

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 перед ЕК допущено
Зав. кафедри _____ доц. Вячеслав ПЕТІК
« _____ » _____ 2025 року

**УМОВИ ФОРМУВАННЯ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ВЕНДСЬКИХ
ВІДКЛАДАХ ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО МАСИВУ
ТРІЩИННИХ ВОД (ХМЕЛЬНИЦЬКА ОБЛАСТЬ)**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Виконав студент 2 курсу група ГВ-21
спеціальності Е4 Науки про Землю,
освітньо-професійна програма
«Гідрогеологія»
Ключко Руслан Олександрович
Керівник:
д. геол. н., проф.
Удалов Ігор Валерійович

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою « _____ »
_____ Голова ЕК Безрук К. О.
_____ Секретар ЕК Тищенко І. І.
« _____ » _____ 2025 року

Харків - 2025

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра на тему «**Умови формування ресурсів підземних вод у вендських відкладах західної частини Українського масиву тріщинних вод (Хмельницька область)**» містить 58 с., 17 таблиць, 9 рисунків, 18 літературних джерел.

Дипломна робота складається з 6 розділів: загальні відомості про територію дослідження; геологічна та гідрогеологічна будова території дослідження; методика виконаних досліджень; характеристика якості підземних вод та умов їх формування; визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів; підрахунок експлуатаційних запасів підземних вод.

Об'єктом дослідження є Зіньківське родовище питних підземних вод, що знаходиться у східній частині Волино-Подільського басейну.

Предметом дослідження є фактори, що впливають на умови формування хімічного складу підземних вод тріщинуватої зони порід венду.

Мета досліджень – визначити фактори, що впливають на умови формування хімічного складу підземних вод тріщинуватої зони порід венду та оцінити їх експлуатаційні запаси.

Методи досліджень – застосовувалися переважно традиційні та випробувані методи, засоби та обладнання, постійним було використання комп'ютерного забезпечення.

Практичне значення роботи – автором описано умови формування ресурсів підземних вод та підраховано їх експлуатаційні запаси, що має важливе практичне значення для роботи підприємства із виготовлення газованих напоїв.

Результати досліджень – науково обґрунтовані та визначені умови формування ресурсів підземних вод у вендських відкладах західної частини Українського масиву тріщинних вод та оцінені їх експлуатаційні запаси.

Ключові слова: мінеральні природні столові води, гідрогеологічні роботи, оцінка експлуатаційних запасів, тріщинувата зона порід венду, ресурси підземних вод.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕРИТОРІЮ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1. Географо-економічна характеристика території дослідження.....	7
1.2. Геологічна та гідрогеологічна вивченість.....	9
1.3. Геоморфологія.....	9
РОЗДІЛ 2. ГЕОЛОГІЧНА ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
2.1. Геологічна будова.....	11
2.2. Тектонічна будова.....	14
2.3. Гідрогеологічна будова.....	16
2.4. Історія геологічного розвитку.....	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1. Геофізичні дослідження.....	29
3.2. Дослідно-фільтраційні роботи.....	29
3.3. Вивчення режиму підземних вод.....	30
3.4. Вивчення якості підземних вод.....	31
3.5. Результати геологічного вивчення, в т.ч. дослідно-промислової розробки....	31
РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА УМОВ ЇХ ФОРМУВАННЯ	33
4.1. Водозбагачені четвертинні неогенові та крейдяні відклади.....	33
4.2. Водонесний горизонт тріщинуватої зони порід венду.....	33
4.3. Умови формування сольового складу підземних вод.....	37
4.4. Організація зон санітарної охорони.....	39
РОЗДІЛ 5. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	42
5.1. Розрахунковий дебіт водозабору.....	42
5.2. Допустиме зниження рівня.....	43

5.3. Інтерпретація дослідно-фільтраційних робіт по визначенню гідрогеологічних параметрів.....	43
5.4. Розрахунок інфільтраційного живлення.....	46
5.5. Обґрунтування прогнозованої зміни з плинністю часу дебіту, рівнів і показників якості води.....	46
РОЗДІЛ 6. ПІДРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД.....	47
6.1. Обґрунтування прийнятих принципів схематизації природних умов.....	47
6.2. Розрахунок водозабору.....	49
6.3. Розподіл запасів підземних вод за категоріями.....	53
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Кваліфікаційна магістерська робота написана на основі зібраних на переддипломній практиці фондкових та виданих літературних матеріалів.

Актуальність теми дослідження зумовлена практичною необхідністю використання підземних вод тріщинуватої зони порід венду для промислових та питних потреб ТОВ «Зіньківський пивзавод».

Видобування мінеральної природної столової води під назвою «Зіньківська» здійснюється за допомогою свердловини №132, яка пробурена в 1991 р. для цільового призначення і належить товариству з обмеженою відповідальністю «Зіньківський пивзавод». Загальна кількість води, що споживається, складає біля 7,0 т. м³/рік. Вода, що видобувається, очищується від можливих механічних домішок та використовується для виготовлення безалкогольних прохолоджувальних газованих напоїв. Для розливу використовується типова лінія моделі, схожою на: WATER WORK UNIVERSAL AGVA TECHNOLOGIES, виробництва США.

Мета досліджень – визначити фактори, що впливають на умови формування хімічного складу підземних вод тріщинуватої зони порід венду та оцінити їх експлуатаційні запаси.

Основні завдання роботи:

- описати фактори, що впливають на умови формування сольового складу підземних вод;
- здійснити розрахунок зон санітарної охорони;
- визначити розрахункові гідрогеологічні параметри;
- оцінити експлуатаційні запаси підземних вод тріщинуватої зони порід венду для промислових та питних потреб.

Наукова новизна дослідження: виділено та проаналізовано фактори, що впливають на умови формування сольового складу підземних вод тріщинуватої зони порід венду; описано хімічні процеси формування складу мінеральних підземних вод Зіньківського родовища.

Об'єктом дослідження є Зіньківське родовище питних підземних вод, що знаходиться у східній частині Волино-Подільського басейну.

Предметом дослідження є фактори, що впливають на умови формування хімічного складу підземних вод тріщинуватої зони порід венду.

Практичне значення роботи – автором описано умови формування ресурсів підземних вод та підраховано їх експлуатаційні запаси, що має важливе практичне значення для роботи підприємства із виготовлення газованих напоїв.

Особистий внесок магістранта: на переддипломній автором зібраний та проаналізований матеріал дослідження; виділені фактори, що впливають на умови формування сольового складу підземних вод; побудовані графічні матеріали; здійснений розрахунок зон санітарної охорони; визначені розрахункові гідрогеологічні параметри та здійснений розрахунок експлуатаційних запасів підземних вод.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕРИТОРІЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Географо-економічна характеристика території дослідження

Ділянка, де розташоване Зіньківське родовище мінеральної природної столової води, знаходиться за 150 метрів на захід від села Зіньків, що у Віньковецькому районі Хмельницької області. Вона розташована в заплаві річки Ушиця (див. рис. 1.1).

Межі ділянки, площею близько 2,6 гектарів, визначені державним актом на право постійного користування землею. Абсолютна висота поверхні землі на цій території коливається від 200,0 до 200,5 метрів над рівнем моря.

Територія належить до басейну лівобережних приток річки Дністер. Головною водною артерією є річка Ушиця, яка впадає у Дністер. Свердловина № 132 розташована на правому березі заплави Ушиці, на відстані 75 метрів від урізу води в річці.

В районі родовища ширина річки Ушиця становить 7 метрів, глибина – 1,5 метра, а швидкість течії – 0,3 м/с. Берег піднімається на 1,8 метра над рівнем води.

Під час весняних повеней заплава часто затоплюється, але завдяки розташуванню свердловини № 132 на невеликому підвищенні, її гирло зазвичай залишається над водою.

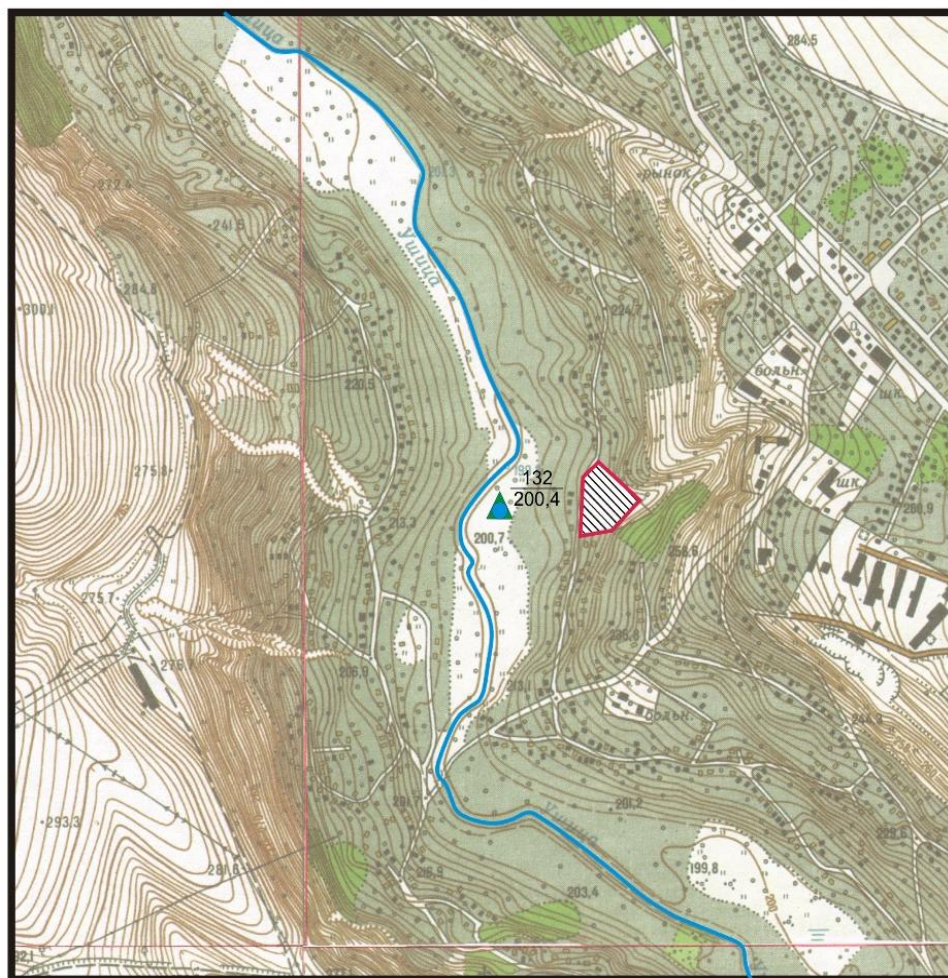
З економічної точки зору, родовище знаходиться у Західному економічному районі, який спеціалізується на сільському господарстві. Тут вирощують картоплю, зернові культури (жито, овес, пшеницю), кукурудзу, соняшник та інші культури. Також розвинене тваринництво, зокрема скотарство, свинарство та вівчарство. Крім того, в районі є підприємства легкої, хімічної та харчової промисловості, а також ведеться видобуток місцевих корисних копалин.


Найближча залізнична станція, Деражня, розташована за 35 кілометрів від родовища.

Клімат у районі помірно-континентальний. Середня річна температура повітря становить +8,0°C. Літо зазвичай тепле і сонячне з західними вітрами, а зима помірно прохолодна з переважаючими північно-східними та східними вітрами.

Перший сніг випадає наприкінці листопада або на початку грудня. Іноді трапляються короточасні відлиги з дощем або мокрим снігом.

Середня річна кількість опадів становить 609 мм. Більша частина опадів (389 мм) випадає у теплий період року (з квітня по вересень), а менша (220 мм) – у холодний (з жовтня по березень). Протягом року бувають дні з сильними опадами.



 Експлуатаційна свердловина №132 по видобуванню мінеральної природної столової води “Зіньківська”

— 132 —
— 200,4 —
Номер свердловини

— 200,4 —
Абсолютна відмітка свердловини, м.



Територія виробничих приміщень
ТОВ “Зіньківський пивзавод”

Рис. 1.1. План розташування водозабору Зіньківського родовища мінеральних природних столових вод М 1:10 000

1.2. Геологічна та гідрогеологічна вивченість

До середини 1960-х років вивчення території було фрагментарним і не охоплювало значних обсягів.

Проте, у 1974 році відбувся значний крок уперед: на основі детальної геолого-гідрогеологічної зйомки масштабу 1:200 000 (аркуш М-35-XXVIII) під редакцією І.М. Павлова була розроблена відповідна гідрогеологічна карта.

Важливим етапом стало завершення у 1972 році робіт з розвідки підземних вод для забезпечення водою міста Віньківці.

У наступні десятиліття, з 1970-х по 1990-ті роки, активізувалися роботи з водопостачання великих населених пунктів Хмельницької області.

Системний підхід до вивчення екзогенних процесів та динаміки підземних вод у межах області був започаткований Подільською комплексною гідрогеологічною партією під керівництвом П.І. Грабара.

На початку XXI століття, у 2008-2009 роках, виробничий кооператив «Геолог» під керівництвом І.Г. Данильченка здійснив комплекс геологорозвідувальних робіт, що включали оцінку експлуатаційних запасів Зінківського родовища мінеральних столових вод.

1.3. Геоморфологія

Досліджувана територія знаходиться на Волино-Подільському плато. Її висота коливається від 230 до 325 метрів над рівнем моря, що значно вище, ніж сусідня Поліська низовина на півночі, де висоти становлять 160-200 метрів.

Рельєф плато нерівний, розчленований річковими долинами, балками та ярами, що створює картину ніби окремих «острівців». Навіть вододіли (найвищі точки між річками) та схили густо посічені цими формами рельєфу, надаючи поверхні хвилястого вигляду.

Найвищі точки Волино-Подільського плато (317-331 м) розташовані на південь від міста Мізоч, вздовж річок Вілія та по лівому березі Горині, вище міста Ізяслав. Натомість, ділянка плато на правому березі Горині, в межах Острозької низовини, має нижчі висоти – 220-250 метрів.

Північна межа Острозької низовини проходить від Острога через населені пункти Старий Кривин, Крупець та Перемишль. Південна межа пролягає біля сіл Великий Радогощ, Плужне, Лютарка та Радошівка. На сході низовина простягається долиною річки Вілія до гирла річки Кутянка. Через долину річки Збитнянка вона з'єднується з Кременецько-Дубенською низовиною, що знаходиться на захід. По долині річки Горинь Острозька низовина переходить у Полісся. Поверхня низовини переважно рівна, вкрита пісками, які місцями не закріплені.

Найнижча частина низовини знаходиться в місці злиття річок Вілія та Гнилий Ріг.

