейсів, гранітоїдів, основних і ультраосновних порід [28].

Цими породами були складені гори, унаслідок руйнування яких у континентальних умовах відбувалося нагромадження потужної теригенної товщі польовошпатово-кварцових пісковиків поліської серії.

До кінця протерозойського еону гори були в основному зруйновані, а найближчі западини заповнені уламковим матеріалом. Припускають, що наприкінці протерозою в районі відбулись інтенсивні розривні тектонічні рухи, унаслідок яких південно-західна частина протерозойської платформи була розірвана на низку брил. Утворилася серія розривних порушень по яких виливалася базальтова магма. Багаторазове чергування в розрізі базальтів, лавобрекчій, туфів і туфобрекчій свідчить про непоодинокі виверження магматичного розплаву, а про його багаторазове проникнення в той час. У нижній частині вулканогенно-уламкової товщі переважають туфи і туфобрекчії, а у верхній частині розрізу переважають лавобрекчії і базальти. Крім цього на території району робіт і на суміжних територіях розвинені інтрузивні комплекси основного складу. На підставі аналізу великої кількості геологічних даних схилиються до того, що низка центрів вивержень стародавніх вулканів знаходилась в межах району робіт, а також на сході та південному сході від нього. У місцях вивержень формувалися гори з ефузивно-пірокластичного матеріалу, які в процесі руйнування дали у наступний період уламковий матеріал для накопичення теригенних товщ могилів-подільської серії в континентальних і прибережно-морських умовах.

Наприкінці верхньопротерозойського еону вулканічні гори були пенепленізовані і вся територія району була зайнята морським басейном, де відбувалося накопичення уламкового матеріалу (балтійська серія).

Від раннього кембрію до пізнього ордовика розглянута територія представляла собою сушу. На початку пізньоордовичької епохи знову відбулася трансгресія моря, яка залишила свої сліди у вигляді малопотужного шару вапняків.

Наприкінці пізньоордовичької епохи море знову покинуло межі району. Стійке прогинання південно-західної околиці Східно-Європейської платформи почалося в ранньому силурі, протягом якої на території району накопичилася потужна товща карбонатних порід.

Наприкінці силурійського періоду почалося підймання суші. У девонському періоді в результаті неодноразового опускання і підняття платформи відбувалося накопичення і розмив відкладів. Після завершення континентальних умов, що тривалий час існували, в кам'яновугільному періоді відбувалося руйнування утворень девонської, силурійської, ордовичької систем, а також нижньокембрійського відділу.

У крейдовому періоді розглянута територія була зайнята морем. Морські умови існували до початку коньякського віку. Потім почалося підняття Українського кристалічного щита й опускання Львівської западини, тобто регресія пізньокрейдowego моря. У результаті цього, пізньокрейдові басейни (коньякський, сантонський і всі наступні), займали все менше і менше площі. З території району пізньокрейдове море пішло в другій половині сантонського віку.

Наприкінці палеогенового періоду морські трансгресії ненадовго захоплювали розглянуту територію. Це були, головним чином, мілководні моря. Наприкінці сармату море пішло. Наприкінці міоценової та на початку ранньочетвертинної епох у районі панували процеси вивітрювання та розмиву, завдяки чому більшою мірою були знищені відклади межигірського, сарматського та крейдового віку. У цей час утворена і глибоко врізана гідрографічна мережа та горбистий рельєф району.

Надалі північна частина району була зайнята дніпровським льодовиком, який приніс із собою велику кількість моренного матеріалу, що послужив для накопичення флювіогляціальних пісків і суглинків.

Завдяки зниженню базису ерозії басейну р. Прип'ять на початку сучасної епохи почалося інтенсивне врізання річок (Стир, Горинь, Устя та ін.) у власний алювій і утворення терас.

Наразі територія зазнає невеликого підняття.

1.7 Гідрогеологічні умови

Згідно схеми гідрогеологічного районування України район робіт відноситься до Волино-Подільського артезіанського басейну.

У відповідності до геологічної будови в межах району виділяється ряд водоносних горизонтів та комплексів, які зверху вниз змінюють по розрізу один одного та відрізняються літологічним та петрографічним складом водомістких порід, так і умовами живлення, циркуляції та розвантаження підземних вод [25].

У районі робіт виділені наступні водоносні горизонти й комплекси:

- водоносний комплекс у відкладах четвертинної системи;
- водоносний горизонт у відкладах сарматського ярусу;
- водоносний горизонт у відкладах київського, обухівського та межигірського регіоярусів;
- водоносний комплекс у відкладах верхньої крейди;
- водоносний комплекс у відкладах балтійської серії;
- водоносний комплекс у відкладах могилів-подільської серії;
- водоносний горизонт у відкладах бабинської світи;
- водоносний горизонт у відкладах горбашівської світи;
- водоносний горизонт у відкладах поліської серії;

- підземні води тріщинуватої зони середньопротерозойських-верхньопротерозойських інтрузивних комплексів габро, габро-долеритів та габро-діабазів.

Гідрогеологічна карта району робіт наведена на графічному додатку 4, ділянки робіт та розрізи до неї – на графічних додатках 5 та 6, відповідно.

Водоносний комплекс у відкладах четвертинної системи – Q

Має повсюдне поширення. Водовмісними породами є різні за крупністю піски озерно-болотного, водно-льодовикового і алювіального генезису товщиною до 15 м, в середньому 5-7 м. Статичний рівень ґрунтових вод встановлюється на глибині від кількох десятків сантиметрів в заплавах річок до 5-7 м на вододілах. Дебіти свердловин і колодязів змінюються від 8,64 до 86,4 м³/добу, при зниженнях 2-7 м. За хімічним складом води переважно гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією до 0,6 г/дм³. У розрізі четвертинного водоносного комплексу присутні прошарки суглинків, які слугують розділювальними водотривами, не витриманими в плані.

Живлення атмосферне, в долинах річок – паводково-атмосферне. Водовмісні породи четвертинного водоносного комплексу мають гідродинамічний зв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами та комплексами: водоносним горизонтом у відкладах сарматського ярусу; водоносним горизонтом у відкладах київського, обухівського та межигірського регіоярусів; водоносним комплексом у відкладах верхньої крейди та водоносним горизонтом у відкладах бабинської світи.

Частково використовується для індивідуального водопостачання в сільських населених пунктах, експлуатується шахтними колодязями. Від забруднення з поверхні не захищений.

Водоносний горизонт у відкладах сарматського ярусу – N_{1s}

Розповсюджений на території спорадично. Водовмісні породи представлені кварцовими дрібнозернистими пісками та супісками. Товщина обводненої товщі коливається від 0 до 13,6 м, з переважанням 5-9 м. Глибина залягання підземних вод

складає 3,85-6,0 м. Дебіт змінюється від 3,2 до 56,7 м³/добу. За хімічним складом води в основному гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією 0,3-0,9 г/дм³. Лінзи і прошарки глин, що зустрічаються в розрізі, створюють місцеву поверховість водоносного горизонту. Вони слугують місцевими водотривами. Води горизонту безнапірні, але місцями, де розвинені лінзи глин, створюється незначний місцевий напір.

Живлення комплексу проходить за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, розвантаження – на схилах балок. Водоносний горизонт у відкладах сарматського ярусу має гідродинамічний зв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами та комплексами: з водоносним горизонтом у відкладах київського, обухівського та межигірського регіоярусів; водоносним комплексом у відкладах верхньої крейди та водоносним горизонтом у відкладах бабинської світи.

Для централізованого водопостачання непридатний. Використовується населенням для задоволення власних питних потреб. Від поверхневого забруднення захищений погано.

Водоносний горизонт у відкладах київського, обухівського та межигірського регіоярусів - $P_2kv + P_3mž$

Розвинений на північному заході, північному сході, сході, південному сході, південному заході, заході і центрі території робіт. Водомісткі породи представлені пісками кварцово-глауконітовими дрібно- та тонкозернистими, рідше середньозернистими. Товщина обводненої товщі коливається від 0 до 17 м, з переважанням 4-6 м. Дебіти вод коливаються від 26,8 м³/добу (при зниженні 4 м) до 138,2 м³/добу (при зниженні 2 м). За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,3-0,8 г/дм³. Лінзи глин слугують місцевими водотривами.

Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, розвантаження – на схилах долин. Води цього горизонту безнапірні, але лінзи глин можуть створювати невеликий місцевий напір. Водоносний горизонт у відкладах

київського, обухівського та межигірського регіонів має гідродинамічний зв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами та комплексами: з водоносним комплексом у відкладах верхньої крейди та водоносним горизонтом у відкладах бабинської світи.

Для централізованого водопостачання непридатний. Використовується населенням для задоволення власних питних потреб. Експлуатується за допомогою шахтних колодязів. За умовами залягання належить до незахищених від поверхневого забруднення.

Водоносний комплекс у відкладах верхньої крейди – К₂

В межах району робіт поширений скрізь, за винятком невеликих ділянок в заплаві р. Стир та р. Рів. Водовмісні породи представлені писальною крейдою, мергелем та пісковиками. Товщина обводненої товщі коливається від 0 до 76 м. Дебіти свердловин змінюються від 8,64 до 1321,9 м³/добу, при зниженні рівнів 1,2 до 5,32 м. Питомі дебіти складають від 8,64 до 1209,6 м³/добу, при зниженні рівня 1,2-5,3 м. За хімічним складом води гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією до 0,42 г/дм³. У верхній частині цього комплексу розвинений кольматаційний шар грузлої крейди товщиною від 2 до 10 м, який є місцевим водотривом. Завдяки ньому формується місцевий напір. Розвинений кольматаційний шар майже повсюдно за винятком долин р. Стир та р. Рів і глибоких балок.

Живлення комплексу проходить за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а в долинах річок за рахунок перетоку із глибокозалягаючих водоносних горизонтів. Водоносний горизонт у відкладах верхньої крейди має гідродинамічний зв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами та комплексами: з водоносним комплексом у відкладах балтійської серії; з водоносним комплексом у відкладах могилів-подільської серії; з водоносним горизонтом у відкладах бабинської світи; з водоносним горизонтом у відкладах горбашівської світи; з водоносним горизонтом у відкладах поліської серії та з підземними водами

тріщинуватої зони середньопротерозойських-верхньопротерозойських інтрузивних комплексів габро, габро-долеритів та габро-діабазів.

За хімічним складом води верхньокрейдові відкладів придатні для водопостачання, проте невелика і непостійна потужність водоносного комплексу та значні коливання багатоводності обмежує можливості використання їх для водопостачання. Експлуатується за допомогою свердловин. Водоносний комплекс від поверхневого забруднення захищений погано.

Водоносний комплекс у відкладах балтійської серії – С₁bl

Розвинений лише на південному заході району робіт в районі населених пунктів Довжиця та Граддя. Водовмісними породами є пісковики та алевроліти. Товщина обводненої товщі коливається від 0 до 71,5 м. Дебіти змінюються від 14,7 до 60,5 м³/добу. Хімічний склад цих вод гідрокарбонатний кальцієвий та гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий. Мінералізація складає 0,5 г/дм³.

Живлення водоносного горизонту відбувається завдяки інфільтрації атмосферних опадів. Водоносний комплекс має гідравлічний зв'язок з водоносним комплексом у відкладах могилив-подільської серії.

Незначна водозбагаченість і велика глибина залягання цього водоносного комплексу ускладнює використання цих вод для водопостачання великих населених пунктів. Від поверхневого забруднення захищений погано.

Водоносний комплекс у відкладах могилив-подільської серії – V₂mg

Розвинений південно-західніше лінії населених пунктів Серхів-Березина-Костюхнівка-Велика Ведмежка-Старий Чарторийськ-Заріччя. Водовмісні породи представлені туфитами, пісковиками, алевролітами та аргілітами. Велика кількість розривних порушень розірвала водоносний горизонт на блоки. Обводненість відкладів зумовлена пористістю пісковиків, а також їх тріщинуватістю, спричиненою тектонічними розломами [36]. Дебіти змінюються від 86,4 до 259,2 м³/добу, при зниженні рівня на 15-25 м. За хімічним складом води могилив-подільської серії гідрокарбонатні кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,4-0,7 г/дм³.