Вздовж річки Горинь простягається широка низинна смуга, що складається з заплави та трьох надзаплавних терас.

Заплава: ширина заплави сягає до 2, а іноді й 3 кілометрів. Більша частина заплави зайнята луками, а деякі ділянки сильно заболочені.

Перша надзаплавна тераса: розташована на правому березі Горині. Її ширина варіюється від 0,5 до 2-3 кілометрів. Висота цієї тераси над рівнем води становить 8-10 метрів. Поверхня тераси має легкий горбистий рельєф.

Друга надзаплавна тераса: зустрічається лише подекуди на правому березі Горині. Її висота над рівнем води становить 20-25 метрів, а ширина може досягати 5-6 кілометрів. Місцями вона утворює круті обриви, що спускаються до заплави.

Третя надзаплавна тераса: розташована на східній околиці досліджуваної території, біля села Білгородка, на правому березі Горині. Ширина цієї тераси становить близько 3 кілометрів, а висота – 8-10 метрів над рівнем другої тераси. Поверхня третьої тераси рівна, а перехід до плато відбувається поступово.

Сучасні природні процеси:

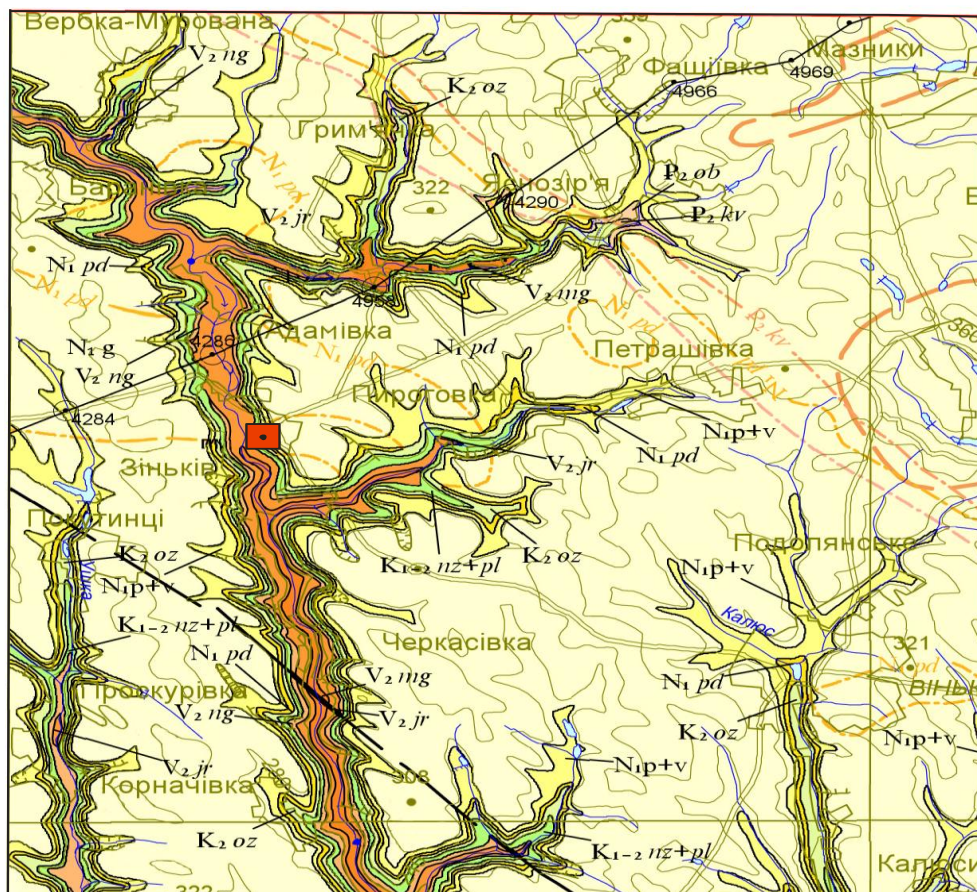
На території спостерігаються такі природні явища, як ерозія (розмив ґрунту), перенесення піску вітром та заболочування.

РОЗДІЛ 2. ГЕОЛОГІЧНА ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Геологічна будова

Найдавнішими в межах ділянки є докембрійські відклади, розкриті свердловиною №132 ТОВ «Зіньківський пивзавод».

Геологічна карта території дослідження представлена на рис. 2.1.



За матеріалами з геологічної
зйомки аркуша М-35-XXVIII,
масштабу 1:200 000

Рис. 2.1. Геологічна карта території дослідження

Архей-Протерозой (AR-Pt). Кристалічні породи виявлені на глибині 79,0 м з потужністю 21,0 м і представлені гранітами та гранодіоритами.

Ці породи зазвичай мають сірий, темно-сірий або зеленувато-сірий колір. Текстура у них масивна, рівномірно середньозерниста, а лінійна структура течії в Проскурівському масиві непостійна — вона змінюється від північно-західного

субширотного до північно-східного напрямку з крутим падінням у різних напрямках.

Темноколірні мінерали представлені біотитом та роговою обманкою, причому їх завжди багато. У гранодіоритах часто зустрічаються ксеноліти амфіболітів і гнейсів розміром від 0,1 до 0,2 м і більше. Контакти між гранодіоритами та ксенолітами чіткі.

Під мікроскопом гранодіорит має масивну текстуру та гранітову структуру, іноді катакластичну. Мінеральний склад кристалічних порід включає плагіоклаз, кварц, біотит, амфібол, рідше піроксен, мікроклін та рудні мінерали. Вторинні мінерали – епідот, хлорит, мусковіт, карбонат. Акцесорні мінерали – апатит, циркон.

Венд (V). На території родовища поширені відклади венду, представлені Грушкинською (V_{1gr}), Могилівською (V_{2mg}) та Яришівською (V_{2jr}) світами загальною потужністю 68,5 м.

Грушкинська світа (V_{1gr}). На Поділлі Грушкинську світу вперше виділив Заїка-Новацький В.С. Вона плащоподібно покриває поверхню кристалічного фундаменту і перекрита ольчедаївськими шарами Могилівської світи. Відклади Грушкинської світи залягають на кристалічних породах докембрію на глибинах 27,0–79,0 м. Залежно від умов утворення та подальшого розмиву, світа має різні типи розрізів і різну повноту.

Центральний тип розрізу характерний для облямування Проскурівського підняття кристалічного фундаменту. Він представлений нижньою частиною світи і складається з товщі бурого або зеленувато-сірого кольору, що включає різнозернисті пісковики, аргіліти та алевроліти. Іноді їх підстиляють гравеліти та брекчії. Товща пісковиків з гравелітами та брекчіями, а також бурий колір, більш характерні для північно-східної частини центрального району. У південно-західній частині переважають зеленувато-сірі пісковики.

Потужність світи в центральному районі зазвичай не перевищує 5,0–10,0 м, але в окремих депресіях досягає 15,0–20,0 м, рідше – 30,0 м. На родовищі потужність відкладів Грушкинської світи становить 27,0 м.

У всіх варіантах розрізу Грушкинської світи чітко видно поділ на дві товщі, відмінності між якими проявляються у різному поєднанні основних типів порід, ступені обкатаності, розмірі уламкового матеріалу, а також в обсязі і мінеральному складі глинистих порід.

Нижня товща складається з грубоуламкових порід (брекчій, гравелітів, пісковиків) різних кольорів: бурого, червоно-бурого, зеленувато-сірого та попелясто-сірого, що утворені на залізисто-глинистому і глинистому цементі, і іменуються бахтинськими верствами.

Верхня товща переважно складається з глинистих порід (аргілітів, алевролітів або їх чергувань), іноді в її верхній частині зустрічаються пласти пісковиків, що особливо притаманне північному типу розрізу, і вона відзначається як віньковецькі верстви. Границя між бахтинськими і віньковецькими верствами є досить умовною й літологічною. Можливо також, що верхня частина глинистих пісковиків може фактично заміщати нижню частину та належати до віньковецьких верств. В межах родовища відклади грушкинської світи складаються з пісковиків, аргілітів і алевролітів загальною потужністю 27,0 м.

Могилівська світа (V_{2mg}) вперше була описана Лунгерсгаузенем Л.Ф. у 1942 році. В сучасних дослідженнях могилівська світа характеризується як товща порід, що розташована між грушкинською і яришівською світами. Вона складається з двох пачок грубозернистих порід та двох пачок глинястих або алевроитових. Кожна з цих пачок вважається окремим стратиграфічним підрозділом, виділеним у ранзі верств – ольчедаївських, ломозівських, ямпільських та лядівських. Відклади могилівської світи залягають на грушківських відкладах на глибинах від 17,0 до 52,0 метрів.

Дослідження розрізів могилівської світи вказує на неясну зональність. У центральній частині Подільського виступу спостерігаються відносно добре стратифіковані відклади, в той час як при просуванні на північний захід їх будова ускладнюється. У напрямках на південний схід і південний захід ольчедаївські та ломозівські верстви з'єднуються дуже плавно, часто не підлягаючи чіткому визначенню.

На більшій частині досліджуваної території відклади могилівської світи залягають з розмивом на грушківських породах, за винятком північно-західної частини регіону, де між ними спостерігається поступовий контакт. У межах родовища відклади могилівської світи представлені алевролітами, аргілітами та пісковиками з загальною потужністю 35,0 метра.

Яришівська світа (V_{2jr}), відома також як «яришівський горизонт», вперше була визначена Дікенштейном Г.К. у 1953 та 1957 роках. Вона залягає на могилівській світі і перекривається четвертинними відкладами.

Ця світа відрізняється значним переважанням тонкоуламкових порід, зокрема аргілітів і алевролітів, а також проявом рис кислого вулканізму, що призводить до утворення кременистих туфів. У ній спостерігається поступовий перехід між окремими підрозділами.

На відміну від могилівської світи, для яришівської характерна значна однорідність складу та умов формування, які залишаються сталими на всій її території. В межах родовища могилівської світи аргіліти досягають загальної потужності 6,5 м.

Четвертинна система складається з алювіальних відкладів заплави та надзаплавних терас річки Ущиця (аН), що займають ділянку з потужністю 10,5 м. У розрізі домінують різнозерністі кварцові піски та гравій.

2.2. Тектонічна будова

Територія знаходиться на перетині Дністровсько-Бузького мегаблоку Українського щита (що складається з Подільського та Сокирянського блоків першого порядку) та Волино-Подільської плити. Сучасні дослідження визначають межу між цими блоками за поширенням вендських відкладів. Переважна частина території розташована на південно-західному схилі Українського щита. Геологічний розріз верхньої частини земної кори тут характеризується двома структурними поверхнями: верхнім, утвореним осадовими та частково вулканогенно-осадовими породами покривного комплексу, та нижнім, представленим кристалічними утвореннями складчастого комплексу. Ці поверхні розділені поверхнею неузгоджень

(стратиграфічних та структурних), яка має майже горизонтальне залягання з незначним нахилом у південно-західному напрямку.

Верхній структурний поверх складається з відкладів венду і фанерозою, які, у свою чергу, поділяються на різні структурні яруси. Для цього району характерні процеси тектонічної активності, що проявляються в верхньому структурному поверсі, особливо в нижніх ярусах, хоча деякі елементи активізації також відображаються в мезозойських і кайнозойських структурних ярусах.

Нижній структурний поверх поділяється на два яруси – нижній та верхній, які утворені архейськими породами гранулітової фації метаморфізму. Будова нижнього структурного поверху є досить складною, що також пов'язано з перетвореннями архейського структурного плану в палеопротерозої і формуванням Подільської тектонічної зони, яка в подальшому, зокрема в фанерозої, істотно вплинула на геологічну структуру району.

Структурні підрозділи та формації: нижньовендський структурний ярус розташовується на кристалічному фундаменті, маючи стратиграфічні та кутові незгідності. У цьому регіоні він представлений грушкинською світою, яка включає континентально-морську формацію та формацію плато-базальтів. Підосва ярусу повністю залежить від рельєфу кристалічного фундаменту, який почав формуватися (і продовжував у грушкинський період) внаслідок активізації діагональних розломів. Це призвело до утворення долинних депресій, що мають південно-західний напрямок, які заповнювались відкладами грушкинської світи, а також до ряду ступенеподібних підвищень до 50 м (на південний захід) у південно-східному напрямку, у підніжжі яких спостерігається різке збільшення потужності грушкинської світи. Крім того, на крайньому північному заході району відзначається значне скупчення відкладів вінковоцьких верств грушкинської світи вздовж системи ортогональних розломів. Усе це свідчить про конседиментаційний характер як ортогональних, так і діагональних розломів, що активізувались у зв'язку з пізньобайкальським тектогенезом в Галиційській геосинкліналі.

Верхньовендсько-нижньокембрійський структурний ярус. На завершальному етапі волинського періоду відбулося завершення реконструкції структурного плану

Волино-Поділля. У подальшому ключову роль у його розвитку почали відігравати формування Дністровського перикратонного прогину в умовах платформного режиму. Тривалість існування цього утворення на території регіону пов'язана зі створенням верхньовендсько-кембрійського та ордовицько-силурійського структурних ярусів. В подошві ярусу розташовані континентальні відкладення ольчедаївських верств, які становлять базальну товщу могилів-подільської серії. Контакти між ними та нижньовендським структурним ярусом в більшій частині району проявляються як стратиграфічна перерва, однак в північно-західній та частково південно-східній частинах регіону вони безпосередньо лежать на віньковецьких верствах грушкинської світи. У регіональному масштабі відклади, що формують цей ярус, вистилають подошву Дністровського перикратонного прогину. Рельєф подошви ярусу частково покривається відкладеннями грушкинської світи, але залишається досить розчленованим та певною мірою відображає рельєф кристалічного фундаменту, з окремими значними підняттями кристалічної основи, на яких відсутні один або декілька нижніх підрозділів могилів-подільської серії. У Проскурівському піднятті майже повністю немає могилів-подільської серії, і породи кристалічного фундаменту покриті крейдовими відкладами.

2.3. Гідрогеологічна будова

Територія досліджень знаходиться у межах Волино-Подільського артезіанського басейну. Відповідно до геологічної будови тут виділяються наступні водоносні горизонти і комплекси (рис. 2.2., 2.3):

1. Водоносний горизонт в сучасних алювіальних, болотних відкладах голоцену в заплавах річок та днищах балок і ставках (а, Н).
2. Водоносний горизонт в еолово-делювіальних та елювіально-делювіальних відкладах неоплейстоцену (vd, ed P_{I-III}).
3. Водоносний комплекс у відкладах міоцену (N₁).
4. Водоносний горизонт у відкладах крейдової системи (К).
5. Водоносний комплекс у відкладах вендської системи (V).

6. Водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічного фундаменту (AR-PR).

Геолого-гідрогеологічний переріз: а – по лінії А-Б; б – по лінії В-Г представлений на рис. 2.4, 2.5.

Водоносний горизонт в сучасних алювіальних та болотних відкладах голоцену (аН) розповсюджений по всій території аркушів, він знаходиться у заплавах річок, днищах балок, а також на відкритих ділянках або у створених ставках. Цей горизонт тісно пов'язаний із поверхневими водами, які є основним джерелом його живлення. Водовміщуючі породи включають піски, гравій, супіски, суглинки, торфи та болотні відкладення, товщина яких коливається від 1,0-1,5 до 7,5-12,0 метрів.

Живлення горизонту відбувається за рахунок атмосферних опадів, танення снігу та річкових вод у період повеней, що призводить до значних коливань у водопостачанні – дебіт джерел складає від 0,01 до 0,1 дм³/с. Води алювію є прісними, прозорими, без кольору і запаху, хоча на заболочених ділянках вони можуть набувати зеленуватого відтінку та болотного аромату. Температура води змінюється в межах від 4 до 12°C. За хімічним складом це гідрокарбонатні води, рідше сульфатно-гідрокарбонатні, з домінуванням кальцію (50-70% мг-екв). Мінералізація води знаходиться в діапазоні 0,5-0,7 г/дм³, а загальна жорсткість становить 5,5-6,0 моль/м³. Алювіальні води зазвичай використовуються лише для місцевого водопостачання.

Водоносний горизонт в еолово-делювіальних та елювіально-делювіальних відкладах неоплейстоцену (vd, ed P_{1-III}) поширений по всій території аркушів та займає схиліві та вододільні ділянки. Виділяється він як єдиний горизонт, що формується в еолових, елювіальних та делювіальних породах, має загальну потужність водонасиченої зони в межах 2,0-5,0 метрів. Водовміщуючі породи представлені суглинками середньої пластичності, які погано пропускають воду. Через це водоносність горизонту є невисокою та проявляється спорадично. Горизонт безнапірний, а глибина залягання підземних вод коливається від 1,0-2,0 м на схилах до 5,0-15,0 м на вододілах.

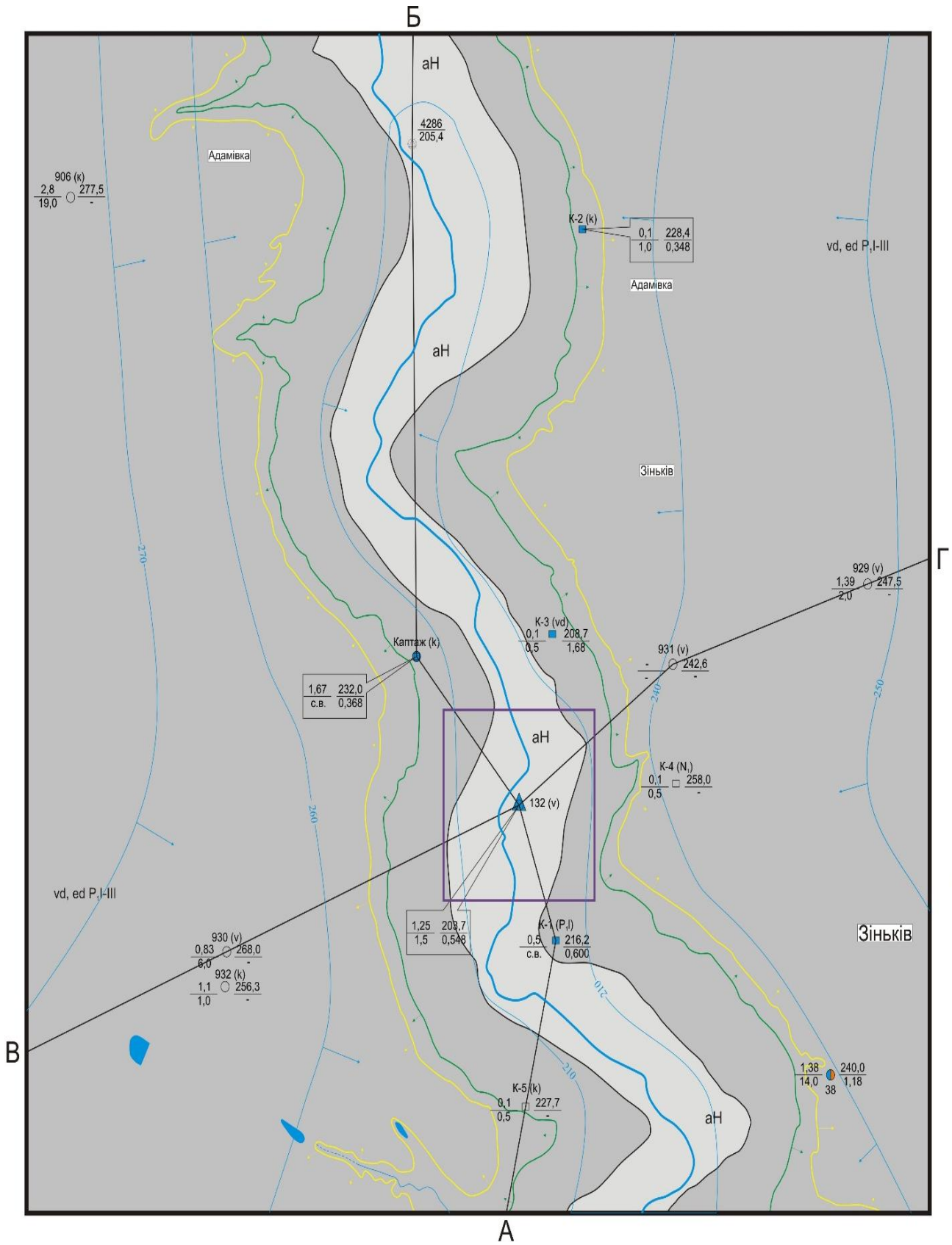
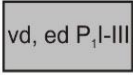


Рис. 2.2. Гідрогеологічна карта

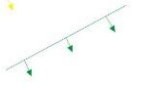
I. Площі та контури поширення водоносних горизонтів і комплексів.

1. Водоносний комплекс у четвертинних відкладах:

 заплави та надзаплавної тераси р.Ушиця. Піски.

 у відкладах схилів та вододілів. Суглинки піщані.

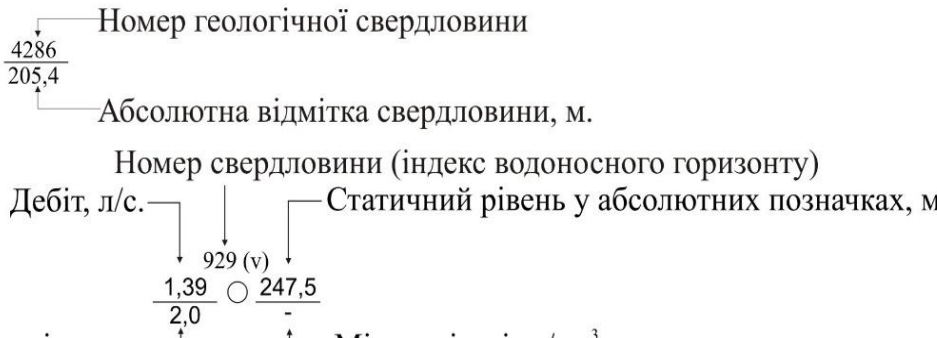
2.  Водоносний горизонт у відкладах міоцену

 Водоносний горизонт у відкладах крейдового періоду

3. Водоносний горизонт у відкладах венду, поширений повсюдно.

II. Водопункти, геологічні свердловини.


- ⊕ Геологічні свердловини
- Експлуатаційні свердловини
- Криниці
- ⊙ Каптаж ТОВ «Зіньківський пивзавод»
- △ Експлуатаційна свердловина мінеральних вод ТОВ «Зіньківський пивзавод»




4286 — Номер геологічної свердловини
 205,4 — Абсолютна відмітка свердловини, м.
 929 (v) — Номер свердловини (індекс водоносного горизонту)
 Дебіт, л/с. — 1,39
 Статичний рівень у абсолютних позначках, м. — 247,5
 Зниження рівня, м. — 2,0
 Мінералізація г/дм³ — 929 (v)

Примітка: (-) дані відсутні
с.в. - самовилив

III. Інші позначення

 Ділянка розвідки з дослідно-промисловим видобутком мінеральної природної столової води із свердловини № 132 ТОВ «Зіньківський пивзавод»

 Гідроізоп'єза, напрямок руху підземних вод

IV. Мінералізація хімічного складу підземних вод

- найбільше гідрокарбонатного аніону
- найбільше хлоридного аніону
- з невідомим хімічним складом

Рис. 2.3. Умовні позначення до гідрогеологічної карти

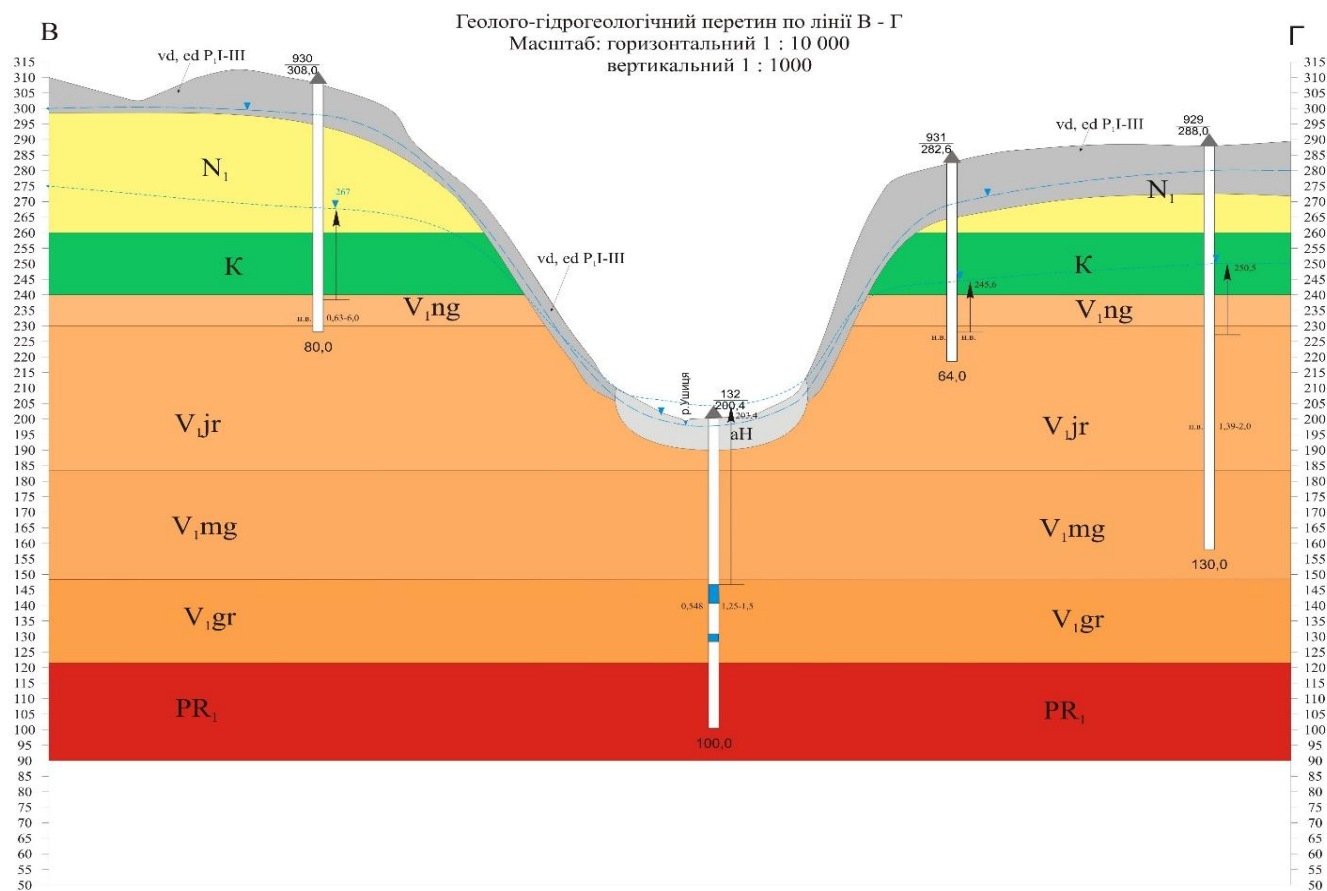
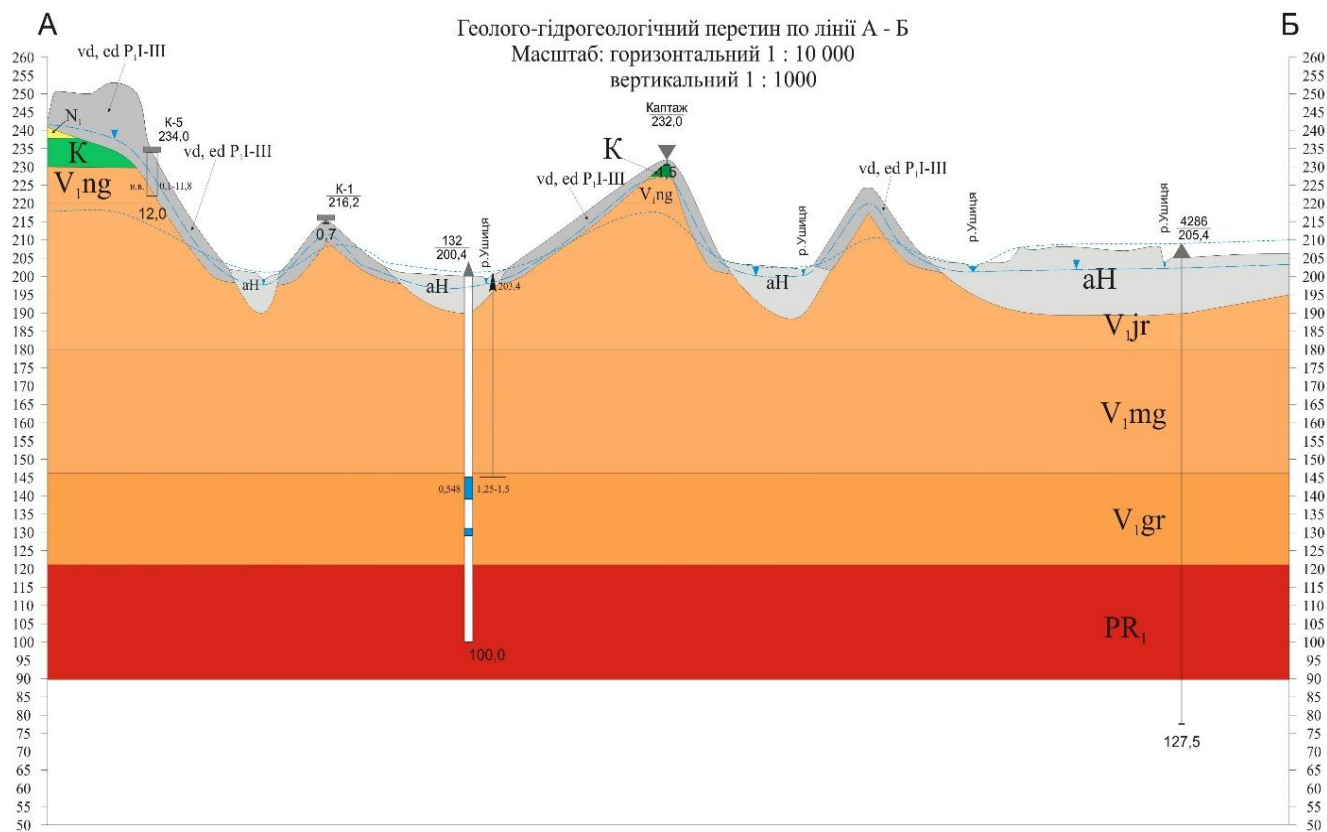