Живлення комплексу проходить за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, шляхом перетікання води із водоносного комплексу у відкладах верхньої крейди, а також завдяки зонам тріщинуватості. В непорушених умовах розвантаження комплексу відбувається в річкових долинах в алювіальні відклади або в мергельно-крейдову товщу верхньої крейди. Водоносний комплекс у відкладах могилів подільської серії має гідравлічний зв'язок з водоносним горизонтом у відкладах бабинської світи.

Використовується населенням для задоволення власних питних потреб. Експлуатується за допомогою поодиноких свердловин. Водоносний комплекс на більшій частині території слід вважати захищеним від поверхневого забруднення.

Водоносний горизонт у відкладах бабинської світи – V_{1bb}

Розвинений на північному заході, півночі, сході, південному сході, півдні, південному заході, заході та центрі території робіт. Відклади горизонту відсутні лише на крайньому північному сході, сході та південному сході. Водовмісними породами в нижній частині водоносного горизонту є туфи та туфіти різної зернистості з переважанням тонкозернистих, в верхній частині розрізу – базальтами, зонально тріщинуватими. Водоносність комплексу перебуває в прямій залежності від ступеня їхньої тріщинуватості в зонах давнього вивітрювання, а також у зонах дроблення, приурочених до тектонічних розломів. За результатами геофізичних досліджень поблизу села Острів, до глибини 60–70 метрів у верхній частині залягають щільні базальти, які утворюють верхній відносний водотривкий шар. Водоносність базальтової пачки змінюється в широкому діапазоні. Дебіти свердловин змінювалися від 63 до 1728 м³/добу при зниженні відповідно від 4,1 до 21,8 м, питомі дебіти змінюються від 7,2 до 371,5 м³/добу. Статичні рівні встановлюються біля денної поверхні та вище за неї на 0,3–3,6 м. Водозбагаченість туфів в цілому незначна. Дебіти свердловин змінюються від 107,1 до 475,2 м³/добу, при відповідному зниженні від 4,8 до 23,7 м. Переважаючими є дебіти 86,4–172,8 м³/добу при зниженні 20–35 м. Велика кількість тектонічних розломів розірвала

водоносний горизонт на блоки, порушивши його цілісність. За хімічним складом води в основному гідрокарбонатного натрієвого типу з мінералізацією до 0,7 г/дм³.

Живлення відбувається за рахунок інфільтрації вод із вище розташованих водоносних горизонтів крізь систему тектонічних розломів скидового характеру. Водоносний горизонт у відкладах бабинської світи має гідравлічний зв'язок з нижчезалягаючими водоносними горизонтами: з водоносним горизонтом у відкладах горбашівської світи та водоносним горизонтом у відкладах поліської серії. Підтік вод із водоносних горизонтів, які залягають нижче, здійснюється завдяки розвиненим зонам тріщинуватості в ослабленій зоні контакту туфів з базальтами.

Води цього водоносного горизонту мають неглибоке залягання та гарну якість. Використовуються для питного водопостачання в низці населених пунктів. Захищені від поверхневого забруднення.

Водоносний горизонт у відкладах горбашівської світи – *V_{1gb}*

Розвинений на північному заході, півночі, сході, південному сході, півдні, південному заході, заході та центрі території робіт. Відклади горизонту відсутні лише на крайньому північному сході, сході та південному сході. У зв'язку з загальним зануренням порід на південний захід глибина залягання покрівлі горизонту змінюється від 67 до 230 м. Водовмісні породи представлені різнозернистими, слабозцементованими польовошпатово-кварцовими пісковиками з прошарками гравелистих різновидів, товщиною 30-40 м. В непорушених умовах статичні рівні знаходились на глибині 2,59 м до +0,47 м. Величина напору змінюється від 63,6 до 215,8 м. Дебіти свердловин змінюються від 51,8 до 2540,2 м³/добу, при зниженнях відповідно від 8,6 до 9,3 м. Верхнім водотривким шаром слугують туфогенні відклади водоносного горизонту у відкладах бабинської світи. Велика кількість тектонічних розломів порушила цілісність водоносного горизонту та розбила його на блоки. За хімічним складом вода гідрокарбонатна натрієва з мінералізацією 0,33-0,61 г/дм³. По мірі занурення водоносного горизонту, склад

води змінюється на гідрокарбонатний натрієвий і хлоридно-гідрокарбонатний натрієвий з мінералізацією 0,92-1,32 г/дм³.

Живлення горизонту відбувається в північно-східній, східній та південно східній частині району робіт. Саме там водоносний горизонт виходить під крейдові відклади. Водоносний горизонт у відкладах горбашівської світи має гідравлічний зв'язок з водоносним горизонтом у відкладах поліської серії та підземними водами тріщинуватої зони середньопротерозойських-верхньопротерозойських інтрузивних комплексів габро, габро-долеритів та габро-діабазів.

Води хорошої якості. Використовуються для централізованого водопостачання м. Вараш. Захищені від поверхневого забруднення.

Водоносний горизонт у відкладах поліської серії – R_{2-3pl}

Водоносний горизонт має повсюдне поширення. Водовмісні породи представлені багаторазовим чергуванням дрібнозернистих, іноді середньозернистих кварцово-польовошпатових пісковиків, алевролітів та аргілітів. У верхній частині водоносного горизонту багатоводність зумовлена тріщинуватістю зони вивітрювання та тріщинуватістю, спричиненою тектонічними порушеннями. Режим водоносного горизонту напірний. У процесі занурення пісковиків під відклади волинської серії спостерігається зменшення їхньої водопроникності, а відтак і водозбагаченості. Дебіт свердловин змінюється від 345,6 до 1140,5 м³/добу, при зниженнях 13-15 м. Статичні рівні встановлюються поблизу земної поверхні і вище до +3,2 м. Верхня частина водоносного горизонту розкрита на глибинах від 155 до 297 м. Значна кількість тектонічних розломів порушила цілісність водоносного горизонту, розділивши його на окремі блоки. За хімічним складом підземні води горизонту гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією 0,7 г/дм³. Відсутність регіонально витриманих водотривів у покрівлі відкладів поліської серії зумовлює тісний гідравлічний взаємозв'язок описуваних підземних вод із водами водоносних горизонтів, що залягають вище.

Живлення горизонту відбувається в північно-східній, східній та південно-східній частині району робіт, де горизонт виходить під крейдові відклади. Водонесний горизонт у відкладах поліської серії має гідравлічний зв'язок з підземними водами тріщинуватої зони середньопротерозойських-верхньопротерозойських інтрузивних комплексів габро, габро-долеритів та габро-діабазів.

Води гарної якості. Використовуються для питного водопостачання в низці населених пунктів на сході району робіт. На більшій частині території захищені від поверхневого забруднення.

**Підземні води тріщинуватої зони середньопротерозойських-
верхньопротерозойських інтрузивних комплексів габро, габро-долеритів та
габро-діабазів – $\beta vPR_2 + PR_3$**

Розповсюджені поблизу населених пунктів: Вирка, Володимирець, Острівці, Лозки, Сопачів та Чуддя. Приурочені до інтрузивних тіл габро-діабазів, габро-долеритів та габро, які залягають усередині водонесного горизонту у відкладах поліської серії та подекуди виходять на пізньокрейдову поверхню. Водовмісні породи представлені тріщинуватими габро-діабазами, габро-долеритами та габро. Тріщинуватість інтрузивних тіл нерівномірна як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках. У місцях виходу інтрузивних тіл під мезо-кайнозойську поверхню їхня тріщинуватість зумовлена значною мірою чинниками вивітрювання. Крім того, широко розвинена первинна тріщинуватість, пов'язана з охолодженням і кристалізацією магми. Значна кількість тектонічних розломів, що сприяли утворенню інтрузивних комплексів, часто викликала тектонічні напруження, які, у свою чергу, призводили до появи додаткових тріщин. Води тріщинуватої зони інтрузивних комплексів мають напори, величини котрих залежать від глибини залягання інтрузивних тіл та змінюються від 16,4 до 200 і більше метрів. Статичні рівні фіксуються на глибинах від 0 до 2,1 м. Дебіти свердловин змінюються від 8,64 до 161,6 м³/добу при зниженнях 6,5-23,4 м. За хімічним складом води

гідрокарбонатні кальцієво-натрієві та гідрокарбонатні кальцієві, з мінералізацією 0,15-0,22 г/дм³.

Живлення підземних вод тріщинуватої зони відбувається, в основному, за рахунок надходження вод із водоносного горизонту у відкладах поліської серії. З цього ж водоносного горизонту, нижче за потоком, здійснюється й основне розвантаження вод тріщинуватої зони інтрузій. Меншою мірою живлення вод відбувається за рахунок перетікання з вищезалягаючих водоносних горизонтів і комплексів.

Використовується населенням для задоволення власних питних потреб. Експлуатується за допомогою поодиноких свердловин. Підземні води слід вважати захищеними від поверхневого забруднення.

1.8 Оцінка ступеня геологічної та гідрогеологічної вивченості району

Перші відомості про геологію району робіт належать до XIX ст. Це були здебільшого географічні описи, в яких питанням геології приділяли дуже мало уваги. В період 1959 – 1973 роки була проведена комплексна геологічна зйомка району робіт з використанням колонкового буріння свердловин, за результатами якої були видані геологічні карти масштабу 1:200 000 листи М-35-II, М-35-III, М-35-VIII та М-35-IX, дана загальна гідрогеологічна характеристика району.

Вивчення умов волинського водоносного комплексу нижнього венду (горбашівський та бабинський водоносні горизонти) почалося з розвідки підземних вод 1969-1971 рр. для водопостачання Рівненської АЕС, яку на той момент ще проєктували [25]. Пошук та розвідка підземних вод були виконані по верхньокрейдovому водоносному горизонту та бабинському водоносному комплексу. Розвідані були чотири ділянки, дві з яких на верхньокрейдovий водоносний горизонт, й дві – на бабинський водоносний комплекс, відповідно. Затверджені у 1971 р. запаси складали 10,3 тис.м³/добу по категоріям А+В та 33,3

тис.м³/добу по категоріям С₁ та С₂. Експлуатаційні запаси на цій території були затверджені вперше (протокол УкрТКЗ № 3297 від 21.12.1971 р.) [31]. Фактично, експлуатувався тільки водозабірний майданчик №1 (Рафалівський водозабір), який був детально розвіданий.

В зв'язку з розширенням м. Вараш, у 1979 та 1981 рр. були видані технічні завдання Ризькому відділенню «Атомтеплоэлектропроект» на попередню та детальну розвідки підземних вод для господарсько-питного водопостачання II-ї черги Рівненської АЕС, м. Вараш (на той момент м. Кузнецовськ) та ремонтно-виробничого технологічного підприємства. Додаткова потреба у воді складала 12,0 тис.м³/добу.

Роботи по пошуку додаткового джерела водопостачання відбувались у дві стадії – попередньої та детальної розвідки у 1980-1983 рр. [27]. В основному, розвідка виконувалась на ділянці, що розташована в 5,5 км на північний схід від РАЕС.

За результатами виконаних робіт [27], станом на 01.10.1983 р. були вперше підраховані та представлені на затвердження балансові експлуатаційні запаси підземних вод горбашівського водоносного горизонту волинського комплексу нижнього венду по Чудлінській ділянці детальної розвідки. Затверджені запаси склали 12,0 тис.м³/добу (протокол УкрТКЗ № 4372 від 12.03.1984 р.) [32].

До жовтня 1989 р. водозабезпечення ВП Рівненська АЕС та м. Вараш виконувалося за рахунок Рафалівського водозабору, який знаходиться біля с. Острів у 5-ти км на південь від проммайданчика РАЕС.

Чудлінський водозабір був введений в експлуатацію у жовтні 1989 р.

У 1988 р. Рівненською геологорозвідувальною експедицією були проведені обстеження обох водозаборів та регулярні заміри динамічних рівнів в експлуатаційних свердловинах, за результатами яких були побудовані депресійні воронки зниження рівнів підземних вод бабинського та горбашівського водоносних горизонтів станом на 01.10.1989 р. та 01.01.1990 р., відповідно для Рафалівського та

Чудліньського водозаборів [30]. З введенням у дію Чудліньського водозабору знизився водовідбір на Рафалівському до 9-10 тис.м³/добу, що обумовило забезпечення відновлення експлуатаційних запасів на цьому водозаборі і зменшення розмірів депресійної воронки. Станом на 01.01.2018 р. динамічні рівні у свердловинах водозабору залягають на глибинах 5-16 м і займають абсолютні позначки 148,1-158,8 м.

В 2019 р. Рівненська КГП ДП «Українська геологічна компанія» виконала детальний аналіз отриманих польових матеріалів Рівненської КГП та матеріалів Рівненської АЕС, побудувала графіки режимних спостережень за рівневим режимом ґрунтових, верхньокрейдових і нижньовендських водоносних горизонтів та комплексів. Склала карти гідроізогіпс ґрунтових вод та карти гідроізоп'єз горбашівського та бабинського водоносних горизонтів нижнього венду. Належну увагу приділила і аналізу хімічного стану підземної гідросфери на території досліджень. Обрахувала коефіцієнти нестачі насичення вод кальцієм для оцінки геолого-гідрогеологічного середовища та прогнозу карстово-суфозійних процесів [23].

На момент детальної розвідки Чудліньського водозабору (1984 р.), на території ділянки робіт, водозаборами ще активно не експлуатувався горбашівський водоносний горизонт й граничні умови були недостатньо вивчені. Зараз, вже стало зрозуміло, що експлуатація вищезазначеного водоносного горизонту на ділянці Рафалівська-1 Рафалівського родовища (водозабір ВП «Рівненська АЕС») спричинило активізацію карстово-суфозійних процесів, внаслідок чого, й змін фільтраційних характеристик у водоносних горизонтах та комплексах.

Крім того, на даній території поширені локальні тектонічні порушення, що обумовлюють певним чином граничні умови горбашівського водоносного горизонту.

На даний час, на території ділянки робіт наявні два водозабори, які експлуатують горбашівський водоносний горизонт:

- Рафалівський водозабір (експлуатує горбашівський водоносний горизонт спільно з бабинським);
- Чудлінський водозабір (експлуатує тільки горбашівський водоносний горизонт).

Підземні води з Рафалівського водозабору використовуються головним чином для потреб Рівненської АЕС, а також для водопостачання м. Вараш та прилеглих населених пунктів (передаються до КП «Вараштепловодоканал»).

Підземні води з Чудлінського водозабору використовуються тільки на потреби м. Вараш та прилеглих населених пунктів (надрокористувачем є КП «Вараштепловодоканал», який і здійснює водопостачання).

У 2023 році були виконані роботи по детальній геолого-економічній оцінці експлуатаційних запасів питних підземних вод ділянки Рафалівська-1 Рафалівського родовища [24]. Затверджені запаси склали: балансові – 13,7 тис.м³/добу за категоріями А+В (код класу 111) та запаси, промислове значення яких не визначено – 18,9 тис.м³/добу за категоріями С₁ та С₂ (код класу 332) (протокол ДКЗ України № 5659 від 19.12.2023 р.) [7].

Ділянка Рафалівська-1 Рафалівського родовища є перезатвердженою ділянкою №1, запаси якої, були раніше затверджені протоколом УкрТКЗ № 3297 від 21.12.1971 р.

Зазначені роботи по вивченню геологічної будови і гідрогеологічних умов дослідженої території загалом дозволяють оцінити її вивченість як недостатню, бо потребують більш детального вивчення граничних умов водоносних горизонтів й їх фільтраційних характеристик.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Збір фактичного матеріалу та його узагальнення

З метою визначення геологічної та тектонічної будови, гідрогеологічних умов території району досліджень було виконано:

- збір геологічних та гідрогеологічних матеріалів, отриманих в результаті знімальних, пошуково-розвідувальних та тематичних робіт;
- збір матеріалів по діючим водозаборах: їх розташування, режим експлуатації, журнали вимірів рівнів, показники якісного складу підземних вод;
- консультації з провідними фахівцями Рівненської ГРЕ, щодо гідрогеологічних умов території ділянки робіт.

Геолого-гідрогеологічні фондові матеріали були зібрані у ДНВП «Геоінформ України». Матеріали, щодо експлуатації водозаборів зібрані у КП «Вараштепловодоканал».

2.2. Еколого-гідрогеологічне обстеження водозабору

З метою оцінки впливу експлуатації Чудлінського водозабору на стан гідрогеологічних умов і навколишнього середовища, а також оцінки санітарних умов та виявлення можливих потенційних джерел забруднення підземних вод було проведено еколого-гідрогеологічне обстеження прилеглої до водозабору території.

До складу еколого-гідрогеологічного обстеження входили такі види робіт:

- обстеження водозабірних споруд;
- виявлення можливих джерел забруднення підземних вод;
- відбір проб ґрунтів.

До завдань обстеження водозабірних споруд входило:

- перевірка технічного стану свердловин;
- перевірка наявності технічних можливостей для вимірів рівнів підземних вод у свердловинах та відбору проб води для проведення хімічних аналізів [2];
- відбір проб води з кожної свердловини.

Еколого-гідрогеологічне обстеження відбувалось у дві черги: першочергово було обстежено водозабірні споруди, виміряно рівні, дебіти та відібрано проби води з свердловин водозабору, а у другу чергу проведено обстеження території на наявність можливих джерел забруднень, відібрані проби ґрунтів на кількісний аналіз атомно-абсорбційним методом.

Проводилися контрольні виміри рівнів та дебітів. Рівні підземних вод вимірювались електроконтактним рівнеміром GS-100, а витрати за допомогою водовимірювальних приладів надрокористувача.

Під час первинного обстеження були відібрані проби води із свердловин Чудлінського водозабору: 7 проб води на скорочений хімічний аналіз.

До скороченого аналізу входило вимірювання наступних показників: рН, загальна жорсткість, перманганатна окислюваність, сухий залишок, мінералізація, Na, K, Ca, Mg, NH₄, Fe (заг.), Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, PO₄, F, NO₃, NO₂, Si.

У ході еколого-гідрогеологічного обстеження у межах ЗСО водозабору проводився відбір проб ґрунтів з метою оцінки рівня їхнього забруднення. Усього було відібрано 15 проб з ділянок, які розташовані у різних частинах поясів ЗСО. Фонова ділянка відбору проб знаходилася на відстані 2,5 км у північно-східному напрямку від ділянки Чудлінського водозабору (місце відбору №10). Схема розташування точок відбору проб ґрунтів наведена на рисунку 2.1.

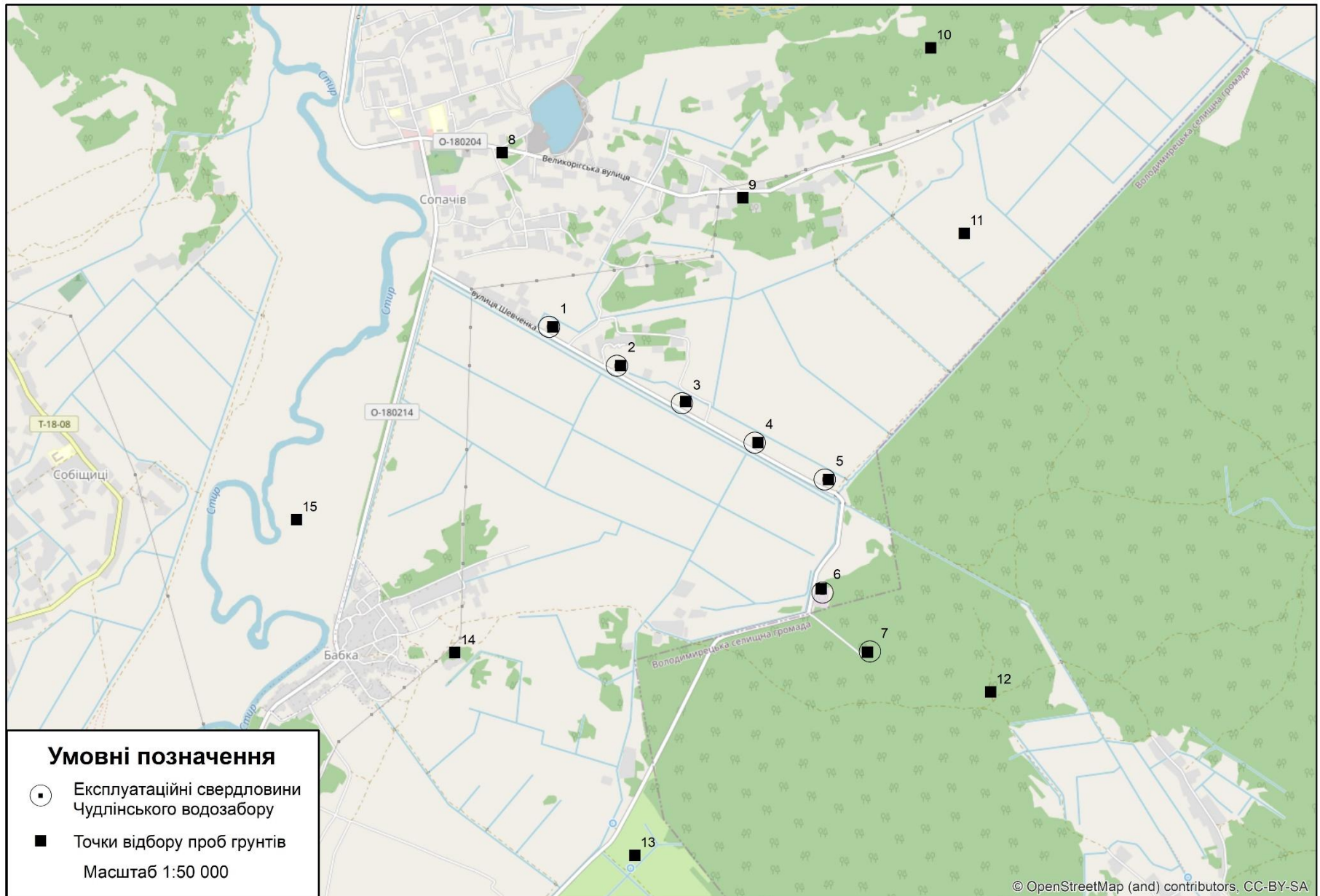


Рис. 2.1. – Схема розташування точок відбору проб ґрунтів

У відповідності до ДСТУ ISO 10381-2 «Якість ґрунту. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб» [13], ДСТУ ISO 10381-4 «Якість ґрунту. Частина 4. Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблюваних ділянок» [14], ДСТУ ISO 10381-5 «Якість ґрунту. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забруднення ґрунтів» [15], проба ґрунту відбиралася на ділянці відбору, яка представляє собою пробний майданчик розміром не менш 10 x 10 м. Точкові проби відбираються на пробному майданчику з одного шару методом «конверту» (чотири точки по кутах і одна в центрі). Об'єднану пробу складають шляхом змішування точкових проб, відібраних на одному майданчику. Вона повинна відбивати дійсний середній стан складу ґрунтів. Маса об'єднаної проби повинна бути не менше 1 кг. Точкові проби відбиралися пластмасовим шпателем з прикопок.

Усього було відібрано 15 проб ґрунту для визначення хімічних елементів та сполук, які мають гранично допустимі концентрації для ґрунтів, затверджені нормативами ГДК небезпечних речовин у ґрунтах, а також перелік таких речовин. Визначались – Mn, V, Pb, As, Cu, Ni, Zn, Co у валовому вмісті та Cu, Ni, Zn, Co у рухомій формі та NO_3 .

2.3. Дослідно-фільтраційні роботи

Дослідно-фільтраційні роботи проводились з метою уточнення основних гідрогеологічних параметрів, граничних умов та схематизації горбашівського водоносного горизонту. Було заплановано дві дослідні кушові відкачки – одна для визначення гідрогеологічних параметрів водоносного горизонту, друга – для уточнення наявності граничних умов та гідравлічного зв'язку між свердловинами.

Дослідно-фільтраційні роботи полягали у регулярних спостереженнях за зміною рівнів у дослідних свердловинах [17]. Відкачки проводились на одне зниження з подальшими спостереженнями за відновленням рівнів.