Рис. 2.4. Геолого-гідрогеологічний розріз: а – по лінії А-Б; б – по лінії В-Г

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

aH	річкові відклади заплави та надзаплавної тераси р.Ушиця. Піски.
vd, ed P,I-III	у відкладах схилів та вододілів. Суглинки піщані.
N ₁	Вапняки, піски.
K	Вапняки з прошарками піску. Теригенні відклади Могилів-подільської серії венду
V ₁ ng	Нагорнянської світи. Аргіліти.
V ₁ jr	Яришівської світи. Аргіліти.
V ₁ mg	Могилівської світи. Алеврити, аргіліти, пісковики.
V ₁ gr	Грушкінської світи. Пісковики, аргіліти, алевроліти.
PR ₁	Граніти, гранодіорити.

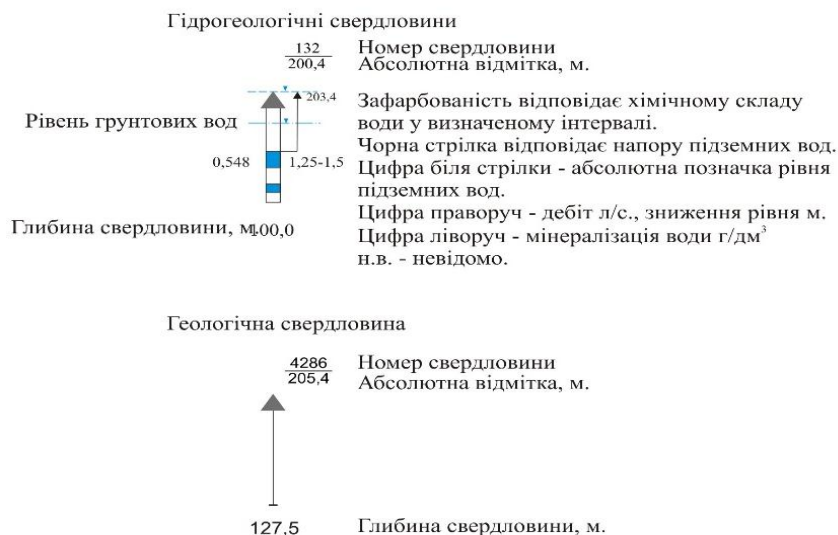


Рис.2.5. Умовні позначення до геолого-гідрогеологічного розрізу

Водоносний горизонт характеризується прісними, чистими водами, позбавленими кольору та запаху. Температурний режим води становить 8-12°C. За хімічним складом переважають гідрокарбонатні та сульфатно-гідрокарбонатні води змішаного катіонного складу з домінуванням кальцію. Мінералізація коливається від 0,5 до 1,0 г/дм³, а в щільних вапнякових суглинках може сягати 1,3 г/дм³. Загальна жорсткість води знаходиться в межах 7,5-15,0 моль/м³. Незважаючи на невисоку водоносність, цей горизонт активно використовується для забезпечення водою сільських населених пунктів.

Водоносний комплекс у відкладах міоцену (N₁), поширений практично повсюдно, за винятком днищ та прибортових схилів глибоко еродованих каньйоноподібних долин. Літологічний склад водовміщуючих порід комплексу характеризується значною мінливістю та відсутністю чітких стратиграфічних меж. До складу комплексу входять піски з галькою кременів, літотамнієві, детритові та оолітові вапняки, а також глини з прошарками пісків. Середньосарматська глиниста товща демонструє неоднорідність як у плані поширення, так і за потужністю. Вона містить значні за потужністю горизонти водоносних пісків, які навіть формують промислові родовища. Тому ця глиниста товща не розглядається як водотрив, а інтегрується в загальний міоценовий водоносний комплекс.

Міоценовий водоносний комплекс є слабконапірним, зі значеннями напору від 3,0 до 12,0 метрів. Глибина залягання підземних вод залежно від рельєфу варіюється від кількох метрів до 50-70 метрів. Водонасиченість дуже нерівномірна і визначається як літологічним складом і пористістю гірських порід, так і ступенем їх дренованості. Найвища водонасиченість спостерігається у вапняках волинського горизонту сарматського регіонарусу. Продуктивність свердловин коливається від 0,3 дм³/с у глинистих пісках до 2,5 дм³/с у різнозернистих пісках, а також до 4,0-5,0 дм³/с у тріщинуватих оолітових вапняках; питомий дебіт відповідно складає від 0,01 до 1,2 дм³/с. Коефіцієнт водопровідності для пісків становить 50-100 м²/добу, а для вапняків – 200-300 м²/добу. Води цього комплексу характеризуються високою якістю: на ділянках, захищених від забруднення поверхневими стоками, вони є прісними, прозорими, без кольору і запаху, прохолодними (8-10 °С), з реакцією від слабкислої до слаболужної (рН 6,8-8,2). Хімічно це гідрокарбонатні магнієво-кальцієві води з мінералізацією 0,4-0,8 г/дм³ і загальною жорсткістю 4,5-9,0 моль/м³.

Водоносний комплекс живиться за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. На окремих ділянках живлення може відбуватись за рахунок надходження більш напірних вод крейдяного горизонту. Режим вод на водозбагачених ділянках порівняно стійкий і амплітуда коливання п'езометричного рівня становить 1,0-

1,5 м. Водонесний комплекс у відкладах міоцену широко використовується для централізованого водопостачання.

Водонесний горизонт у відкладах крейдової системи (К) поширений на всій території дослідження. Глибина залягання його підшви варіюється від перших метрів до 175 метрів у південно-західній частині території, причому ці показники залежать від місцевого рельєфу. Потужність горизонту також значна, сягаючи від кількох метрів до 70 метрів. У межах долин Дністра та його приток горизонт розкривається на всю товщу. Покрівля горизонту переважно представлена міоценовими відкладами, хоча в північно-східній частині території зустрічаються ділянки з еоценовими породами. Підшвою горизонту слугують вендські теригенні утворення, а на крайньому південному заході – силурійські породи. На території Українського щита водонесний горизонт безпосередньо контактує з кристалічним фундаментом. Водовміщуючими породами є глинисті вапняки, глауконіт-кварцеві піски, опоки, халцедоноліти та трепели.

Водонесний горизонт здебільшого розташований на вододілах та схилах між водозборами; на схилах, що прилягають до долин, через глибоке ерозійне врізання, він значною мірою дронується і обводнений переважно у нижній частині на глибинах від 0,5 до 5,0 м. Загалом водозбагаченість горизонту невисока: дебїти свердловин зазвичай коливаються від 0,2 до 1,0 дм³/с, у поодиноких випадках досягають 1,5-2,5 дм³/с, питома витрата становить 0,01-0,1 дм³/с. Велика кількість джерел, які живлять крейдовий горизонт, мають дебїти у межах 0,1-0,3 дм³/с, проте в верхів'ях балок, де горизонт не розкривається повністю, ці показники зростають до 1,5-5,0 дм³/с. На вододілах водонесний горизонт характеризується низьким напором, висота напору коливається від 10,0 до 20,0 м, а п'езометричні рівні знаходяться на глибинах від 15,0 до 95,0 м.

В залежності від літологічного складу порід коефіцієнт водопровідності водовміщуючих порід коливається від 30,0 до 200,0 м²/добу.

Води крейдяного горизонту є високо якісними за питними властивостями та санітарними показниками на вододілах і привододільних ділянках через те, що він перекритий потужним міоценовим горизонтом, що перехоплює поверхневі стоки.

За своїми органолептичними властивостями вода є прісною, прозорою, безбарвною та позбавленою запаху. Температура води становить 8-9°C, а її кислотність коливається в межах слабкокислої або нейтральної реакції (рН 6,4-7,2). Хімічний аналіз показує, що основним аніоном є гідрокарбонат, з можливим незначним перевищенням сульфатів або хлоридів (до 15 % мг-екв.). Катіонний склад води змішаний, з домінуванням кальцію, а в окремих випадках – натрію. Мінералізація води знаходиться в діапазоні 0,4-0,7 г/дм³, а загальна жорсткість становить 2,2-8,0 моль/м³.

Живлення крейдового водоносного горизонту відбувається за рахунок перетікання вод з міоценового горизонту. На вододільних територіях режим водоносного горизонту характеризується стабільністю, з амплітудою коливань рівня води до 1 метра. Натомість, на придолинних схилах горизонт дронується, що призводить до нестійкого режиму та частого пересихання джерел.

Водоносний горизонт у вендських відкладах(V), зустрічається тільки в межах Волино-Подільського артезіанського басейну. За результатами витратометрії, водоносність цього комплексу зосереджена виключно у відокремлених зонах потужністю від 0,5 до 3,0 метрів, які спостерігаються по всій товщі, навіть в аргілітовій товщі студеницької світи канилівської серії (V_{2st}). Через такий розподіл водоносності, комплекс не можна поділити на окремі водоносні горизонти. Найбільш водоносними є тріщинуваті зони в районі Подільської зони розломів. Найбільшу водоносність демонструють пісковикові шари: джуржівські верстви нагорянської світи (V_{2dz}), бернашівські (V_{2bn}) верстви яришівської світи, а також ямпільські (V_{2jm}) та ольчедаївські (V_{2ol}) верстви могилівської світи.

Глибина залягання вендського водоносного комплексу знаходиться в діапазоні від перших метрів до 300,0 м. У зонах розкриття долинами Дністра та його приток, глибина становить 75,0 м та 25,0-30,0 м відповідно. Спостерігається зростання потужності комплексу в західному та південно-західному напрямках, від 5,0-10,0 м до 150,0 м.

Гірські породи, здатні утримувати воду, представлені осадовими відкладами, які стають водоносними завдяки мережі тріщин. Ці тріщини, хоч і відокремлені,

взаємопов'язані гідравлічно. Важливо зазначити, що пісковики мають значно більшу кількість тріщин і краще пропускають воду, ніж щільні аргіліти.

У каньйоподібних долинах приток Дністра, де вендські відклади відслонюються на 25-30 метрів, спостерігаються потужні джерела. Вони часто пов'язані саме з пісковиками. Прикладом є Браїлівське джерело в долині річки Калюс, яке дренує ямпільські пісковики могилівської світи і має дебіт – 10 дм³ на секунду. Коефіцієнт водопровідності зазвичай становить від 25 до 100 м² на добу, а іноді може сягати й 250-300 м² на добу.

Натомість, вендські відклади на схилах і вододілах містять значно менше води. Це пов'язано з тим, що вони добре дреноються глибокими долинами. Нижче рівня базису ерозії ці відклади мають слабку тріщинуватість. Винятком можуть бути глибокі тектонічні розломи між блоками гірських порід. У таких зонах дебіт свердловин коливається від 0,2 до 0,7-1,0 дм³ на секунду при значному зниженні рівня води (30-15 метрів), а коефіцієнт водопровідності становить 10-30 м² на добу.

За органолептичними властивостями вода венду відзначається різноманітністю. У розкритих породах вона є прісною, прозорою, без кольору і запаху, з температурою 8-9 °С. За показниками киснево-водневої рівноваги вода близька до нейтральної – рН коливається в межах 6,8-7,1. У вододільних зонах та долинах приток Дністра вода має гідрокарбонатний натрієвий склад з мінералізацією 0,6-0,7 г/дм³ та загальною жорсткістю 1,2-1,3 моль/м³.

Джерелами живлення вендського водоносного комплексу є два основні шляхи: по-перше, перетікання води з вище розташованих водоносних горизонтів, і по-друге, інфільтрація атмосферних опадів на ділянках, де венд виходить на поверхню. Важливу роль у поповненні вод комплексу відіграють також річкові води, особливо під час весняних повеней, що спостерігається в долині Дністра та в нижніх частинах долин його приток. Саме на цих територіях вендський комплекс відзначається високим ступенем насиченості водою. Режим комплексу характеризується стабільністю: амплітуда коливань рівня води становить від 0,2 до 0,5 метра, проте в долині Дністра під час весняного підйому води цей показник може сягати 2,0 метра. Вендський водоносний комплекс є домінуючим водоносним горизонтом у південно-

західній частині досліджуваної території, яка охоплює Волино-Подільський артезіанський басейн.

Водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічного фундаменту і зони дезинтеграції кори вивітрювання (AR-PR) поширений повсюдно.

Наявність води в гранітоїдах є вкрай нерівномірною. Ця нерівномірність зумовлена двома основними факторами: ступенем руйнування породи (кора вивітрювання) та її тріщинуватістю. Найбільш водоносними є породи з високим ступенем тріщинуватості, які часто зустрічаються в тектонічно активних зонах, особливо в місцях перетину геологічних структур різного масштабу. Ключовим моментом є ступінь відкритості тріщин. На ділянках, де тріщини заповнені (мілонітизовані або кольматовані), породи практично позбавлені вологи. Загалом, водоносність кристалічних порід на цій території є низькою. Це підтверджується показниками дебітів свердловин: від 0,4 до 1,6 дм³/с при значному зниженні рівня води (20,0-50,0 м). Питомі дебіти також невисокі, коливаючись в межах 0,005-0,1 дм³/с. Води докембрійського фундаменту відзначаються відмінними питними якостями. Вони прісні, прозорі, безбарвні, без запаху та мають низьку температуру (8-9 °С). За хімічним складом це переважно гідрокарбонатні або хлоридно-гідрокарбонатні води магнієво-кальцієвого типу, рідше магнієво-натрієвого. Мінералізація цих вод становить 0,3-0,5 г/дм³, а загальна жорсткість – 3,7-8,0 моль/м³.