Методика проведення дослідно-фільтраційних робіт складена відповідно до ДСТУ Б В.2.1-24:2009 «Методи польових випробувань проникності» [8] та з урахуванням досвіду обробки результатів досліджень іноземних фахівців [33, 34, 37, 38, 40, 41, 42].

Дослідна кушова відкачка з св. № 3, спостережні – №№ 1, 2, 4, 5, 64н. Перед відкачкою, впродовж 1 доби водовідбір з св. №№ 1, 2, 3, 4, 5 не здійснювався. Свердловина № 64н є однією з спостережних свердловин, що залишились з часів детальної розвідки родовища та, відповідно, має усталений статичний рівень.

Тривалість дослідної відкачки визначалась часом настання квазістаціонарного режиму фільтрації у дальній спостережній свердловині (не враховуючи св. № 64н, оскільки вона не використовувалась для визначення фільтраційних характеристик):

$$t_k = \frac{r^2}{0,4 \cdot a}, \quad (2.1)$$

де, r – відстань від центральної свердловини № 3 до дальньої спостережної № 1 – 980 м,

a – прогнозний коефіцієнт п'єзопровідності – на стадії проектування робіт був взятий наступний – $5 \cdot 10^5$ м²/добу.

$$t_k = 980^2 / (0,4 \cdot 5 \cdot 10^5) = 4,8 \text{ діб}$$

Для створення показникової ділянки на графіках простеження додано ще час відкачки $T > 3 \cdot t_k$. Розрахункова тривалість дослідної відкачки з св. № 3 – не менше 14,4 діб. Тривалість спостережень за відновленням рівня – 1 доба.

Під час відкачки на стадії зниження рівнів спостереження планувались з наступною періодичністю – один вимір через 5 хвилин, перші дві години через 10 хвилин, наступні 10 годин через годину, 3 доби через 2-3 години й до кінця відкачки через 6-8 годин. У св. № 64н спостереження за зміною рівня відбувались 3 рази: перед відкачкою, через 7 днів після початку та після завершення відкачки.

Під час відкачки на стадії відновлення рівнів спостереження були заплановані таким чином: перші три години через 10 хвилин, потім кожну годину до відновлення.

Відкачка проводилась насосом ЕЦВ 8-40-60, з дебітом 50 м³/год (продуктивність вища за номінальну через завантаження насосу на глибину, яка є меншою ніж на розрахований гідравлічний напір насосу). Вода при відкачці йшла у збірний трубопровід до насосної станції II-го підйому. Продуктивність насосу та об'єм відібраної води фіксувались водолічильником, встановленим на гирлі свердловини. Виміри рівнів проводились у п'єзометричній трубці (ПЕ Ø32 мм) електроконтактним рівнеміром GS-100. Результати вимірів заносились до журналу відкачки у електронному вигляді.

Дослідна кушова відкачка з св. № 5, спостережні – №№ 6, 7, 64н. Перед відкачкою, впродовж 2 діб водовідбір з св. №№ 5, 6, 7 не здійснювався. Планова тривалість відкачки – 5 діб. Періодичність спостережень за рівнями: перші 6 годин виміри кожну годину, далі добу виміри раз на 4 години й до кінця відкачки раз на 6-8 годин.

Необхідність проведення відкачки виникла для підтвердження гідравлічного зв'язку свердловин № 6, 7 до лінійного ряду – св. №№ 1, 2, 3, 4, 5. Додатково, необхідно було перевірити – чи впливає водовідбір з св. № 5 на св. № 64н, що знаходиться по іншу сторону від тектонічного порушення.

Після відкачок були відібрані проби води з кожної експлуатаційної свердловини.

Період проведення дослідно-фільтраційних робіт – липень 2024 р.

2.4. Спостереження за якісним складом підземних вод

З грудня 2023 р. по вересень 2025 р. на Чудлінському водозаборі проводилися контрольні спостереження за дебітом, рівнями підземних вод та хімічним складом.

Контрольні заміри проводилися один раз у квартал. Відбір проб води проводився з струї водовідбірного крану під час роботи свердловин. Усього відібрано 56 проб води на хімічний аналіз, в т.ч. 7 проб на скорочений та 49 проб на розширений аналіз. Відбір проб води здійснювався згідно настановам ДСТУ ISO 5667 «Якість води. Відбирання проб» [11,12].

У воді експлуатаційного водоносного горизонту були визначені наступні хімічні елементи та показники: рН, загальна жорсткість, перманганатна окислюваність, сухий залишок, мінералізація, Na, K, Ca, Mg, NH₄, Fe (заг.), Cl, SO₄, HCO₃, CO₃, PO₄, F, NO₃, NO₂, Si, Cd, Co, Mn, Cu, Ni, Pb, Sr, Cr, Zn, Al, B, Mo, Hg, АПАР, As, Se, Be, Sb, ціаніди та нафтопродукти.

Вивчення якісного складу велось Лабораторією досліджень об'єктів довкілля ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ».

Відбір проб води здійснювався щоквартально у хлорвінілові та скляні пляшки (об'ємом 0,25 та 1 л). Проби води в день відбору транспортувалися машинами в лабораторію. Проби для визначення заліза, органічних та мікрокомпонентів консервувались згідно діючих методик.

Проби води аналізувались з урахуванням вимог та методик наведених в ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [16].

Хімічні аналізи ґрунтів проводилися Лабораторією досліджень об'єктів довкілля ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ» у відповідності до затверджених нормативних документів. Визначення вмісту показників встановлювалось методами полуменевої та електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, атомно-абсорбційним та потенціометричним методами. Усього було проаналізовано 15 проб ґрунтів.

Період проведення лабораторних досліджень: IV кв. 2023 р. – III кв. 2025 р.

2.5. Камеральні роботи

Камеральні роботи включали до себе:

- камеральну обробку результатів режимних спостережень, аналізу режиму експлуатації родовища;
- детальне вивчення геологічної, тектонічної будови району робіт, гідрогеологічних умов території;
- обробку результатів дослідно-фільтраційних робіт, визначення гідрогеологічних параметрів водоносного горизонту;
- вивчення якісного складу підземних вод.

Зміст та оформлення кваліфікаційної роботи проведено відповідно до Методичних рекомендацій щодо написання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістра та з урахуванням вимог ДСТУ 4068-2002 «Звіт про геологічне вивчення надр» [10].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведені дослідження були у рамках геолого-економічної оцінки Чудлінського водозабору, в яких я приймав безпосередню участь, як відповідальний виконавець, працюючи на підприємстві ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ».

Весь комплекс робіт виконувався з IV кв. 2023 р. по IV кв. 2025 р. Таким чином, по цьому водозабору мною був отриманий досвід виконання робіт з геологічного вивчення надр від підписання договору до передачі звіту на експертизу в ДКЗ України.

3.1. Результати збору фактичного матеріалу

В результаті зібраних геологічних, гідрогеологічних фондових матеріалів, отриманих від ДНВП «Геоінформ України» були сформовані та побудовані:

- схематична геологічна карта району робіт масштабу 1:200 000, стратиграфічна колонка та геологічні розрізи;
- схематична тектонічна карта району робіт масштабу 1:200 000;
- схематична гідрогеологічна карта району робіт масштабу 1:200 000 та розрізи до неї;
- схематична гідрогеологічна карта ділянки проведення робіт масштабу 1:25 000 та розрізи до неї;
- карта гідроізоп'єз ділянки проведення робіт 1:25 000, наведена на графічному додатку 7.

Під час збору фактичного матеріалу було здійснено декілька відряджень до м. Рівне для консультації з провідними фахівцями Рівненської ГРЕ (АТ «Північукргеологія»), які займаються вже більш як 40-ка річним вивченням

території Рівненської області, в т.ч. вивченням екзогенних процесів, які активізуються на даній території внаслідок здійснення водовидобутку. На ділянці Чудлінського водозабору активізація карстово-суфозійних процесів майже не помітна, але на території Рафалівського-1 водозабору ситуація вже значно складніше та потребує детального моніторингу.

3.2. Результати еколого-гідрогеологічного обстеження водозабору

У ході еколого-гідрогеологічного обстеження було встановлено, що усі свердловини обладнані водолічильниками, які пройшли відповідну метрологічну повірку, що свідчить про правильність даних видобутку підземних вод.

В процесі обстеження свердловин перевірено наявність технічних можливостей для вимірів рівнів підземних вод та відбору проб води на хімічні аналізи. Проведені контрольні виміри рівнів підземних вод по свердловинах водозабору показали достовірність величин, отриманих під час режимних спостережень надрокористувачем.

Еколого-гідрогеологічне обстеження проведено на площі 8 км², що прилягає до ділянки Чудлінського водозабору.

Результати лабораторних досліджень проб ґрунтів наведені у табл. 3.1. ГДК у таблиці приведено відповідно до Постанови КМУ № 1325 від 15.12.2021 р [18].

Під час обстеження прилеглої місцевості зовнішніх ознак негативного впливу експлуатації водозабору на навколишнє середовище, як то пригнічення рослин, осідання земної поверхні, змін поверхневого стоку тощо, помічено не було. Враховуючи достатньо глибоке залягання експлуатаційного водоносного горизонту та його перекриття водотривкими шарами, пряма взаємодія з поверхневими водами та водами четвертинного водоносного комплексу ускладнена. Тому негативний вплив водозабору на навколишнє середовище по даним напрямкам мало ймовірний.

Таблиця 3.1.

Результати лабораторних досліджень проб ґрунтів

№ з/п	Місце відбору	Вміст елементу, мг/кг												
		Mn	Pb	Zn		Cu		Co		Ni		As	V	NO ₃ ⁻
	Форми металів	валова	валова	валова	рухома	валова	рухома	валова	рухома	валова	рухома	валова	валова	
	ГДК, мг/кг	1500,00	32,00	-	23,00	-	3,00	-	-	-	4,00	2,00	150,00	130,00
1	№ 1	83,30	<15,00	12,00	0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	33,60	22,40
2	№ 2	176,70	<15,00	12,40	0,70	<5,00	<0,50	<12,00	0,60	<12,00	<0,50	<0,10	32,60	44,70
3	№ 3	31,30	<15,00	6,30	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	30,70	20,20
4	№ 4	120,00	<15,00	13,30	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	36,20	33,60
5	№ 5	223,30	<15,00	13,00	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	41,70	37,80
6	№ 6	83,30	<15,00	18,00	1,60	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	46,20	41,60
7	№ 7	18,70	<15,00	4,30	0,60	7,70	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	33,20	<15,50
8	№ 8	80,00	<15,00	14,30	1,00	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	35,10	39,20
9	№ 9	2,30	<15,00	2,40	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	25,30	<15,50
10	№ 10	37,00	<15,00	5,00	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	34,40	25,20
11	№ 11	96,70	<15,00	12,30	0,80	<5,00	<0,50	<12,00	1,30	<12,00	<0,50	<0,10	41,60	27,10
12	№ 12	<2,00	<15,00	<2,00	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	30,20	<15,50
13	№ 13	33,00	<15,00	9,70	1,90	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	29,70	44,30
14	№ 14	8,00	<15,00	<2,00	<0,50	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	34,10	<15,50
15	№ 15	123,30	<15,00	12,70	0,80	<5,00	<0,50	<12,00	<0,50	<12,00	<0,50	<0,10	30,60	19,10

3.3. Результати дослідно-фільтраційних робіт

Отримані під час детальної розвідки гідрогеологічні параметри були використані під час обробки результатів дослідно-фільтраційних робіт (далі – ДФР), як базові значення, на які можна спиратись у розрахунках:

- коефіцієнт водопровідності – 217-584 (прийняте для підрахунку – 330), м²/добу;
- коефіцієнт п'єзопровідності – $1,3 \cdot 10^6$ м²/добу.

Водоносний горизонт був схематизований, як напівобмежений в плані (границя II-го роду) напірний однорідний пласт.

3.3.1. Графоаналітичний метод визначення гідрогеологічних параметрів

Для визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів горбашівського водоносного горизонту на ділянці Чудлінського водозабору у липні 2024 р. були проведені дослідно-фільтраційні роботи, які представляли собою спостереження за зниженням і відновленням рівнів по свердловинах водозабору.