Комплекс поповнюється внаслідок переміщення вод міоценового комплексу та безпосереднього проникнення атмосферних опадів через четвертинні утворення на ділянках без міоценових відкладень. Для водопостачання в окремих випадках застосовується водоносний комплекс тріщинуватих вод докембрію.

2.4. Історія геологічного розвитку

Волино-Подільський регіон, що є південно-західною окраїною Східноєвропейської платформи, розташований на захід від Українського кристалічного масиву. Його східна частина представлена західним схилом цього

масиву. На півночі Волино-Подільську плиту обмежує Білоруський виступ кристалічного фундаменту.

На західній частині Українського кристалічного масиву, в межах смуги до 150 кілометрів, поверхня кристалічного фундаменту має незначний нахил, зазвичай не більше 1-2 градусів. Товщина осадових порід тут варіюється від кількох десятків метрів до 1,5-2 кілометрів. Далі на захід від цієї зони фундамент занурюється під більш крутим кутом. Однак, у межах Львівського палеозойського прогину кути нахилу поверхні фундаменту становлять 3-12 градусів, а його глибина сягає 5 кілометрів. На півночі регіону кристалічний фундамент формує Північно-Волинське підняття, яке виступає як природний бар'єр, розділяючи Прип'ятський та Львівський палеозойські прогини.

Останні геофізичні дослідження кристалічного фундаменту виявили великі розломи, що тягнуться в північно-західному напрямку, зокрема вздовж лінії Сокаль – Буськ, а також від Перемишлян через Бережани до широти Жидачева. Крім того, зафіксовано розлом північно-східного напрямку, що проходить по лінії Буськ – Бібрка. В районі сіл Олександрія – Гута Степанська – Палиця – Кухетська Воля, де спостерігаються виходи базальтів та габро-діабазові інтрузії, ймовірно, також існують розломи. Ці структурні особливості фундаменту Волино-Подільської плити суттєво вплинули на формування будови осадового чохла цього регіону.

Байкальська складчастість призвела до утворення Волино-Оршанської рифейської западини – протяжної, жолобоподібної структури, що тягнеться від Балтійського щита до південно-східної Польщі та охоплює північно-західну частину регіону. На південному заході Волино-Поділля, під зовнішньою зоною Передкарпатського прогину, були виявлені складчасті метаморфічні породи. Ці породи, що датуються ймовірно ранньорифейським періодом, формують Байкальські Кордильєри. Вони є продовженням Келецько-Сандомирських гір і окреслюють південно-західну межу платформи. З верхнього протерозою до кінця крейдового періоду Байкальські Кордильєри зазнавали інтенсивного зносу.

Каледонська складчастість призвела до утворення на південному заході регіону, біля Байкальських Кордильєр, нижньопалеозойського передгірного

прогину. Цей прогин сформувався на кембрійських та силурійських відкладах і пізніше був перекритий альпійським структурним комплексом.

Формування Львівського палеозойського прогину відбулося в епоху герцинської складчастості. Цей прогин складений породами девонського та карбонового періодів. Його північно-західна межа визначається Володимир-Волинським скидом, східна – монокліналлю, що спускається від Українського кристалічного масиву, а південно-західна – Рава-Руським розломом. У структурі прогину присутні брахіантиклінальні підняття та численні розломи. Їх існування доведено за допомогою геофізичних досліджень, буріння та гірничих виробок, особливо в районах вугленосних шарів наміурського ярусу нижнього карбону. Крім того, до палеозойських геологічних утворень відносяться Пельчинські дислокації та значна кількість (до 30) брахіантиклінальних піднять.

Серед геологічних утворень альпійського етапу горотворення виділяються: юрський прогин, Львівська верхньокрейдова мульда, Устечський грабен, Угерсько-Крукенічська та Косівська западини, а також Станіславське поперечне підняття. Через значну товщу (1000-1500 м) накладених порід, більшість цих структур досліджені недостатньо. Геофізичні дослідження та обмежені дані свердловин свідчать про те, що ці структури переважно оточені розломами з вертикальним зміщенням до 450-650 метрів. Крім того, всередині самих структур спостерігається значна кількість розривних порушень.

Осадочний чохол почав формуватися з верхнього протерозою. Згодом, у послідовності геологічних епох, в осадовій товщі накопичилися такі відклади:

- Верхній протерозой: представлений рифеєм (поліська серія) та вендським комплексом (волинська та валдайська серії).
- Палеозой: включає кембрійську, ордовикську, силурійську, девонську та кам'яновугільну системи.
- Мезозой: складається з юрських та крейдяних відкладів.
- Кайнозой: представлений палеогеновою та неогеновою системами, а також четвертинними відкладами.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Геофізичні дослідження

Геофізичні дослідження були виконані у вигляді стандартних електро- та гама-каротажу, кавернометрії, витратометрії за допомогою АЄКС-900 по свердловині № 132. Основне призначення каротажних робіт – розчленування товщі за літологічними ознаками, виявлення радіоактивних властивостей товщі, визначення інтервалів водопритливів. Результати гідро-каротажних робіт наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати каротажних робіт

Порода	Інтервал виміру		Радіоактивність, мкр/год		Інтервал водопритливу	
	Від	До	Від	До	Від	До
1	2	3	4	5	6	7
Пісок	0,0	10,5	3,3	4,6	-	-
Аргіліти, алевроліти, пісковики	10,5	79,0	3,5	20,0	52,0 59,0	57,0 60,0
Граніт	79,0	100,0	19,0	21,0	-	-

3.2. Дослідно-фільтраційні роботи

Експериментальні (дослідно-фільтраційні) роботи полягали перш за все в проведенні тривалої дослідної відкачки із свердловини №132 для визначення стабільності роботи свердловини, хімічного складу підземних вод, оптимального навантаження на свердловину під час дослідно-промислової розробки, визначення характеру зміни динамічного рівня води в свердловині з плинністю часу.

Динамічний рівень у свердловині визначався за допомогою манометра GAUGE 2-112” і хлопавки, дебіт вимірювався об’ємним способом.

Надлишок води, що відкачувалася, відводився у р. Ущиця.

По закінченню відкачки проводили спостереження за відновленням рівня води.

Під час відкачки відбиралися проби води на повний хімічний аналіз, мікрокомпоненти.

Основні результати дослідної відкачки наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Основні результати дослідної відкачки

№ свердловини	Індекс водоносного горизонту	Тривалість відкачки, діб	Дебіт свердловини, дм ³ /с	Зниження рівня, м	Тривалість відновлення рівня, год	Повнота відновлення рівня, %	Регіональне зниження рівня протягом відкачки, м	Кількість відібраних проб на повний хім. аналіз	Коливання сухого залишку протягом відкачки, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	V	30	2,08	5,75	25	100	-	2	524-548

3.3. Вивчення режиму підземних вод

Режим підземних вод вивчався протягом тривалого часу шляхом вимірювання дебіту свердловини при самовиливі та постійному зниженні рівня води у свердловині. До режимної мережі була включена розвідувально-експлуатаційна свердловини № 132.

В результаті обробки матеріалів режимних спостережень встановлено, що рівні підземних вод комплексу четвертинних відкладів зазнають впливу сезонного коливання. Сприятливі умови для живлення водоносних горизонтів створюються після того, як скресне крига і розтане сніг.

Амплітуда коливання рівнів підземних вод першого від поверхні водоносного комплексу не перевищує 0,5 м. Високі рівні спостерігаються з середини квітня до кінця травня. Найнижчі бувають у серпні-вересні, а також наприкінці грудня.

Характерною особливістю режиму підземних вод водоносного горизонту тріщинуватої зони порід венду є його стабільність з плинністю часу. Дебіт свердловини № 132 при самовиливі складає 0,91-1,25 дм³/с при постійному зниженні рівня.

Температура підземних вод водоносного горизонту тріщинуватої зони порід венду складає 12°C. Характер зміни дебіту свердловини № 132 приведений на графічному додатку № 5.

3.4. Вивчення якості підземних вод

Під час виконання геологорозвідувальних робіт проби води відбиралися у скляну тару за програмою ДСТУ ISO 5667-2003.

По свердловині № 132 були відібрані проби на мікрокомпоненти, радіонукліди, залізо, феноли, спектральний аналіз.

Дослідження води виконувалися лабораторіями КП «Кіровгеологія» та Українського науково-дослідного інституту медичної реабілітації та курортології. Обсяги лабораторних досліджень наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Лабораторні дослідження

Водоносні горизонти і комплекси, №№ свердловин	Кількість визначень				
	Повний хімічний аналіз	Визначення мікрокомпонентів	Визначення заліза	Пестициди	Радіонукліди
Водозбагачені тріщинуваті пісковики венду, св. № 132	13	2	13	1	1
Водозбагачені четвертинні, неогенові та сеноманські	4	-	4	-	-
Відклади К-1, К-2, К-3, каптаж, р. Ущиця	1	-	1	-	-
Всього	18	2	18	1	1

3.5. Результати геологічного вивчення, в т. ч. дослідно-промислової розробки

Видобуток мінеральної природної столової води здійснюється у переривчастому режимі: щоденно, крім суботи і неділі, підприємство працює по 8

годин (табл. 3.4). Вода після очищення від механічних домішок розливається у балони об'ємом 6 л, 1,5 л, 0,5 л та використовується для приготування напоїв.

Витрати свердловини фіксуються об'ємним способом та за водоміром ВСКМ-16/40, тиск на усті вимірюється монотром GAUGE2-1/2''.

Регулярно відбираються проби води на хімічні та бактеріологічні аналізи.

Особливістю дослідно-промислової розробки є стабільний характер видобутку мінеральної води. Це сприяє чіткому контролю за кількістю води, що видобувається.

Таблиця 3.4.

Результати режимних спостережень по свердловині № 132 за час проведення дослідно-промислової розробки

Рік	Місяць	Самовилив, л/с	Промисловий водовідбір, м ³ /добу	Дослідна відкачка, м ³ /добу	Зниження рівня, м
2008	Вересень	0,91	11,3	180(90)	1,10
	Жовтень	1,10	11,6		1,30
	Листопад	1,06	10,1		1,30
	Грудень	0,95	11,0		1,15
2009	Січень	0,93	9,7		1,10
	Лютий	0,91	10,9		1,10
	Березень	0,98	10,3		1,20
	Квітень	1,05	10,8		1,25
	Травень	1,25	9,0		1,50
	Червень	1,25	11,9		1,50
	Липень	1,24	12,2		5,75
Серпень	1,23	11,5	1,23		

РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА УМОВ ЇХ ФОРМУВАННЯ

Вивчалися підземні води у відкладах крейди та горизонту тріщинуватої зони порід венду, а також поверхневі води р. Ущиця.

4.1. Водозбагачені четвертинні неогенові та крейдянні відклади

Водозбагачені четвертинні відклади розкриті каптованим джерелом №К-1 з дебітом 0,5 дм³/с на схемі вододілу. За хімічним складом вода джерела гідрокарбонатна кальцієва з сухим залишком 144 мг/дм³.

Водозбагачені неогенові відклади розкриті каптованим джерелом №К-4 з дебітом 0,5 дм³/с. Якість підземних вод джерела не вивчалась.

Водозбагачені крейдянні відклади розкриті криницями №№ К-2 і К-5 та каптованим джерелом ТОВ «Зіньківський пивзавод» під назвою «каптаж». Дебіт джерела «каптаж» складає 1,67 дм³/с. За хімічним складом вода у крейдяних відкладах гідрокарбонатна кальцієва із сухим залишком 368 мг/дм³.

4.2. Водонесний горизонт тріщинуватої зони порід венду

Мінеральна питна природна столова вода під назвою «Зіньківська» видобувається за допомогою свердловини №132 ТОВ «Зіньківський пивзавод» із водоносного горизонту тріщинуватої зони порід венду. Вода зі свердловини №132 характеризується як гідрокарбонатна натрієва слабкої мінералізації без специфічних компонентів та властивостей, слабколужна, холодна. Вміст регламентованих компонентів та сполук не перевищує гранично допустимих концентрацій для мінеральних питних природних столових вод. Мікрофлора води не є патогенною для організму людини. Вивчена вода відповідає вимогам ДСТУ 878-93 і може бути використана для промислового розливу.

Межі коливань основних компонентів хімічного складу води свердловини №132 для внесення до ДСТУ 878-93 «Води мінеральні питні. Технічні умови» наступні:

мінералізація, г/дм³ – 0,5-1,0

HCO ₃	мг/дм ³ – 200-600
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³ – < 100
Cl ⁻	мг/дм ³ – < 50
Ca ²⁺	мг/дм ³ – < 50
Mg ²⁺	мг/дм ³ – < 25
Na ⁺ +K ⁺	мг/дм ³ – 100-300

Вміст основних компонентів у воді свердловини №132 наведений у таблиці 4.1, мікрокомпонентів – у таблиці 4.2.

Таблиця 4.1

Вміст основних компонентів у воді свердловини №132

№ п/п	Вміст компонентів, мг/дм ³							рН показ- ник
	сухий залишок	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	
	мінералізація							
1	<u>488</u> 732,6	482,1	32,1	17,7	16,0	2,4	182,3	7,7
2	<u>460</u> 729,8	469,9	31,3	14,2	281,0	<1,2	179,3	7,5
3	<u>436</u> 764,1	500,4	12,3	14,2	12,0	14,6	185,6	8,6
4	<u>456</u> 741,8	500,4	22,2	17,8	16,0	4,9	180,5	7,6
5	<u>452</u> 713,7	445,4	37,0	17,9	20,0	<1,2	181,3	7,3
6	<u>512</u> 742,7	500,4	21,3	17,8	20,0	1,2	181,7	7,7
7	<u>512</u> 531,7	482,1	35,4	14,2	16,0	2,4	183,8	7,7
8	<u>516</u>	500,4	30,5	14,2	20,2	2,4	181,2	7,8

	753,7							
9	<u>548</u> 764,2	506,5	30,5	14,2	16,0	<1,0	197,0	7,7
10	<u>524</u> 725,9	475,9	24,6	14,2	12,0	2,4	187,3	7,0
11	<u>484</u> 784,3	512,6	30,5	21,3	10,0	2,1	180,6	7,1
12	<u>-</u> 800,0	506,0	52,0	21,0	12,0	3,0	210,0	7,9
13	<u>-</u> 800,0	494,0	44,0	21,0	12,0	5,0	207,0	-
14	<u>-</u> 770,0	494,1	44,8	17,7	14,0	4,9	193,8	Не визнач
15	<u>-</u> 760,0	481,9	46,1	19,5	12,0	3,6	196,6	Не визнач
16	<u>-</u> 780,0	506,3	38,7	17,7	14,0	3,6	197,9	Не визнач
17	<u>-</u> 800,0	506,3	51,4	17,8	13,0	3,6	205,1	7,4

Вміст заліза у свердловині №132 змінювався від 0,02 до 0,68 мг/дм³ . Підвищений вміст заліза в деяких пробах пояснюється корозією водовідвідних металевих труб. При відборі проб води безпосередньо із свердловини підвищення заліза вище норми не спостерігалось.

За результатами атомно-емісійного спектрального аналізу сухого залишку проб води виявлені на межі чутливості такі елементи як берилій, кадмій, хром, стронцій, барій та ін., які в зазначених концентраціях не впливають на якість питних вод.

Вміст фенолів та радіонуклідів у воді також визначався під час проведення геологорозвідувальних робіт. Вміст цих компонентів наводимо у таблицях 4.3., 4.4.

Вміст фенолів у воді не перевищує допустимих норм, або перебуває в межах чутливості приладів.

Таблиця 4.2

Вміст мікрокомпонентів у воді свердловини №132

№ № п/п	Мікрокомпоненти	Розмірність	Вміст мікрокомпонентів			
			Лабораторія КП «Кіровгеологія» 2011 р.	Лабораторія КП «Кіровгеологія» 2022 р.	Лабораторія УкрНДІМРт аК 2011 р.	Лабораторія УкрНДІМРт аК 2022 р.
1.	Al	мг/дм ³	-	-	-	-
2.	Hg	--''--	-	-	< 0,001	< 0,001
3.	Zn	--''--	< 0,005	< 0,005	0,0333	0,0007
4.	Cu	--''--	< 0,005	0,009	0,0019	0,0005
5.	Pb	--''--	< 0,010	0,01	0,0015	0,0006
6.	Mn	--''--	< 0,010	0,15	-	-
7.	Cd	--''--	-	-	0,00003	0,00010
8.	Be	--''--	-	-	-	-
9.	As	--''--	< 0,005	0,005	0,0119	0,0025
10.	Ni	--''--	-	-	-	-
11.	Se	--''--	-	-	< 0,010	< 0,0001
12.	Mo	--''--	< 0,002	0,002	-	-
13.	F	--''--	-	-	-	0,31
14.	Cr	--''--	< 0,005	< 0,005	0,0038	0,0007
15.	U	мг/дм ³	-	2,6*10 ⁻⁸	< 2*10 ⁻³	< 2*10 ⁻²
16.	Sr ⁺⁺	--''--	-	-	0,65	2,16
17.	Ra ²²⁶	кц/дм ³	1,0x10 ⁻¹²	-	не виявлено	< 1,1*10 ⁻⁹

Таблиця 4.3

Вміст фенолів у воді свердловини №132

Дата відбору	Вміст компонентів, мг/дм ³
22.09.2011 р.	< 0,005
24.07.2022 р.	< 0,005

Таблиця 4.4

Вміст радіонуклідів у воді свердловини №132

Ra-226, г/дм ³	Rn-222, Бк/дм ³	U, г/дм ³
<1,0*10 ⁻¹²	3,4	2,6*10 ⁻⁸

4.3. Умови формування сольового складу підземних вод

Зіньківське родовище мінеральних природних столових вод знаходиться у східній частині Волино-Подільського басейну, належить до тріщинуватої зони поширення відкладів венду, представлений пісковиками і аргілітами. Район Зіньківського родовища характеризується розвитком водозбагачених зон різного ступеню тріщинуватості та повсюдним поширенням малопотужного водоносного комплексу четвертинних відкладів. Суттєвим фактором, що впливає на умови формування хімічного складу підземних вод є належність ділянки родовища до степової ландшафтно-кліматичної зони відповідно до фізико-географічного районування України.

Підземні води району знаходження ділянки родовища формуються за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Важливим чинником при формуванні сольового складу підземних вод є помітна величина випаровування з рівня ґрунтових вод внаслідок його неглибокого залягання та специфічних кліматичних умов. Це призводить до збільшення загальної мінералізації без переважаючої кількості тих чи інших компонентів (аніонів і катіонів) (табл. 4.5). На такий перебіг умов формування сольового складу підземних вод ділянки родовища вказує відсутність у воді специфічних компонентів та властивостей, а також стабільний та незначний

вміст мікрокомпонентів. Останнє більше вказує на відсутність можливих джерел забруднення підземних вод.

Мінеральні води Зіньківського родовища – гідрокарбонатні натрієві слабкомінералізовані води без специфічних компонентів та властивостей, нейтральні – слабколужні із наступними показниками:

Таблиця 4.5

Вміст солей у воді свердловини № 132

Мінералізація, г/дм ³	Основні іони, <u>мг-екв.%</u> дм ³	Хімічний склад, мг/дм ³						
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Специфічні компоненти
0,5-1,0	HCO ₃ >80 (Na+K)> 80	200- 600	<100	<10 0	<50	<25	100- 300	відсутні

Основними складовими води родовища є іони (йони) гідрокарбонату та натрію і калію. Дещо у меншій кількості присутні йони сульфатів, хлоридів, кальцію і магнію. Зазвичай, доволі стійкими компонентами у підземних водах є хлор-йони та йони інших галоїдів. Вміст сульфат іонів обмежується розчинністю CaSO₄. Джерелом надходження у підземній воді є: розчинення сульфатів із осадових порід, окислення самородної сірки та сульфідів. Сульфат-йон у відновлюваному середовищі може відновлюватися до сірководня органічною речовиною внаслідок життєдіяльності сульфатредуючих бактерій.

Вміст HCO₃ залежить від вмісту вуглекислоти у воді за умови [Ca(HCO₃)₂ ↔ CaCO₃+CO₂+H₂O]. Йони HCO₃ з'являються у підземних водах внаслідок розчинення карбонатів кальцію і магнію при взаємодії води з CO₂.

Загалом підземні вооди достатньо насичені CaCO₃.

Йони натрію у підземних водах значно поширені та їх загалом більше від іонів калію. Це можна пояснити підвищеною сорбцією йонів калію поглинаючим комплексом порід та рослинного шару ґрунту на живлення рослин. Наявність у воді

лужних металів пояснюється, головним чином, з вилугованням легкорозчинних солей, які утворюються під час вивітрювання гірських порід.

Збагачення підземних вод йонами кальцію магнію відбувається певним чином за рахунок їх розчинів в основних породах.

Для району поширення мінеральних підземних вод типу «Зіньківська» серед поверхневих вод поширені гідрокарбонатні кальцієві води; серед перших від поверхні водоносних горизонтів поширені гідрокарбонатні кальцієві та гідрокарбонатні магнієві кальцієві води. Мінеральна природна столова вода «Зіньківська», як уже зазначалося, стабільно є гідрокарбонатно натрієвою. Такий хімічний склад пояснюється перш за все тим, що водозбагаченими є тріщинуваті псамітові, алевроитові та пелітові відклади венду.

Псамітові пісковики, у конкретному випадку пісковики, за мінералогічним складом є кварц, польовий шпат і перш за все глауконіт, позаяк відклади венду є морського походження.

Водозбагаченими також є тріщинуваті пілуваті породи – алевроліти і аргіліти. Відмінність між псамітовими і алевролітовими породами за мінералогічним складом незначна та проявляється у розмірах зерен.

Підсумовуючи, хімічний склад підземних вод Зіньківського родовища формується, переважно, за рахунок тріщинуватих водозбагачених порід, до складу яких входить велика кількість порід із складовими натрію і калію. Така рівновага є доволі нестійкою і у перспективі треба очікувати у мінеральній воді зменшення натрію і калію та збільшення кальцію і магнію. Останнє загалом помітно не вплине на якість мінеральних підземних вод.

4.4. Організація зон санітарної охорони

Досить умовно територія родовища співпадає з ділянкою водозабору та перебуває в межах постійного землекористування ТОВ «Зіньківський пивзавод». Водозабір мінеральної питної природної столової води «Зіньківська» розташований в межах заплави та надзаплавної тераси р.Ущиця. Поверхня тут рівнинна, зона суворого режиму не забудована. Технологічні споруди ТОВ «Зіньківський

пивзавод» по видобуванні та розливу мінеральної води розроблені за типовими проектами з урахуваннями місцевої специфіки земле- та надрокористування.

Очисні споруди (відстійники) на території підприємства відсутні, всі побутові стоки скидаються в місцеву каналізаційну мережу.

В межах зон санітарної охорони водозабору, відсутні можливі джерела забруднення підземних вод, такі як не діючі і не затампоновані або безхозні свердловини. Інші форми життєдіяльності, не пов'язані з розкриттям водоносного горизонту, що експлуатується, не являються джерелами можливого забруднення підземних вод.

Загалом, санітарні умови території родовища та ділянки водозабору є задовільними.

Розрахунок зон санітарної охорони. Відповідно до вимог межа першого поясу зони санітарної охорони водозабору для захищеного водоносного горизонту встановлюється за 30 м від свердловини, а за погодженнями з місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби – за 15 м від свердловини.

Межі другого поясу зони санітарної охорони встановлюються розрахунком, який враховує час просування мікробного забруднення води до водозабору, приймається в залежності від кліматичних районів та захищеності підземних вод від 100 до 400 діб, для конкретних умов складає 200 діб. Межі третього поясу зони санітарної охорони визначаються розрахунком, який враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, який повинен бути більше тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років. В зв'язку з цим розрахунок другого і третього поясів зони санітарної охорони виконаємо відповідно до рекомендацій, запропонованих в інструкції за формулою:

$$R_{1,2} = \sqrt{\frac{Q * T_{m,x}}{\pi * n * m}} \quad (4.1)$$

Q – дебіт водозабору, м³/добу;

T_{m,x} - розрахунковий час для мікробного і хімічного забруднень, діб;

n – активна пористість водовмісних порід;

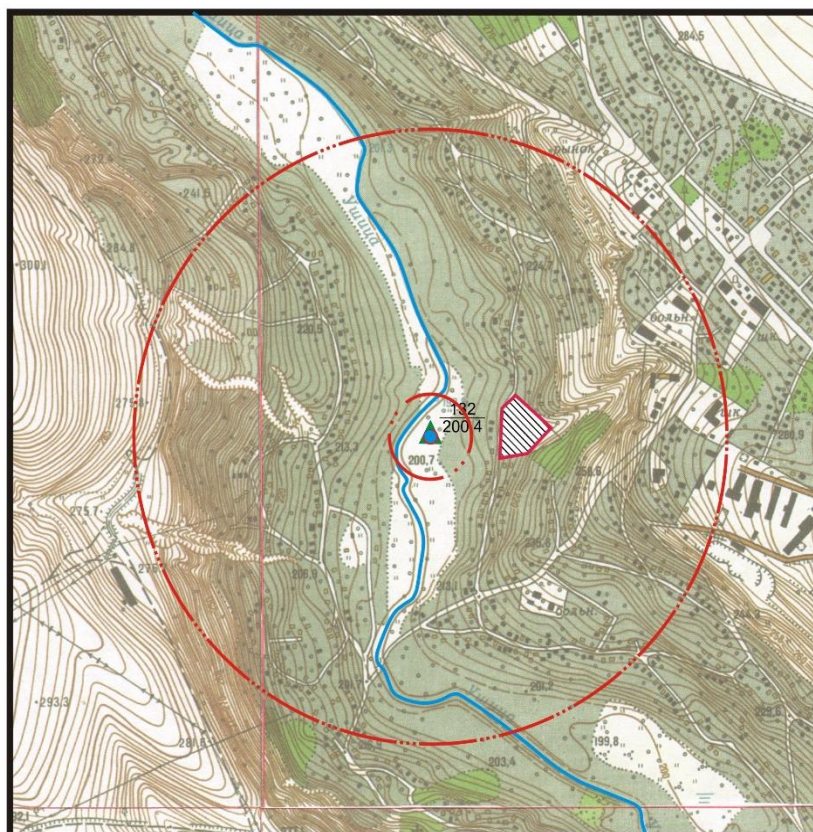
m – потужність водоносного горизонту, м.

Вихідні дані і результати розрахунків наведені у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Розрахунок зон санітарної охорони

$Q, \text{м}^3/\text{добу}$	$T_m, \text{дїб}$	$T_x,$	n	m	R_m	R_x
1	2	3	4	5	6	7
40	200	10^4	0,1	6,0	65	460



- $R_I = 15 \text{ м.}$ — — — — — Зона санітарної охорони першого поясу
 $R_{II} = 90 \text{ м.}$ — · — · — · Зона санітарної охорони другого поясу
 $R_{III} = 650 \text{ м.}$ — — — — — Зона санітарної охорони третього поясу

Рис. 4.1. Зона санітарної охорони водозабору Зінківського родовища мінеральних природних столових вод

РОЗДІЛ 5. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Перелік та види гідрогеологічних параметрів визначаються виходячи з методики, що застосовується для підрахунку експлуатаційних запасів підземних вод. Зважаючи на геолого-гідрогеологічні умови району знаходження родовища мінеральної природної столової води „Зіньківська” розрахунок експлуатаційних запасів краще виконати гідродинамічним та гідравлічним методами на підставі отриманих результатів дослідної відкачки свердловини №132 та дослідно-промислової розробки родовища.

Як впливає з попередніх розділів, водоносний горизонт тріщинуватої зони порід венду має значне поширення на площі та відносно витриману тріщинуватість водозбагачених порід, має напірні властивості.

Для забезпечення сприятливих можливостей підрахунку експлуатаційних запасів підземних вод гідродинамічним та гідравлічним способами схарактеризуємо наступні гідрогеологічні параметри: фактичні і розрахункові дебіти водозабору, потужність, глибина залягання і поширення водоносного горизонту, висота напору над покрівлею водоносного горизонту, допустиме зниження рівня, основні фільтраційні властивості водовмісних порід, величину інфільтраційного живлення.

5.1. Розрахунковий дебіт водозабору

Під час проведення дослідної відкачки води із свердловини №132 був досягнутий стабільний дебіт $2,08 \text{ дм}^3/\text{с}$ при водовідборі $180 \text{ м}^3/\text{добу}$ та зниженні рівня на $5,75 \text{ м}$.