Для визначення гідрогеологічних параметрів була проведена дослідна кушова відкачка з св. №3 з спостережними свердловинами №№ 1, 2, 4, 5, 64н. Під час ДФР стало зрозумілим, що спостерігати за рівнями у св. №№ 4 та 5 немає сенсу, тому що на рівні в них суттєво впливають свердловини №№ 6 та 7, які час від часу запускали у роботу. Також періодично запускали у роботу св. №5, що також відобразилось на рівневому режимі. Виміри рівня у св. № 64н були здійснені перед відкачкою, через 7 днів після початку та після відкачки з метою встановлення проникності тектонічного порушення, що розташоване між Чудлінським водозабором та св. № 64н.

Схема розташування дослідного куша та гідрогеологічний розріз до неї наведено на графічному додатку 8, аркуш 1.

Протяжність відкачки склала 14,92 діб, або 21 480 хв. Дебіт відкачки склав $0,83 \text{ м}^3/\text{хв} \approx 50 \text{ м}^3/\text{год} \approx 1\,200 \text{ м}^3/\text{добу}$. Спостереження за відновленням рівнів відбувалось майже 1 добу, або 1 435 хв.

Схематизація гідродинамічних умов пласту – напівобмежений в плані (границя II-го роду – межа с постійною витратою $q=0$, яка розташована на відстані 1 950 м) напірний однорідний пласт.

Перед дослідною кущовою відкачкою водовідбір з св. №№ 1, 2, 3 не здійснювався впродовж 1 доби, тобто відкачка розпочата в св. № 3 при умовно статичному рівні 14,82 м (абс. відм. рівня – 144,48 м), у св. № 1 – 15,93 м (абс. відм. рівня – 143,37 м), у св. № 2 – 15,47 м (абс. відм. рівня – 143,83 м).

Відстань від центральної свердловини № 3 до дальньої свердловини № 1 – 980 м, до св. № 2 – 480 м.

Результати спостережень за зниженням та відновленням рівнів при відкачці оброблені графоаналітичним методом та наведені разом з розрахунками коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності на графічному додатку 8.

Зниження рівнів. Графоаналітичний метод розрахунків фільтраційних параметрів при зниженні рівнів застосовувався у трьох модифікаціях – часове, площадне та комбіноване простеження. Обробка даних проводилась на підставі логарифмічної апроксимації формули Тейса [35, 39]:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} * \left[-Ei \left(-\frac{r^2}{4at} \right) \right], \text{ при } \frac{r^2}{4at} < 0,1 \quad (3.1)$$

$$S = \frac{0,183Q}{km} \lg \frac{2,25at}{r^2}, \quad (3.2)$$

де, S – зниження рівня в дослідній свердловині, м;

Q – дебіт свердловини, $\text{м}^3/\text{добу}$;

km – коефіцієнт водопровідності, $\text{м}^2/\text{добу}$.

Для розрахунку величини $\frac{r^2}{4at}$ обрані наступні значення:

r – відстань між центральною та дальньою свердловиною – 980 м;

a – коефіцієнт п'єзопровідності – $1,3 \cdot 10^6$ м²/добу;

t – час проведення дослідної відкачки ≈ 16 діб.

Відповідно, $\frac{r^2}{4at} = \frac{980^2}{4 \cdot 1,3 \cdot 10^6 \cdot 16} = 0,01$. З цього виходить, що логарифмічна апроксимація формули Тейса (метод Джейкоба) для розрахунків може бути застосована.

Для отримання залежностей, застосованих для розрахунку гідрогеологічних параметрів, вищенаведена формула (3.2) була записана у вигляді рівняння прямої у напівлогарифмічних координатах: зниження (вісь ординат) відносно логарифму часу lgt , відстані lgr та комплексного показника $lg \frac{t}{r^2}$ з відповідними координатами A_t та C_t , A_r та C_r , A_{t/r^2} та C_{t/r^2} . В залежності від обраних координат розрахунок був проведений трьома способами обробки:

Для *часового простеження* $S = f(lg t)$ були виконані розрахунки контрольного часу t_k (по формулі 2.1):

Для св. № 1 $t_k = 2\ 660$ хв, для св. № 2 – 638 хв.

Дотичні до напівлогарифмічних графіків часового простеження побудовані після настання контрольного часу. За характером кривих зниження рівнів після настання контрольного часу свердловини вийшли на квазістаціонарний режим фільтрації. Незначні флуктуації кривих напівлогарифмічних графіків свідчать про тріщинувату будову водоносного горизонту. Графіки часового простеження, контрольний час, дотичні до графіків, їх параметри та результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності наведені на графічному додатку 8, аркуш 1.

Графіки *площадного простеження* $S = f(lg r)$ побудовані для:

- $t_1 = 18\ 420$ хв при $S_{св1} = 1,85$ м, $S_{св2} = 2,41$ м.
- $t_2 = 21\ 300$ хв при $S_{св1} = 1,98$ м, $S_{св2} = 2,56$ м.

Прямі графіків паралельні, що свідчить про період квазістаціонарного режиму фільтрації. Графіки площадного простеження та результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності наведені на графічному додатку 8, аркуш 1.

Криві графіків *комбінованого простеження* $S = f(\lg t/r^2)$ дозволили побудувати єдину дотичну до них. Графіки комбінованого простеження, дотична до них, її параметри та результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності наведені на графічному додатку 8, аркуш 1.

Відновлення рівнів. Обробка результатів спостережень за відновленням рівнів в свердловинах виконана на підставі рівняння:

$$S^* = \frac{0,183Q}{km} * \lg \frac{T+t}{t}, \quad (3.3)$$

де, S^* - відновлення рівня в дослідній свердловині, м;

Q – дебіт свердловини, м³/добу;

km – коефіцієнт водопровідності, м²/добу;

T – період зниження, діб;

t – період відновлення, діб.

Обробка результатів спостережень за відновленням рівнів виконана способом часового простеження $S^* = f(\lg \frac{t}{T+t})$. Графіки часового простеження, дотичні до них та результати розрахунків коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності наведені на графічному додатку 8, аркуш 1.

Розрахунок коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності виконаний за формулами, отриманими шляхом перетворень формули Джейкоба (3.2) – запису її у вигляді напівлогарифмічних прямих. Формули для розрахунків коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Формули для розрахунку коефіцієнтів водопровідності та п'єзопровідності

Способи обробки		
Часове простеження	Площадне простеження	Комбіноване простеження
$S = f(\lg t)$	$S = f(\lg r)$	$S = f(\lg t/r^2)$
$km = \frac{0,183Q}{C_t}$	$km = \frac{0,366Q}{C_r}$	$km = \frac{0,183Q}{C_{t/r^2}}$
$\lg a = 2 \lg r - 0,35 + \frac{A_t}{C_t}$	$\lg a = \frac{2A_r}{C_r} - 0,35 - \lg t$	$\lg a = \frac{A_{t/r^2}}{C_{t/r^2}} - 0,35$
Часове простеження		
$S^* = f(\lg \frac{t}{T+t})$		
$km = \frac{0,183Q}{C}$		
$\lg a = 2 \lg r - 0,35 + \frac{S_{max}}{C} - \lg T$		

Під час обробки результатів відкачки за дотичною до графіку комбінованого простеження були визначені досить великі значення коефіцієнту п'єзопровідності – $6,4 \cdot 10^7$ м²/добу, що є аномально високим значенням для цього водоносного горизонту в межах ділянки робіт.

Для отримання коректних значень був застосований метод врахування додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин (ΔS). Розрахунок був проведений по наступній формулі:

$$\Delta S = \sum_{i=5}^7 S_i, \quad (3.4)$$

де, S_i – зниження у спостережній свердловині від роботи i свердловини ($i=5, 6, 7$), що розраховане по формулі 3.2.

Вихідні дані для розрахунків наведені у табл. 3.3, результати – у табл. 3.4.

Таблиця 3.3.

Вихідні дані для розрахунку додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин

№ спост. св.	kt , м ² /добу	a , м ² /добу	t , діб	Q_5 , м ³ /добу	Q_6 , м ³ /добу	Q_7 , м ³ /добу	r_5 , м	r_6 , м	r_7 , м
1	330	$1,3 \cdot 10^6$	16	493	693	401	2020	2440	2920
2							1515	1950	2440

Таблиця 3.4.

Результати розрахунку додаткової зрізки рівня від роботи впливаючих свердловин

№ спост. св.	ΔS_5	ΔS_6	ΔS_7	$\Delta S_{5,6,7}$
1	0,29	0,34	0,17	0,80
2	0,36	0,42	0,20	0,98

Від зниження рівнів у спостережних свердловинах №№ 1, 2 були відняті додаткові зрізки рівня, відповідно до табл. 3.4, й перебудовані графіки простеження. Вихідні дані для побудови графіків простеження (динамічні рівні, зниження без урахування додаткової зрізки та зниження з урахуванням додаткової зрізки) наведені у таблицях вихідних даних на графічному додатку 8, аркуш 2.

Даний метод показав задовільний результат – коефіцієнт п'єзопровідності знизився до $3,1 \cdot 10^6$ м²/добу, що майже співвідноситься з значеннями, визначеними під час детальної розвідки. Таким чином, можна вважати, що застосований метод є обґрунтованим й прийнятним для подальшої обробки результатів дослідно-фільтраційних робіт.

За побудованими графіками простеження та дотичними до них були розраховані коефіцієнти водопровідності та п'єзопровідності (за формулами, наведеними у табл. 3.2) та узагальнені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5.

**Основні гідрогеологічні параметри, розраховані графоаналітичним методом
за результатами дослідної кушової відкачки**

Етап дослідної кушової відкачки	Спосіб обробки результатів	№ спост. св.	Коефіцієнт водопровідності km , м ² /добу	Коефіцієнт п'єзопровідності a , м ² /добу
Зниження рівнів	Часове простеження	1	348	$2,6 \cdot 10^6$
		2	353	$1,4 \cdot 10^6$
	Площадне простеження	1	242	$3,6 \cdot 10^6$
		2	234	$3,8 \cdot 10^6$
	Комбіноване простеження	1, 2	376	$3,1 \cdot 10^6$
Відновлення рівнів	Часове простеження	1	296	10^6
		2	286	$1,2 \cdot 10^6$

Для подальшого використання, наприклад, для розрахунку прогнозного зниження, на мою думку, обґрунтованіше використовувати коефіцієнти водопровідності та п'єзопровідності, які отримані способом комбінованого простеження, як комплексного методу, що передбачає регулярне одночасне простеження зміни рівня у декількох спостережних свердловинах з врахуванням

відстаней між свердловинами дослідного куша. Усереднення визначених значень, на мою думку, недоцільно.

3.3.2. Уточнення наявності гідравлічного зв'язку між свердловинами Чудлінського водозабору та впливу граничних умов

За результатами проведення дослідної кушової відкачки з св. № 3 було встановлено нормальний гідравлічний зв'язок між свердловинами №№ 1, 2, 3, 4, 5. Зниження рівня у св. № 64н не було помічено (статичний рівень як був +0,9 м перед початком відкачки, так й залишився на тому ж рівні на кінець відкачки).

Для підтвердження гідравлічного зв'язку вищенаведених свердловин з свердловиною № 7 була проведена дослідна кушова відкачка з св. № 5. Спостережними свердловинами були №№ 6, 7 та 64н. Планова тривалість відкачки 5 діб, але через вихід з ладу трансформатору на св. №5, який подавав напругу на електронасос, відкачку довелось завершити через 8 годин. Дебіт відкачки склав $0,80 \text{ м}^3/\text{хв} \approx 48 \text{ м}^3/\text{год} \approx 1\,150 \text{ м}^3/\text{добу}$. Перед початком відкачки св. №№ 5, 6, 7 не експлуатувались близько 2-х діб.

Основні результати відкачки наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6.

Основні результати дослідної відкачки з св. № 5

№ св.	Умовно статичний рівень, м	Досягнутий динамічний рівень, м	Зниження, м
5	17,13	30,49	13,36
6	13,00	13,23	0,23
7	14,45	14,75	0,30
64н	+0,9	+0,9	0,0

За результатами дослідної кушової відкачки з св. № 5 можна зробити висновок, що водоносний горизонт в межах лінійного ряду водозабірної ділянки

має нормальний непорушений гідравлічний зв'язок. Щодо проникності тектонічного порушення, то за 8 годин відкачки рівень у свердловині № 64н очікувано також не змінився.