Дослідно-промислова розробка родовища відбувалася з січня місяця 2022 р., протягом останнього року з водовідбором $9,0\text{-}12,2 \text{ м}^3/\text{добу}$. Дебіт свердловини при самовиливі складав $0,91\text{-}1,25 \text{ дм}^3/\text{с}$ при зниженні рівня на $1,5 \text{ м}$. Враховуючи заявлену потребу у воді, розрахунковий проектний дебіт водозабору становитиме до $40 \text{ м}^3/\text{добу}$.

5.2. Допустиме зниження рівня

Розрахунковий час роботи водозабору приймаємо 10^4 діб, тобто більше 25 років. Допустиме зниження рівня визначаємо за формулою:

$$S_{\text{доп}} = H_e - [(0,3/0,5)m + \Delta H_{\text{нас}} + \Delta H_{\phi}] \quad (5.1)$$

H_e – початковий напір над покрівлею водоносного горизонту, м

m – потужність водоносного горизонту, м

$\Delta H_{\text{нас}}$ – максимальна глибина занурення приймального клапану насосу, м

ΔH_{ϕ} – додаткове зниження рівня через недосконалість свердловини за характером і ступенем розкриття водоносного горизонту, м.

Величина напору над покрівлею водоносного горизонту складає 55,0 м, потужність тріщинуватої зони водоносного горизонту складає 6,0 м. Через те, що фільтраційні властивості водоносного горизонту тріщинуватої зони порід венду невисокі, зниження рівня у водоносному горизонті за рахунок його осушення не передбачається. Приймальний клапан насосу може бути занурений вище або нижче тріщинуватої зони водоносного горизонту внаслідок конструктивних особливостей свердловини. Додаткове зниження рівня через недосконалість свердловини за характером і ступенем розкриття водоносного горизонту визначається також з урахуванням конструктивних особливостей свердловини. Таким чином допустиме зниження дорівнюватиме:

$$S_{\text{дир}} = \dot{I}_{\text{а}} - (\Delta \dot{I}_{\text{іаіа}} + \Delta \dot{I}_{\text{о}}) = 55 - (2,0 + 1,6) = 51,4 \text{ м} \quad (5.2)$$

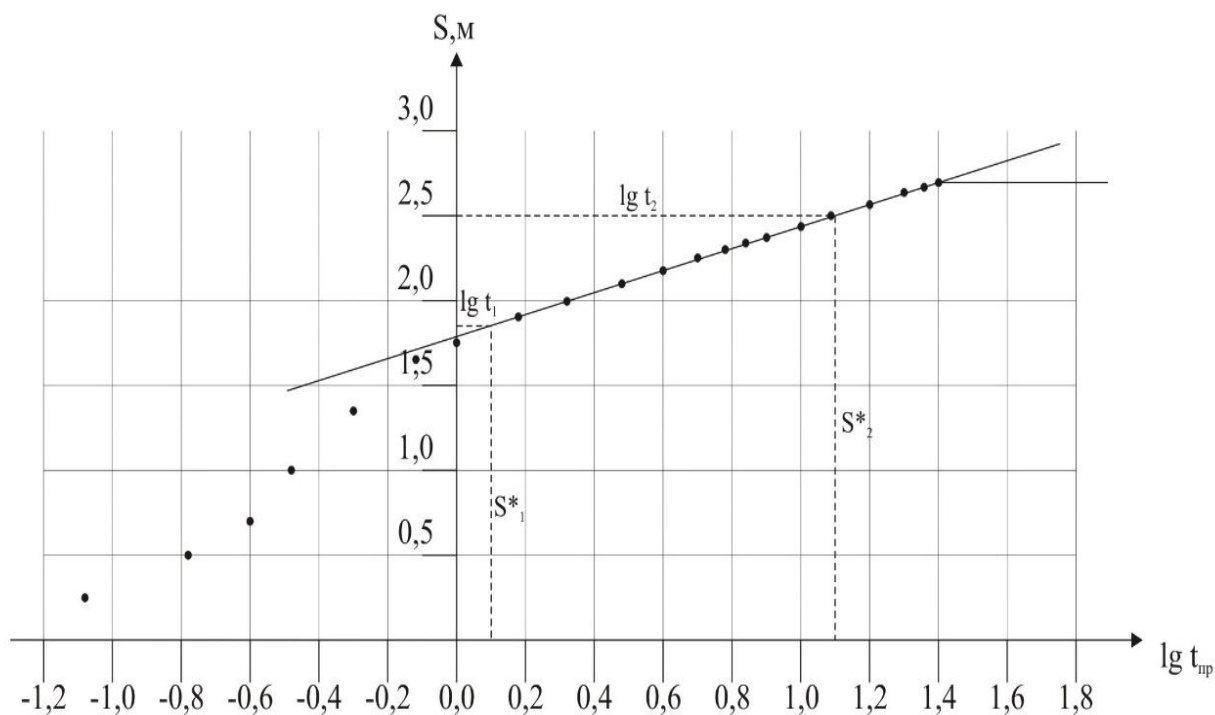
5.3. Інтерпретація дослідно-фільтраційних робіт по визначенню гідрогеологічних параметрів

Тривалість дослідної відкачки свердловини №132 ТОВ „Зіньківський пивзавод” становила 30 діб і регламентувалася необхідністю досягнення тривалого стабільного дебіту свердловини, меж технічних характеристик водопідйомного обладнання, зміни якості води з плинністю часу. Відкачка відбувалася із стабільним переривчастим дебітом $2,08 \text{ дм}^3/\text{с}$ при максимальному зниженні рівня на 5,75 м. При самовиливі у свердловині були проведені витратометрія і кавернометрія. По закінченню відкачки спостерігалось відновлення рівня води у свердловині.

За результатами спостережень побудовані напівлогарифмічні графіки у координатах $S - \lg t_{\text{пр}}$. Результати розрахунку водопровідності наведені на графічному додатку 3. Інтерпретація результатів спостережень є задовільною, водопровідність складає 40-50 м²/добу. П'єзопровідність визначимо за формулою:

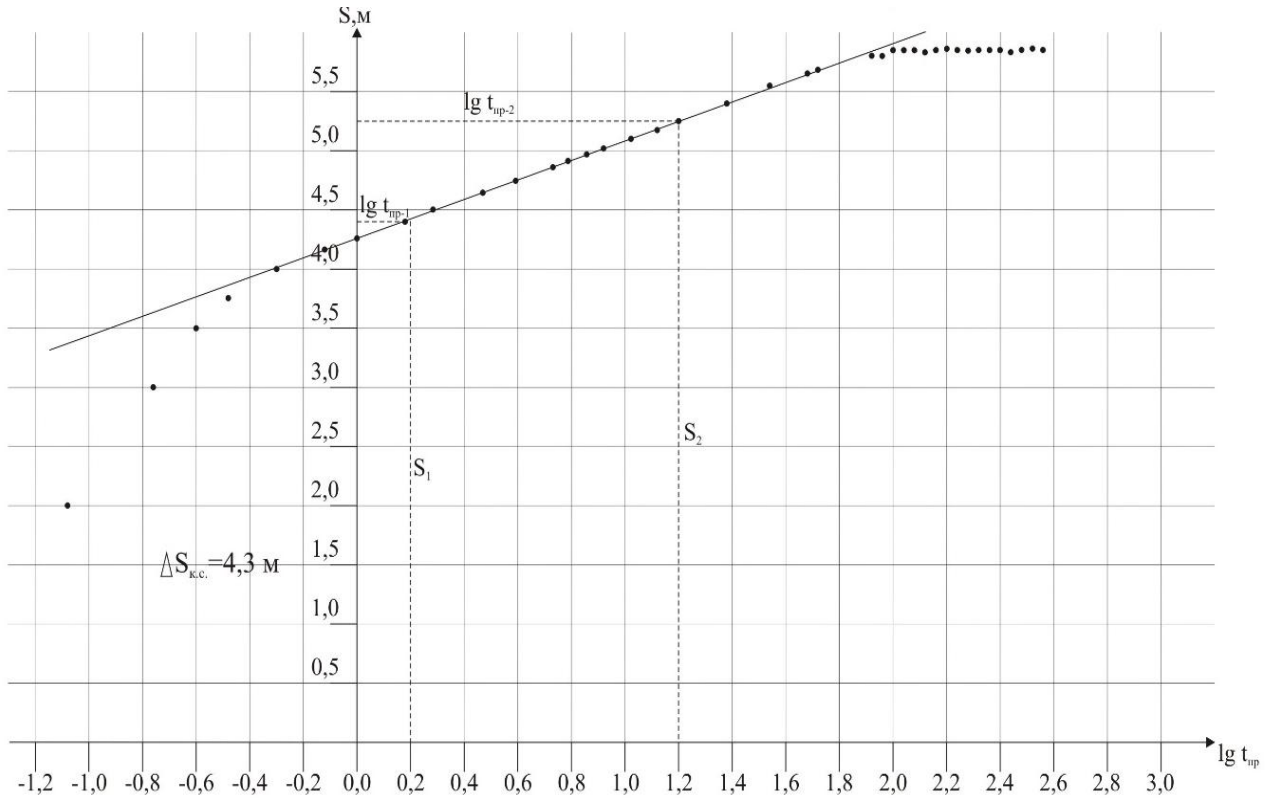
$a = \frac{km}{\mu^*}$, тут μ - пружна водовіддача, для слабконапорних водоносних горизонтів $\mu^* \approx$

10^{-3} , тоді: $a = \frac{45}{10^{-3}} = 4,5 \cdot 10^4$ м²/добу.



$$c = \frac{S_2^* - S_1^*}{\lg t_2 - \lg t_1} = \frac{2,51 - 1,85}{1,1 - 0,1} = 0,66 \quad T = \frac{0,83 \cdot Q}{c} = \frac{0,83 \cdot 180}{0,66} = 50 \text{ м}^2/\text{добу}$$

Рис. 5.1. Напівлогарифмічний графік відновлення рівня води у свердловині №132 після припинення її відкачування



$$c = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_{п2} - \lg t_{п1}} = \frac{5,25 - 4,45}{1,2 - 0,2} = 0,8 \quad km = \frac{0,83 \cdot Q}{c} = \frac{0,83 \cdot 180}{0,8} = 41 \text{ м}^2/\text{добу}$$

Рис. 5.2. Напівлогарифмічний графік відновлення рівня води у свердловині №132 після припинення її відкачування

Сумарний опір, пов'язаний з недосконалістю свердловини за характером і ступенем розкриття водоносного горизонту визначимо за формулою:

$$\xi = \frac{4\pi km S_i}{Q} - \ln \frac{2,25 \hat{a} t}{r_i^2} \quad (5.3)$$

Вихідні дані та результати розрахунків наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Результати розрахунку опору свердловини

km, м ² /добу	S ₀ , м	Q, м ³ /добу	a, м ² /добу	t, год.	r _c , м	ξ
1	2	3	4	5	6	7
45	4,45	108	4,5*10 ⁴	1,5	0,1	0,6

5.4. Розрахунок інфільтраційного живлення

Під інфільтраційним живленням розуміється надходження води на рівень підземних вод внаслідок спадного руху вологи із зони аерації. В межах території, що розглядається основним джерелом інфільтраційного живлення є атмосферні опади. Величина інфільтраційного живлення визначена шляхом аналізу співвідношення мінералізації атмосферних опадів та мінералізації підземних вод, особливо вмісту малоактивного йону хлору.

Для оцінки інфільтраційного живлення підземних вод використовується коефіцієнт інфільтраційного живлення та джерело надходження води, тобто атмосферні опади:

$$i = \eta \cdot Q, \quad (5.4)$$

тут:

η - коефіцієнт інфільтрації;

Q – надходження води (атмосферні опади).

За даними багаторічних спостережень мінералізація атмосферних опадів для м. Хмельницький становить 34,32 мг/дм³, середньобагаторічний вміст хлору – 2,0мг/дм³.

Розрахована величина інфільтраційного живлення для м. Хмельницький склала 50-100 мм/рік на 1 м².

5.5. Обґрунтування прогнозованої зміни з плинністю часу

дебіту, рівнів і показників якості води

Свердловина №132 самовиливається з 1992 р. з дебітом 0,91-1,25 дм³/с при постійному зниженні рівня ($S_0=1,5$ м) та експлуатується стабільно з водовідбором до 12,2 м³/добу (липень 2009 р.). Динамічний рівень відносно статичного є стабільним, тобто не відбувається змін питомого дебіту. Коливання дебіту при самовиливі носить сезонний характер, тенденції до його зміни з плинністю часу не спостерігається. Під час дослідної відкачки був досягнутий тривалий стабільний водовідбір, який перебував у межах 86,5-96 м³/добу. Під час дослідно-промислової розробки родовища водовідбір відбувається з дебітом біля 9,0-12,2 м³/добу. Таке

співвідношення між водовідбором під час дослідної відкачки і дослідно-промислової розробки впливатиме на перерозподіл експлуатаційних запасів підземних вод за ступенем їх геологічного вивчення.

Якість води характеризується за такими основними показниками як мінералізація загальна, а також вміст йонів гідрокарбонату та натрію. Таким чином, гідрогеологічні параметри водоносного горизонту, що досліджується, а також якість води є стабільними за час проведення геологорозвідувальних робіт, що дозволяє спрогнозувати необхідні показники на весь розрахунковий термін експлуатації водозабору.

РОЗДІЛ 6. ПІДРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Зіньківське родовище мінеральної природної столової води „Зіньківська” приурочене до водоносного горизонту тріщинуватої зони порід венду. Відповідно до технічного завдання потреба у воді підприємства „Зіньківський пивзавод” становить 40 м³/добу. Зазначена кількість води технічним завданням детально не обгрунтовується.

Експлуатаційні запаси мінеральної природної столової води „Зіньківська” прийняті науково-технічною радою ВК „Геолог” кількістю 40 м³/добу (протокол №103 від 17.03.2009 р.).

Дослідно-промислова розробка родовища мінеральної природної столової води „Зіньківська” відбувається з лютого 2008 р. За останній рік в середньому відбирається 9,0-12,2 м³/добу. Вода використовується для розливу, як мінеральна природна столова. Хімічний склад води весь час був стабільним. Гідродинамічні показники (статичний та динамічний рівні, дебіт свердловини) були прогнозованими.

Вода відбирається за допомогою глибинного насосу ЕЦВ 6-6.3-80 та подається до накопичувальної ємності чистої води.

6.1. Обгрунтування прийнятих принципів схематизації природних умов

Водоносний горизонт тріщинуватої зони порід венду поширений усюди, разом з тим має спорадичне поширення стосовно потужності, рівня тріщинуватості, фільтраційних властивостей водозбагаченої товщі якісного складу підземних вод.