За результатами дослідної кушової відкачки з св. № 3 не було виявлено прямого впливу тектонічного порушення (ГУ II-роду) на дослід, але для подальших досліджень доцільно врахувати граничні умови, що забезпечить додатковий інженерний запас розрахунків.

3.4. Результати спостережень за якісним складом підземних вод

За результатами лабораторних досліджень були узагальнені у табл. 3.7. дані щодо якісного складу питних підземних вод горбашівського водоносного горизонту за даними лабораторії ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ». На усі, наведені у таблиці, компоненти проводились вимірювання щоквартально з IV кв. 2023 р. по III кв. 2025 р., тобто 8 вимірів. Вимірювання бору не здійснювалось у пробах, відібраних у IV кв. 2023 р., таким чином загальна к-ть вимірювань вмісту бору – 7.

Графіки коливань вмісту сухого залишку, натрію, хлоридів, заліза загального, фосфатів, фторидів та бору наведені на рисунках 3.1-3.7, відповідно.

В цілому, підземні води горбашівського водоносного горизонту мають строкатий хімічний склад. В основному від більшості свердловин відрізняються св. №№ 1 та 2, в них катіонно-аніонний склад має підвищені значення. Таке збільшення вмісту можна пояснити інфільтраційним живленням водоносного горизонту через «вікна розмиву» мергельно-крейдяної товщі, яке добре візуалізовано на схематичній гідрогеологічній карті ділянки робіт (гр. дод. 5).

Формування якісного складу підземних вод горбашівського водоносного горизонту є доволі складним питанням та є цікавою темою для подальших досліджень, оскільки в розрізі цієї роботи це не є темою дослідження.

Таблиця 3.7.

Відомості щодо граничних коливань основних показників за даними лабораторії ТОВ «ГЕОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ»

Компоненти хім. складу	ГДК	Од. вим.	Св. №1	Св. №2	Св. №3	Св. №4	Св. №5	Св. №6	Св. №7
рН	6,5 – 8,5	од. рН	8,39-8,45	8,38-8,49	8,42-8,49	8,46-8,49	7,96-8,49	8,38-8,48	8,40-8,48
Загальна жорсткість	≤ 7	ммоль/дм ³	0,4-1,0	0,2-0,8	0,15-0,4	0,2-0,4	0,2-0,3	0,2-0,8	0,2-0,4
Перманганатна окислюваність	≤ 5	мгО/дм ³	1,28-2,26	0,84-2,18	1,00-2,12	0,96-1,84	0,44-2,04	2,20-4,58	0,68-2,20
Сухий залишок	≤ 1000	мг/дм ³	996-1084	632-784	264-648	248-366	214-234	222-256	216-252
Мінералізація	-	мг/дм ³	1107,19-1212,48	751,52-893,88	479,15-761,01	354,30-492,49	307,57-332,60	321,98-358,61	315,67-355,23
Натрій	≤ 200	мг/дм ³	380-406	242-293	140-248	92,9-140	84,6-98,0	84,2-97,0	84,2-92,8
Калій	-	мг/дм ³	3,86-4,59	0,76-3,54	1,78-3,41	1,39-2,16	1,36-1,80	1,63-2,01	1,03-1,82
Кальцій	-	мг/дм ³	4,01-8,02	2,00-8,02	2,00-4,01	2,00-4,01	2,00-4,01	2,00-4,01	2,00-4,01
Магній	-	мг/дм ³	2,43-7,29	1,22-4,86	0,61-2,43	1,22-2,43	1,22	1,22-7,29	1,22-2,43
Амоній	≤ 0,5	мг/дм ³	н/в	н/в	н/в-0,15	н/в-<0,1	н/в-<0,1	н/в-0,17	н/в-0,42
Залізо загальне	≤ 0,2	мг/дм ³	0,15-1,96	0,11-0,75	0,12-0,24	<0,1-0,14	<0,1-0,19	<0,1-0,15	<0,1-0,18
Хлориди	≤ 250	мг/дм ³	429,30-459,08	219,79-285,37	62,04-217,31	7,09-62,04	1,77-3,55	3,55-7,09	3,55-10,64
Сульфати	≤ 250	мг/дм ³	н/в-37,04	н/в-32,92	н/в-19,75	н/в-20,58	н/в-14,81	н/в-10,7	н/в-18,11
Гідрокарбонати	-	мг/дм ³	256,28-305,10	262,39-292,90	256,28-292,90	207,47-268,49	201,37-231,88	207,47-225,77	201,37-219,67
Карбонати	-	мг/дм ³	3-12	6-12	9-12	9-12	н/в-18	12-18	12-21
Фосфати	≤ 3,5	мг/дм ³	0,26-0,33	0,32-0,58	0,56-0,91	0,91-1,04	0,72-0,78	0,06-0,10	0,61-0,94
Фториди	≤ 1,5	мг/дм ³	0,19-0,32	0,24-0,40	0,23-0,38	0,18-0,31	0,16-0,30	0,20-0,36	0,19-0,32
Нітрати	≤ 50	мг/дм ³	н/в-<0,5	н/в-<0,5	н/в-<0,5	<0,5	н/в-<0,5	н/в-<0,5	<0,5
Нітрити	≤ 0,5	мг/дм ³	н/в-0,22	н/в-0,017	н/в-0,006	н/в-0,18	н/в-0,082	н/в-0,16	н/в-0,03
Кремній	≤ 10	мг/дм ³	2,44-6,00	3,82-7,00	3,01-6,90	3,01-6,97	3,83-7,42	5,58-13,06	3,14-7,39
Бор	≤ 0,5	мг/дм ³	0,35-0,74	0,40-0,71	0,37-0,65	0,33-0,46	0,23-0,48	0,42-0,67	0,29-0,47