Під час проведення тривалої дослідної відкачки (30 діб) та дослідно-промислової розробки родовища утворилася відповідна гідродинамічна рівновага, гідродинамічні параметри характеризують комплексно всю водозбагачену товщу в зоні впливу відкачки. За таких умов з достатньою точністю для розрахунків природні умови схематизуються до вигляду необмеженого в плані ізольованого напорного пласта.

Основні гідрогеологічні параметри – водопровідність та п'єзопровідність, розраховані за результатами дослідної відкачки, а також інші параметри (дебіт свердловини, режим водовідбору, інфільтраційне живлення, зміна якості з плинністю часу) можуть бути використані для розрахунку водозабору на визначений термін його експлуатації.

Основні дані про гідрогеологічні параметри наведені у розділі 5 та будуть використані для підрахунку експлуатаційних запасів мінеральної природної столової води.

Таблиця 6.1

Розрахункові гідрогеологічні параметри

Розрахунковий дебіт водозабору, м ³ /добу	Допустиме зниження рівня		Розрахунковий час експлуатації водозабору, діб	Водопровідність, м ² /добу	Пєзопровідність, м ² /добу	Інфільтраційне живлення, мм/рік
	м	абс. позначка, м				
1	2	3	4	5	6	7
40	51,4	149,0	10 ⁴	45	4,5*10 ⁴	75

6.2. Розрахунок водозабору

Розрахунок водозабору виконаємо шляхом визначення прогнозного зниження рівня води у свердловині №132 на наступні 10⁴ діб (27 років) за формулою для умов необмеженого в плані ізольованого напірного водоносного горизонту:

$$S_e = \frac{Q}{4\pi km} \left(\ln \frac{2,25at}{r_0^2} + \xi \right) \quad (6.1)$$

тут:

Q – дебіт водозабору, м³/добу

km, a – водопровідність та п'єзопровідність, м²/добу

t – час роботи водозабору, діб

r₀ – радіус свердловини, м

ξ – сумарний опір за рахунок недосконалості свердловини.

Вихідні дані та результати розрахунків наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Прогнозне зниження рівня води у свердловині

Q, м³/добу	km, м²/добу	a, м²/добу	t, діб	r₀, м	ξ	S_в	S_{доп.}
1	2	3	4	5	6	7	8
40	45	4,5*10 ⁴	10 ⁴	0,1	0,6	1,8	51,4

Таким чином, величина прогнозного зниження рівня на розрахунковий термін експлуатації водозабору буде менше допустимого:

$$S_e < S_{доп.} \quad (6.2)$$

Свердловина № 132 ТОВ «Зіньківський пивзавод» самовиливається від часу її буріння та експлуатаційного облаштування, тобто з вересня 1991 р. За результатами режимних спостережень дебіт свердловини коливається у межах 0,91-1,25 дм³/с при постійному зниженні рівня. Теоретично, при постійному зниженні рівня відбуватиметься зменшення дебіту з плинністю часу. Розрахунок водозабору для умов постійного зниження рівня (при самовиливі) можна виконати за формулою:

$$Q = 2\pi km S_0 G(f_0); \quad (6.3)$$

тут:

S_0 – зниження рівня у свердловині, м³/добу;

G – безрозмірний гідравлічний опір, який визначається в залежності від $f_0 = at/r_0^2$, при $f_0 \Rightarrow 100$ функція G розраховується за формулою:

$$G(f_0) \approx \frac{2}{\ln 2,25 f_0} \quad (6.4)$$

Вихідні дані та результати розрахунків наведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Прогнозний самовилив при постійному зниженні рівня

km, м ² /добу	a, м ² /добу	S ₀ , м	r ₀ , м	t, діб	f ₀	G	Q, м ³ /добу
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
45	4,5*10 ⁴	1,5	0,1	10 ⁴	4,5*10 ¹⁰	0,0789	33,5

Таким чином, при самовиливі дебіт свердловини за 10⁴ діб (27 років) може зменшуватися порівнюючи із сучасним на 56-69 %. За заявленої потреби 40 м³/добу дебіт свердловини може бути забезпечений шляхом примусового водовідбору (за допомогою глибинного насосу).

Враховуючи результати дослідної відкачки свердловини № 132 із середньодобовим дебітом 180 м³ прогнозне зниження рівня на розрахунковий термін роботи водозабору можна розрахувати за формулою:

$$S = \Delta S \frac{Q_i}{Q} \ln \frac{t_i}{t} \quad (6.5)$$

тут:

ΔS – зниження рівня води у свердловині при квазістаціонарному режимі фільтрації, визначається по графіку $S - \lg t_{i0}$, м;

Q і Q_п – фактичний і проектний дебіти, м³/добу;

t і t_п – тривалість відкачки при неусталеному режимі фільтрації і проектний час роботи водозабору, діб.

Вихідні дані і результати розрахунків наведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Прогнозне зниження, розраховане гідравлічним методом

Q, м ³ /добу	Q _п , м ³ /добу	t, діб	t _п , діб	ΔS , м	S ₀ , м
180	40	0,5	10 ⁴	5,10-4,0	2,4

При $\varepsilon_{з\dot{o}.} = \text{const}$ зниження рівня з плинністю часу досягає певного максимального значення і надалі починає зменшуватися. Час настання максимального зниження рівня визначається співвідношенням:

$$t_{\max} = \frac{r^2}{4at}; \quad A = ae^{-a} \quad (6.6)$$

За відповідних співвідношень Q та $\varepsilon_{з\dot{o}.}$ зниження рівня може бути від'ємним, але зважаючи на те, що під $\varepsilon_{з\dot{o}.}$ треба мати на увазі додаткову інформацію, спровоковану дією водозабору і динамічний рівень підземних вод має перебувати нижче початкового (статичного) рівня підземних вод, тобто у кожній точці водозбагаченої товщі у зоні впливу водозабору $H(t) < H_e$ і, відповідно $S > 0$. Через це також не повинен підвищуватися динамічний рівень і відповідно зменшуватися зниження рівня при досягненні S_{\max} при t_{\max} , тобто завжди має бути $S \geq S_{\max}$, інакше треба визнати, що $A = \frac{\pi^2 \varepsilon_{з\dot{o}.}}{Q} > 1$, що неможливо. Таким чином, дійсно рівень підземних вод при $\varepsilon_{з\dot{o}.} = \text{const}$ і $A \rightarrow 1$ прагне до стабільності.

Звідси визначимо площу депресійної лійки водозабору, при досягненні якої водовідбір повністю компенсуватиметься за рахунок інфільтраційного живлення та настане квазістаціонарний режим фільтрації:

$$\pi^2 = \frac{Q}{\varepsilon_{з\dot{o}.}} = \frac{40 * 365}{0,075} = 1,946 * 10^5 \text{ м}^2$$

$$\text{або } r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{1,946 * 10^5}{\pi}} \text{ 250 м}$$

$$t_{\max} = \frac{r^2}{1,5a} = \frac{250}{1,5 * 4,5 * 10^4} = 0,9 \text{ діб}$$

Дане припущення є характерним для умов, коли не враховується водовіддача покрівної товщі. При співвідношенні водовіддачі $\mu/\mu^* = 10$ для покрівного і основного водоносних горизонтів фактичне зниження рівня у основному водоносному горизонті зменшиться в 1,5-2 рази по відношенню до ізольованого

напорного пласта. В будь-якому випадку додаткове інфільтраційне живлення водоносного горизонту через відносно слабопроникну товщу чи безпосередньо через зону аерації забезпечує зменшення прогнозного зниження рівня на розрахунковий термін експлуатації водозабору.

За конкретних умов підрахунку запасів для умов ізольованого напорного водоносного горизонту прогнозне зниження рівня складає 1,8-2,4, фактичне буде дещо меншим, тобто зберігається забезпеченість експлуатаційних запасів підземних вод.

6.3. Розподіл запасів підземних вод за категоріями

Зіньківське родовище мінеральної природної столової води відноситься до другої групи за ступенем складності геологічної будови, гідрогеологічних та інших умов формування експлуатаційних запасів підземних вод. За ступенем техніко-економічного вивчення розвідані експлуатаційні запаси можуть бути віднесені до першої групи. За детальністю геологорозвідувальних робіт та їх достовірністю експлуатаційні запаси мінеральної природної столової води Зіньківського родовища відносяться до категорії:

„А” – фактичний дебіт під час дослідно-промислової розробки родовища;

„В” – різниця між дебітом отриманим, між дослідною відкачкою (заявкою) і фактичним середньо добовим дебітом, отриманим під час дослідно-промислової розробки.

Таблиця 6.5

Розподіл запасів за категоріями

№ експлуатаційної свердловини	Індекс водоносного горизонту	Досягнутий (заявлений) дебіт, м ³ /добу	Запаси підземних вод за категоріями, м ³ /добу			
			А	В	С ₁	Всього
1	2	3	4	5	6	7
132	V	40	10	30	-	40

Розподіл експлуатаційних запасів мінеральної природної столової води за рівнями промислового значення, ступенями техніко-економічного та геологічного вивчення пропонується наступний (табл. 6.6):

Таблиця 6.6

Класифікація експлуатаційних запасів

Промислове значення	Ступінь геолого-економічної оцінки родовища	Ступінь геологічного вивчення запасів	Код класу
1	2	3	4
балансові	ГЕО-1	розвідані	111-достовірні

ВИСНОВКИ

1. В кваліфікаційній роботі визначено фактори, що впливають на умови формування сольового складу підземних вод:

- розташування ділянки родовища в степовій ландшафтно-кліматичній зоні відповідно до фізико-географічного районування України;

- підземні води ділянки родовища формуються за рахунок інфільтрації атмосферних опадів;

- помітна величина випаровування з рівня ґрунтових вод внаслідок неглибокого залягання та специфічних кліматичних умов.

2. Встановлено, хімічний склад підземних вод Зіньківського родовища формується, переважно, за рахунок тріщинуватих водозбагачених порід, до складу яких входить велика кількість порід із складовими натрію і калію. Така рівновага є доволі нестійкою і у перспективі треба очікувати у мінеральній воді зменшення натрію і калію та збільшення кальцію і магнію. Останнє загалом помітно не вплине на якість мінеральних підземних вод.

3. Розраховано зони санітарної охорони. Очисні споруди (відстійники) на території підприємства відсутні, всі побутові стоки скидаються в місцеву каналізаційну мережу. Загалом, санітарні умови території родовища та ділянки водозабору є задовільними. 1 пояс зони санітарної охорони – 15 м; 2 пояс зони санітарної охорони – 90 м; 3 пояс зони санітарної охорони – 650 м.

4. Визначено наступні гідрогеологічні параметри: фактичний дебіт – 0,91-1,25 дм³/с; розрахунковий дебіт водозабору – 40 м³/добу; потужність тріщинуватої зони – 6 м; тріщинуватість поширена в інтервалах 52,0-57,0 м, 59,0-60,0 м; висота напору над покрівлею водоносного горизонту – 55 м; допустиме зниження рівня – 51,4 м; основні фільтраційні властивості водовмісних порід (водопровідність – 45 м²/добу, п*εзопровідність – 4,5*10⁴ м²/добу); величина інфільтраційного живлення – 75 мм/рік.

5. Експлуатаційні запаси підземних вод підраховано гідродинамічним та гідравлічним способами в кількості 40 м³/добу (категорія А – 10 м³/добу; В – 30 м³/добу).

5. Подальший напрямок геологорозвідувальних робіт буде спрямований на обстеження території зони впливу розвіданого водозабору з метою контролю за екологічним станом довкілля та чинниками, що впливатимуть на формування експлуатаційних запасів підземних вод.

В процесі розробки родовища буде впроваджений моніторинг 2 основних гідродинамічних показників свердловини, що експлуатується, та якості складу підземних вод, що дозволить у перспективі ухвалити рішення щодо можливості нарощення водовідбору, буріння та облаштування резервних свердловин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Фондова

1. Бедрак Л.В. Вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів на території Вінницької та Хмельницької областей у 2001-2006 р.р. К., 2006 р., Геоінформ.
2. Грабар В.П. Вивчення режиму підземних вод на території Вінницької та Хмельницької областей. К. 2006 р. Геоінформ.
3. Звіт за результатами геологорозвідувальних робіт 2008-2009 р.р. проведених у с. Зіньків Віньківецького району Хмельницької області з підрахунком експлуатаційних запасів підземних вод станом на 01.11.2009 р. – Хмельницький: [б. в.], 2009. – 150 с.
4. Звіт про результати дослідження підземних вод у Віньківецькому районі. – Хмельницький: [б. в.], 2008. – 80 с.

Нормативні документи

5. Водний кодекс України. Введений в дію постановою Верховної Ради України від 6 червня 1995 року. К. 1995 р.
6. Державні санітарні правила і норми «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною»: ДСанПін 2.2.4-171-10. – К. : Міністерство охорони здоров'я України, 2010. – № 400. – 15 с.
7. Законодавство України про надра. Збірник нормативних документів. К. 1997 р.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). К. 1997 р.
9. Постанова кабінету міністрів України від 18 грудня 1998 року № 2024 про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів. К. 1998 р.
10. Інструкція із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ питних і технічних підземних вод. ДКЗ України. К. 2000 р.
11. Закон України про питну воду та питне водопостачання № 2918-111 від 10 січня 2002 р. К. 2002 р.

Видана

12. Гідрогеологічні умови Хмельницької області. – Львів: Видавництво Львівського національного університету, 2007. – 250 с.

13. Кононенко А., Міхалкова Н., Удалов І. Комплексна оцінка факторів вразливості якості підземних вод у сучасних умовах // *Слобожанський науковий вісник*. Серія: Природничі науки. 2025. № 1. Р. 138–143.
14. Кузьменко В. В. Гідрогеологічні умови формування тріщинних вод. – К.: Видавництво «Наукова думка», 2001. – 184 с.
15. Методика гідрогеологічних досліджень: підручник. /[Електронний ресурс]. – Режим доступу: geol.univ@kiev.ua, 2015 – 275 с.
16. Методика підрахунку запасів підземних вод. – Київ: Держгеолслужба України, 2005. – 120 с.
17. Методичні рекомендації з проведення гідрогеологічних, інженерно-геологічних та еколого-геологічних досліджень у процесі розвідки родовищ твердих корисних копалин. – К.: Державна геологічна служба, Півн.ДРГП «Північгеологія», 2007. – 111 с.
18. Якимчук О. М. Гідрогеологічні умови формування підземних вод у мезозойських відкладах Західної України. – Л.: Видавництво Львівського національного університету імені Івана Франка, 2015. – 256 с.