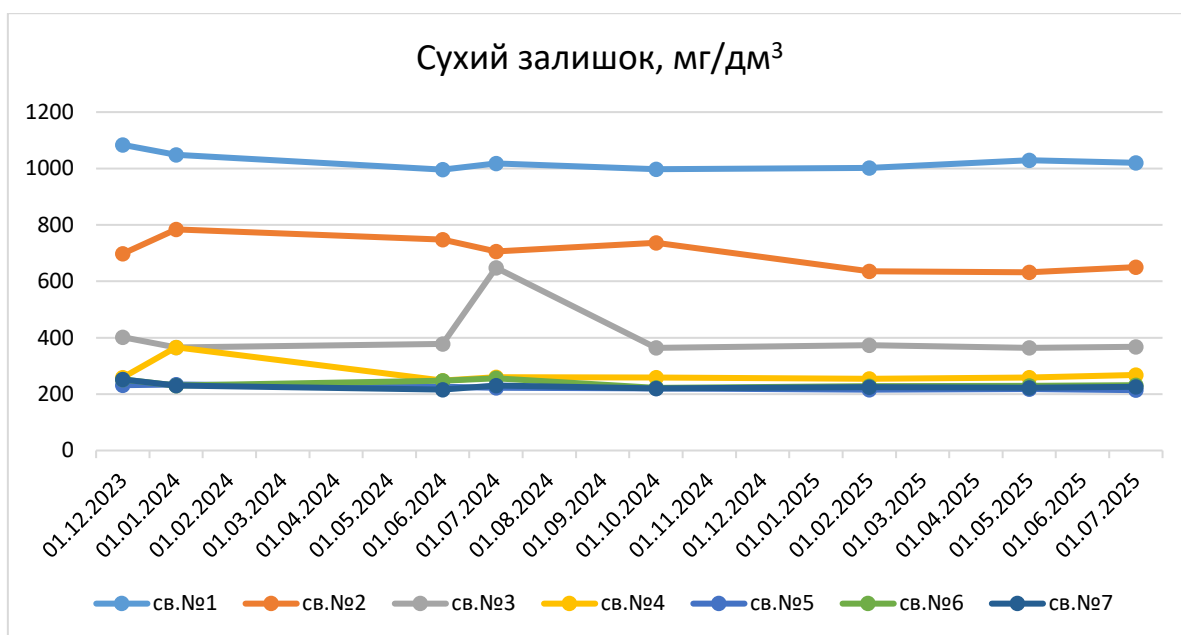


Рис. 3.1. – Графік коливання вмісту сухого залишку

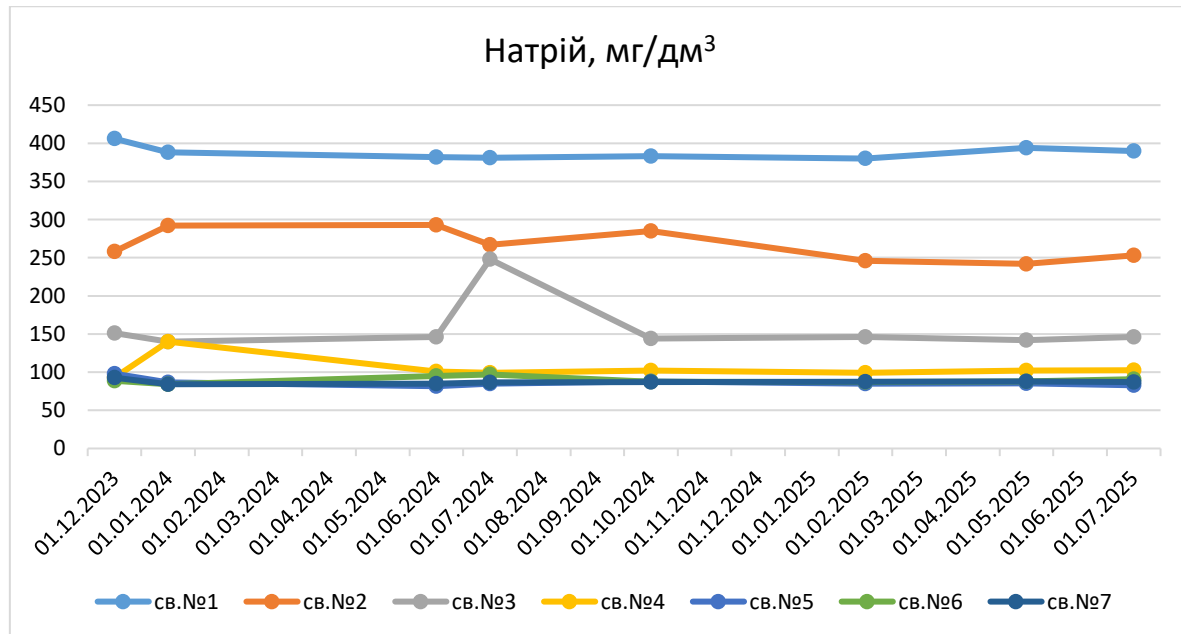


Рис. 3.2. – Графік коливання вмісту натрію

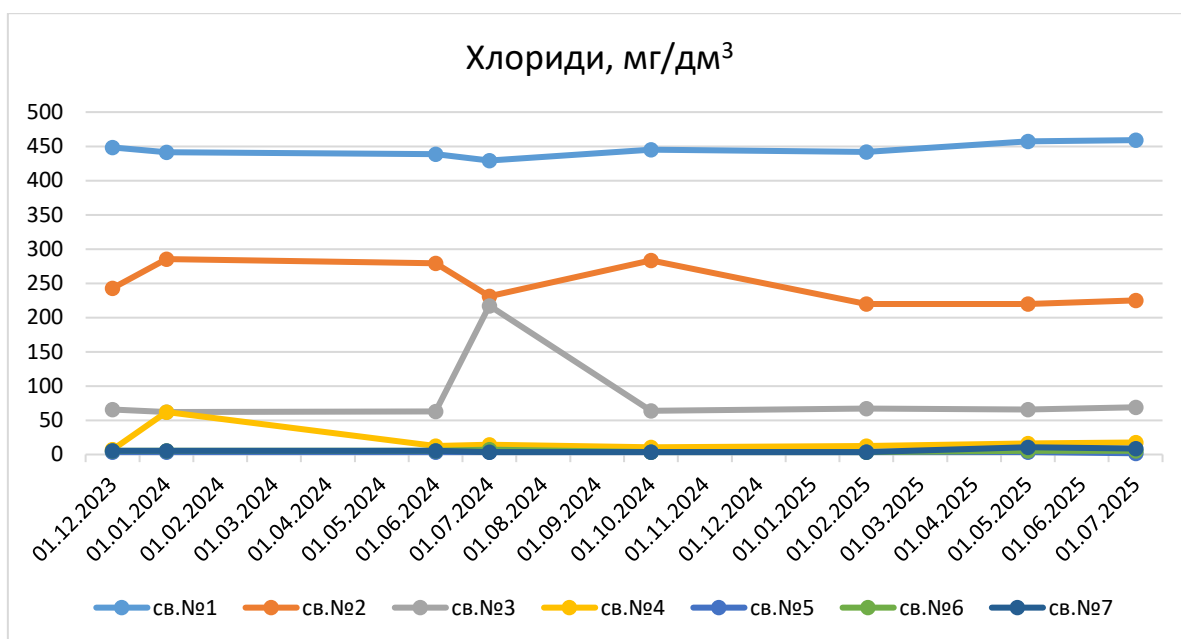


Рис. 3.3. – Графік коливання вмісту хлоридів

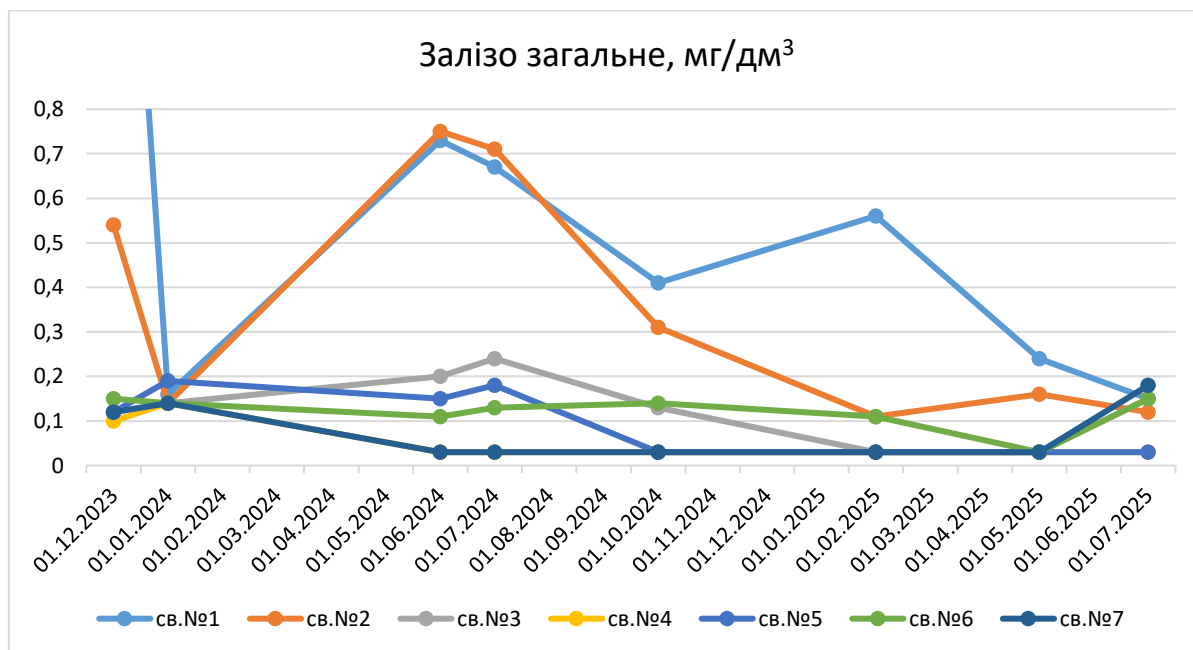


Рис. 3.4. – Графік коливання вмісту заліза загального

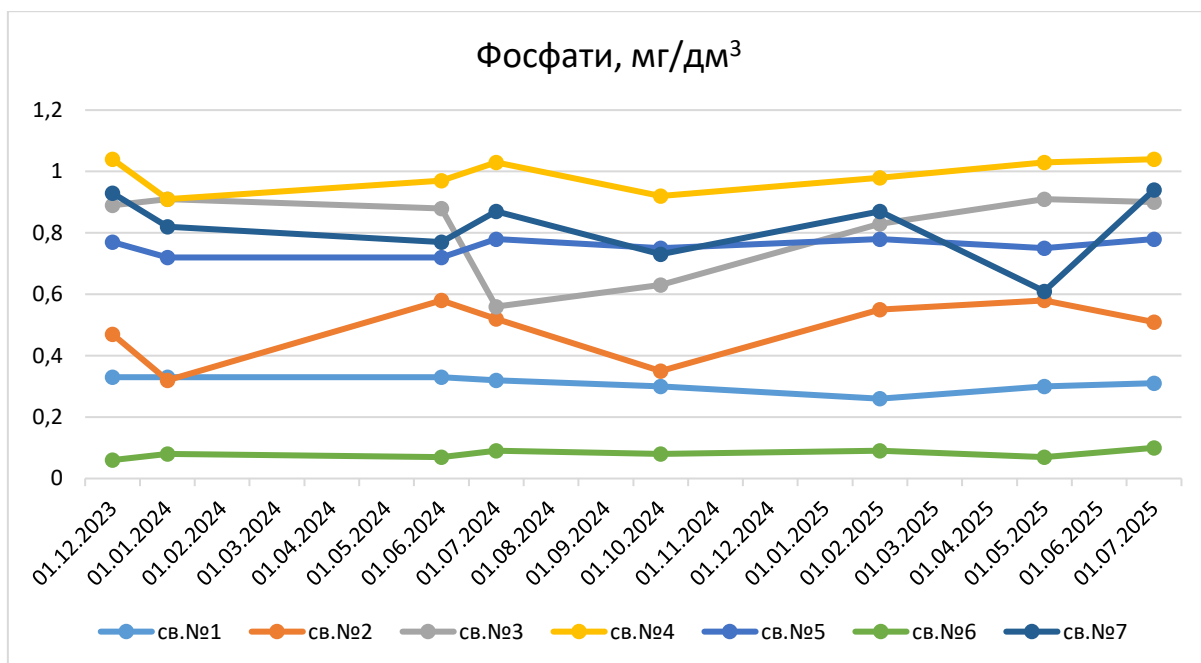


Рис. 3.5. – Графік коливання вмісту фосфатів

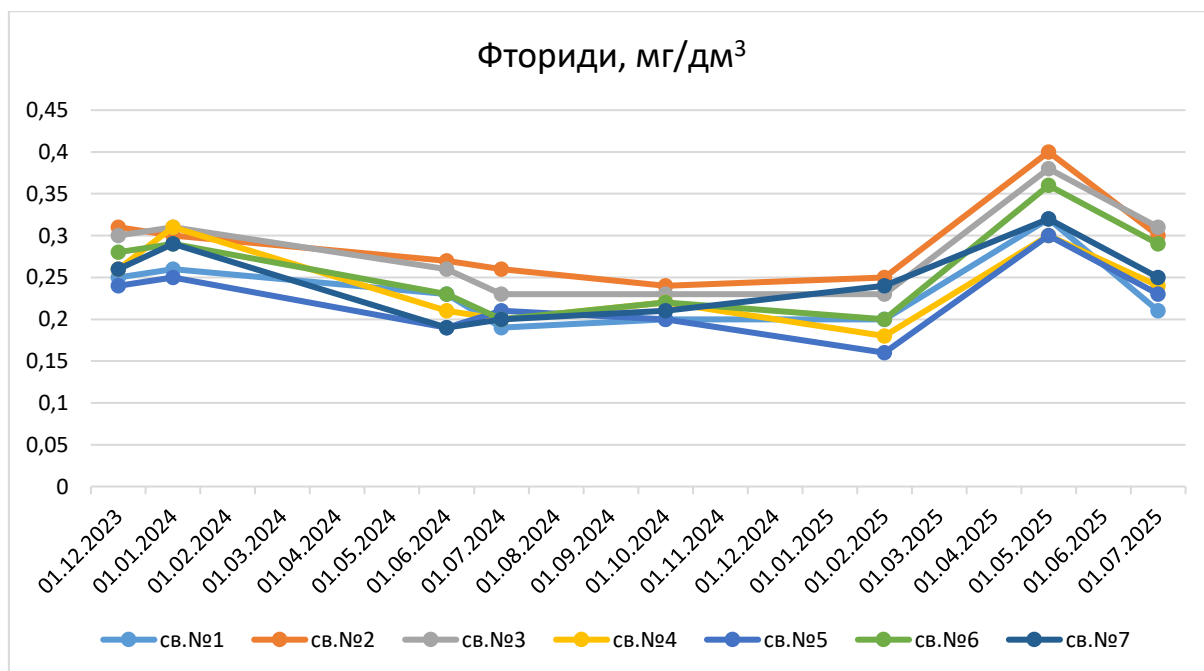


Рис. 3.6. – Графік коливання вмісту фторидів

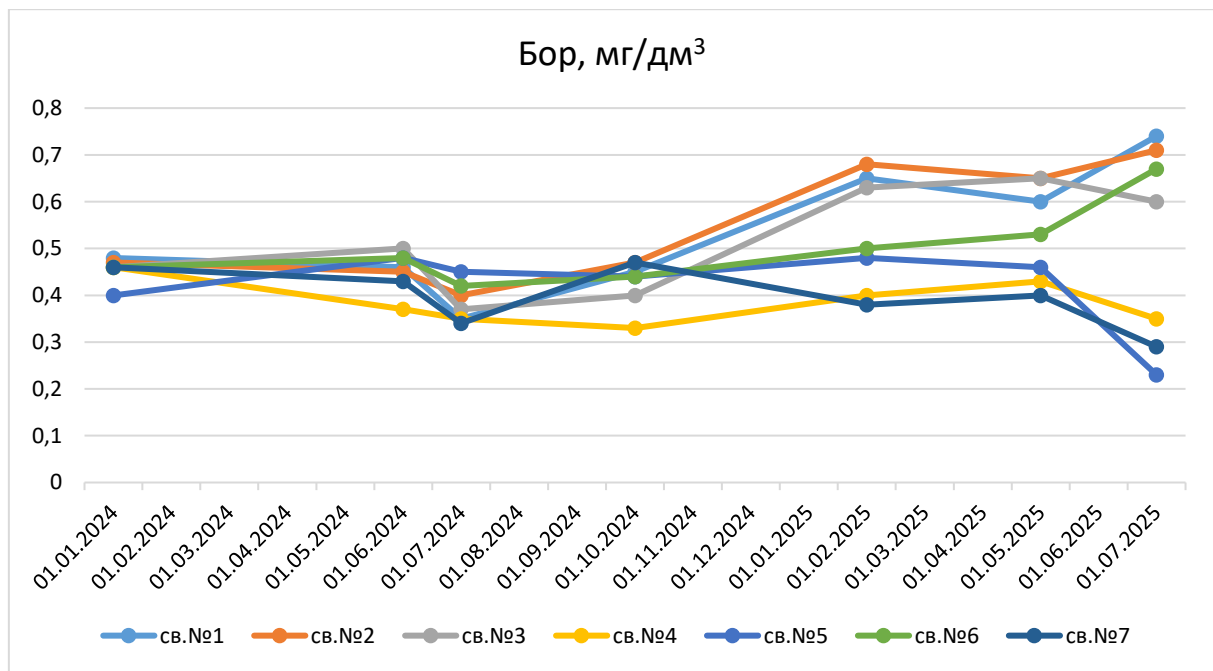


Рис. 3.7. – Графік коливання вмісту бору

Підземні води горбашівського водоносного горизонту є гідрокарбонатними натрієвими (у св. № 1 – гідрокарбонатно-хлоридними натрієвими, у св. № 2 – хлоридно-гідрокарбонатними натрієвими) з мінералізацією 0,3-1,2 г/дм³, сухим залишком 214-1084 мг/дм³, загальною жорсткістю 0,2-1,0 ммоль/дм³ (що є дуже низькою жорсткістю) та рН 8,0-8,5.

За макрокомпонентами перевищення ГДК (ДСанПіН 2.2.4-171-10) визначені у свердловинах 1, 2, 3 по основним катіонам та аніонам, які формують сольовий склад – натрій, хлориди, гідрокарбонати, а також по залізу загальному. По мікрокомпонентам перевищень ГДК не виявлено, крім бору, який має природну підвищену концентрацію, скоріш за все, пов'язану з підтоком глибинних флюїдів через зони тектонічних порушень.

Також, аналізуючи графіки (рис. 3.1, 3.2, 3.3, 3.5) помітно, як у пробі води, що відібрана після відкачки, у св. № 3 відбулось підтягування підземних вод з св. № 2. Таким чином, відбулось підвищення вмісту натрію та хлоридів й в свою чергу сухого залишку, а також, зменшення вмісту фосфатів.

Підтягування підземних вод саме з св. № 2 пов'язано, ймовірніше за все, через наявність області живлення водоносного горизонту на цій території.

У радіологічному відношенні підземні води безпечні та відповідають нормативам НРБУ-97 [19]. Користувач надр має паспорти радіаційно-гігієнічної оцінки якості води на кожен свердловину. Результати радіаційно-гігієнічної оцінки наведені у табл. 3.8.

Таблиця 3.8.

Результати радіаційно-гігієнічної оцінки якості води

№ св.	Ra ²²⁶ , Бк/дм ³	Rn ²²² , Бк/дм ³	Уран, Бк/дм ³
Дата відбору проб – 24.10.2025 р.			
ГДК	≤1,0	≤100,0	≤1,0
Св. № 1	0,041	21,1	0,028
Св. № 2	0,039	17,6	0,027
Св. № 3	0,047	32,1	0,029
Св. № 4	0,036	17,5	0,026
Св. № 5	0,043	23,8	0,028
Св. № 6	0,035	12,6	0,025
Св. № 7	0,045	31,6	0,032

З експлуатаційних свердловин вода по збірному трубопроводу подається на насосну станцію II підйому, де вода проходить водопідготовку (знезараження розчином гіпохлориту натрію). Під час транспортування, вода з свердловин змішується, чим досягається вирівнювання хімічного складу, перш за все по основним катіонам та аніонам. Враховуючи різний хімічний склад води по свердловинах, в т.ч. по деяким свердловинам постійне перевищення ГДК по певним компонентам, надрокористувачем налаштований водовідбір так, щоб вода після

змішування відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 з певним запасом. Додаткового очищення вода не потребує.

3.5. Результати камеральних робіт

За результатами камеральних робіт було проаналізовано режим експлуатації водозабору, вивчено геологічну, тектонічну будову району, гідрогеологічні умови, оброблено результати дослідно-фільтраційних робіт, визначено фільтраційні характеристики горбашівського водоносного горизонту, уточнено гідродинамічну модель пласту, вивчено якісний склад підземних вод.

Результати узагальнені на графічних додатках та описані у тексті роботи. Кваліфікаційну роботу оформлено відповідно до методичних рекомендацій ХНУ ім. В.Н. Каразіна.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень було з'ясовано, що територія району робіт має неоднорідну геологічну будова, численну кількість тектонічних порушень та складні гідрогеологічні умови. Для території району робіт також характерна літолого-фаціальна неоднорідність в зв'язку з блоковою будовою структури. Район робіт характеризується мінливістю фільтраційних параметрів по площі. До факторів, які впливають на складність геолого-гідрогеологічних умов також варто віднести розвинений комплекс інтрузій рифейського віку, який залишив суттєвий вплив на фільтраційну неоднорідність порід.

За геологічною будовою район досліджень поділений на два структурних поверхи, розділених поверхнями тектонічних неузгодженостей і ерозійних перерв: нижній (складений кристалічними породами докембрію) та верхній (складений осадово-вулканогенною товщею).

За результатами обробки даних дослідно-фільтраційних робіт були визначені коефіцієнти водопровідності та п'єзопровідності водоносного горизонту. Обробка даних проведена графоаналітичним методом способами часового, площадного та комбінованого простеження.

Отримані коефіцієнти водопровідності складають 234-376 м²/добу, коефіцієнти п'єзопровідності – 10^6 - $3,8 \cdot 10^6$ м²/добу. Для подальшого використання, доцільно брати фільтраційні характеристики, визначені способом комбінованого простеження: коефіцієнт водопровідності 376 м²/добу, коефіцієнт п'єзопровідності $3,1 \cdot 10^6$ м²/добу.

Схематизація водоносного горизонту – напівобмежений в плані (границя II-го роду – межа с постійною витратою $q=0$) напірний однорідний пласт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бровко Г., Халанчук Л., Залеський І. Вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів на території Волинської та Рівненської областей. Київ : ПДРГП "Північукргеологія" Рівненська ГЕ, 2006. 154 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Зі зміною №1 : Держ. буд. норми України від 01.01.2014 № 410.
3. Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2021 році. Рівне, 2022. 230 с.
4. Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2022 році. Рівне, 2023. 232 с.
5. Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2023 році. Рівне, 2024. 229 с.
6. Департамент екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2024 році. Рівне, 2025. 242 с.
7. ДКЗ України. Протокол №5659 засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин від 19 грудня 2023 р. Київ, 2023. 19 с.
8. ДСТУ Б В.2.1-24:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польових випробувань проникності. Київ. Мінрегіонбуд України. 2010.
9. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання». Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 22 червня 2015 р.

10. ДСТУ 4068-2002. Документація. Звіт про геологічне вивчення надр. Загальні вимоги до побудови, оформлення та змісту. Видання офіційне. Київ : Держстандарт України, 2002. – 40 с.
11. ДСТУ ISO 5667-2:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб. Київ : Держстандарт України, 2004. – 15 с.
12. ДСТУ ISO 5667-11:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод (ISO 5667-11:1993, IDT). Київ : Держстандарт України, 2006. – 15 с.
13. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT). Наказ Держспоживстандарту України № 268 від 30 листопада 2004 р. 28 с.
14. ДСТУ ISO 10381-4:2005. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблюваних ділянок (ISO 10381-4:2003, IDT). Наказ Держспоживстандарту України від 14 квітня 2005 р. № 90 з 2006-10-01. 16 с.
15. ДСТУ ISO 10381-5:2009. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT). Наказ Держспоживстандарту України від 29 липня 2009 р. № 274 з 2011-01-01. 33 с.
16. ДСанПіН 2.2.4-171-10. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010.
17. Наука та будівництво: науково-технічний журнал. / засн. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»; гол. ред. Г. Г. Фаренюк. Київ: ТОВ «Мастеркниг», 2025, № 4. 64 с. ISSN 2313-6669

18. Нормативи гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також перелік таких речовин. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України № 1325 від 15 грудня 2021 р.

19. Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)". Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України. Постанова Головного державного санітарного лікаря № 116 від 12.07.2000.

20. СОУ 73.1-41-03.02:2004. Геологічне картування. Типові умовні позначення. Видання офіційне. Київ: Держкомприродресурсів України, 2004 р. – 105 с.

21. Стратиграфічний кодекс України. Відп. ред. П.Ф. Гожик. – 2-е вид. – Київ, 2012. – 66 с.

22. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України. Головний редактор П.Ф. Гожик. – Київ: ІГН НАН України. Логос, 2013. - 637 с.

23. Туручко Л., Бровко Г. Моніторинг динаміки гідросфери в районі ВП РАЕС з врахуванням експлуатації водозаборів та їх впливу на режим підземних вод проммайданчика. Рівне : ДП "Українська геологічна компанія", 2020. 59 с.

24. Федоренко А., Карленко І. Детальна геолого-економічна оцінка (ГЕО-1) експлуатаційних запасів питних підземних вод ділянки Рафалівська-1 родовища Рафалівське (підрахунок запасів станом на 01.04.2023 р.). Київ : ТОВ "ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЇ", 2023. 184 с.

25. Медведев В. Отчет о результатах поисков и разведки подземных вод для водоснабжения Западно-Украинской АЭС, проведенные в 1969-1971 гг. Подсчет запасов произведен на 1.11.1971 г. Львов : Львовская ГЭ треста "Киевгеология", 1971. 133 с.

26. Несенов Е., Харечко В. Отчет по изучению современных экзогенных геологических процессов на территории Волынской и Ровенской областей УССР за 1983-1984 гг. Ровно : ПГО "Севукргеология" Ровенская ГРЭ, 1984. 181 с.
27. Островская В., Калныня И. Отчет о разведке подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения II очереди Ровенской АЭС с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 01.10.83. Предварительная и детальная разведка. Рига : Рижское отделение "Атомтеплоэлектропроект", 1984. 93 с.
28. Отчет о результатах предварительной и детальной разведок подземных вод, выполненных в 1975-1978 гг. с целью расширения водоснабжения г. Ровно. В семи томах. Том 1. В.И Сухомлин и др. Львов, 1978.
29. Ревенко Е. Создание постоянно действующей гидро-геотехнической модели Кузнецовского участка в районе Ровенской АЭС. Днепропетровск : УкрГИМР Днепропетровское отделение, 1993. 71 с.
30. Туручко Л. Отчет о результатах поисков подземных вод для водоснабжения г.Кузнецовска и Ровенской АЭС. Ровно : ПГО "Севукргеология" Ровенская ГРЭ, 1990. 69 с.
31. Украинская ТКЗ. Протокол №3297 заседания Украинской территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых при Министерстве геологии Украинской ССР от 21 декабря 1971 г. Киев, 1971. 11 с.
32. Украинская ТКЗ. Протокол №4372 заседания Украинской территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых Министерства геологии Украинской ССР от 12 марта 1984 г. Киев, 1984. 8 с.
33. Anouck Ferroud, Romain Chesnaux, Silvain Rafini. Insights on pumping well interpretation from flow dimension analysis: The learnings of a multi-context field database // Journal of Hydrology. – 2018. – Vol. 556. – P. 449-474. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.10.008>.
34. Benoît Dewandel, Sandra Lanini, Augustin Gouy, Nicolas Frissant. A semi-analytical solution for modelling the impact on the water table at the pumping well

location due to the influence of a finite-sized underground physical barrier in an inclined, homogenous and infinite aquifer // *Advances in Water Resources*. – 2025. – Vol. 205. – P. 10. – <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2025.105091>.

35. Bree R. Mathon, Metin M. Ozbek, George F. Pinder. Transmissivity and storage coefficient estimation by coupling the Cooper–Jacob method and modified fuzzy least-squares regression // *Journal of Hydrology*. – 2008. – Vol. 353. – P. 267-274. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.02.004>

36. Fractures and Faults in Sandstone and Sandstone - Shale/Mudstone Sequences and Their Impact on Groundwater / A. Aydin et al. – Version 3. – Guelph, Ontario, Canada : The Groundwater Project, 2023. – 69 p. – Access mode: <https://gw-project.org/books/fractures-and-faults-in-sandstone-and-sandstone-shale-mudstone-sequences-and-their-impact-on-groundwater/>

37. Qinggao Feng, Hongbin Zhan. Integrated aquitard-aquifer flow with a mixed-type well-face boundary and skin effect // *Advances in Water Resources*. – 2016. – Vol. 89. – P. 42-52. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.01.003>.

38. Marios C. Kirlas, Nikolaos Nagkoulis. Effects of pumping flow rates on the estimation of hydrogeological parameters // *Journal of Hydroinformatics* 2023. – Vol. 25, Issue 3. – P. 611–627. DOI: <https://doi.org/10.2166/hydro.2023.059>

39. Modreck Gomo. On the practical application of the Cooper and Jacob distance-drawdown method to analyse aquifer-pumping test data // *Groundwater for Sustainable Development*. – 2020. – Vol. 11. – P. 8. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100478>

40. Mohammad M. Sedghi, Hongbin Zhan. Groundwater flow to a general well configuration in an unconfined aquifer overlying a fractured bedrock // *Journal of Hydrology*. – 2019. – Vol. 575. – P. 569-586. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.059>.

41. Shadab Anwar. A generalized model for pumping well hydraulics in confined aquifers // Journal of Hydroinformatics. – 2018. – Vol. 20, Issue 5. – P. 1085-1099. – DOI: <https://doi.org/10.2166/hydro.2018.158>
42. Xin Wang, Dongbo He, Junlei Wang. Semi-analytical modeling of recharge boundary impacts on constant rate pumping tests in confined aquifers // Journal of Hydrology. – 2025. – Vol. 662. – P. 15. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.133961>.