

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ «Інститут геології»
Кафедра гідрогеології та інженерної геології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
спеціальність 103 – Науки про Землю

Освітня програма «Геологія»

ТЕМА: «ОБГРУНТУВАННЯ ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЗАБОРУ МКП
"ВОДОКАНАЛ" М. КОРОСТИШІВ»

Виконала



студентка 4-го курсу
кафедри гідрогеології та інженерної геології
Марія ПУСТОВОЙТОВА

Науковий керівник



асистент, кандидат геол. наук
Софія КОШАРНА

Робота рекомендується до захисту (протокол № 13
кафедри гідрогеології та інженерної геології від 13.06. 2023 р.)

Завідувач кафедри



професор, доктор геол. наук
Олексій КОШЛЯКОВ

Київ – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3-4
РОЗДІЛ 1. Загальні природні умови території.....	5-26
1.1 Фізико-географічні умови району робіт	5-13
1.1.1 Положення ділянки.....	5-6
1.1.2 Клімат	6-8
1.1.3 Рельєф, геоморфологія, гідрографія.....	8-11
1.1.4 Геолого-гідрологічна вивченість	11-13
1.2 Геологічна будова.....	14-19
1.2.1 Стратиграфія	14-17
1.2.2 Структурно-тектонічні особливості	18-19
1.3 Гідрологічні умови.....	20-25
РОЗДІЛ 2. Обґрунтування зон санітарної охорони водозабору	26-42
2.1 Методика організації зон санітарної охорони	26-34
2.2 Розрахунок зон санітарної охорони.....	34-42
Висновки.....	43-44
Список використаних літературних джерел.....	45-48
Додатки	

ВСТУП

Робота присвячена дослідженню особливостей методики та розрахунку зон санітарної охорони (ЗСО) за умов ухилу підземного потоку та необмеженого ізольованого пласта в умовах артезіанського басейну на прикладі водозабору МПК “Водоканал” м. Коростишів.

Метою даної роботи є розрахунок II-го поясу зони санітарної охорони на території водозабірної ділянки Коростишівського МКП “Водоканал” для забезпечення безпечного водопостачання м. Коростишів.

Основними завданнями стало наступне:

1. Визначення загальних геологічних та гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки.
2. Проведення аналізу та оволодіння розрахунковими методами для визначення меж зон санітарної охорони.
3. Розрахунок II-го поясу зони санітарної охорони для ізольованого, необмеженого пласта без урахування руху підземних вод (в умовах артезіанського басейну).
4. Розрахунок II-го поясу зони санітарної охорони для ізольованого, необмеженого пласта з урахуванням руху підземних вод (в умовах ухилу потоку).
5. Побудова карт-схем розташування поясів зони санітарної охорони для свердловин №20, № 23 та №24.

Об'єктом дослідження водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання на ділянці водозабору Коростишівського МКП “Водоканал”.

Предметом дослідження є зони санітарної охорони для водоносного горизонту у тріщинуватій зоні кристалічних порід на зазначеній ділянці .

Актуальність роботи – обумовлюється тим, що визначення зон санітарної охорони є важливою частиною для обґрунтування водопостачання і безпосереднього використання підземних вод на досліджуваній території. Встановлення ефективних зон санітарної охорони передбачає реалізацію спеціальних водоохоронних заходів при надходженні різного роду забруднення до водозабору та у водоносний горизонт. Сучасне загострення проблеми забруднення сприяє актуалізації пошуку кращих рішень захисту водозаборів.

Практичне значення роботи полягає у можливості забезпечення даними щодо можливих конфігурацій поясів зон санітарної охорони за різних природних умов та сприянні здійснення коректного вибору заходів для забезпечення захисту водозабору, зменшуючи тим самим ризик поширення забруднення. Результати роботи можуть бути використані для подальших інженерно-геологічних робіт на території.

Апробація результатів роботи відбулася на XIII Всеукраїнській молодіжній конференції «Сучасні проблеми наук про Землю» (м. Київ, 13 квітня 2023р.).

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ
1.1 Фізико-географічні умови району робіт

1.1.1 Положення ділянки

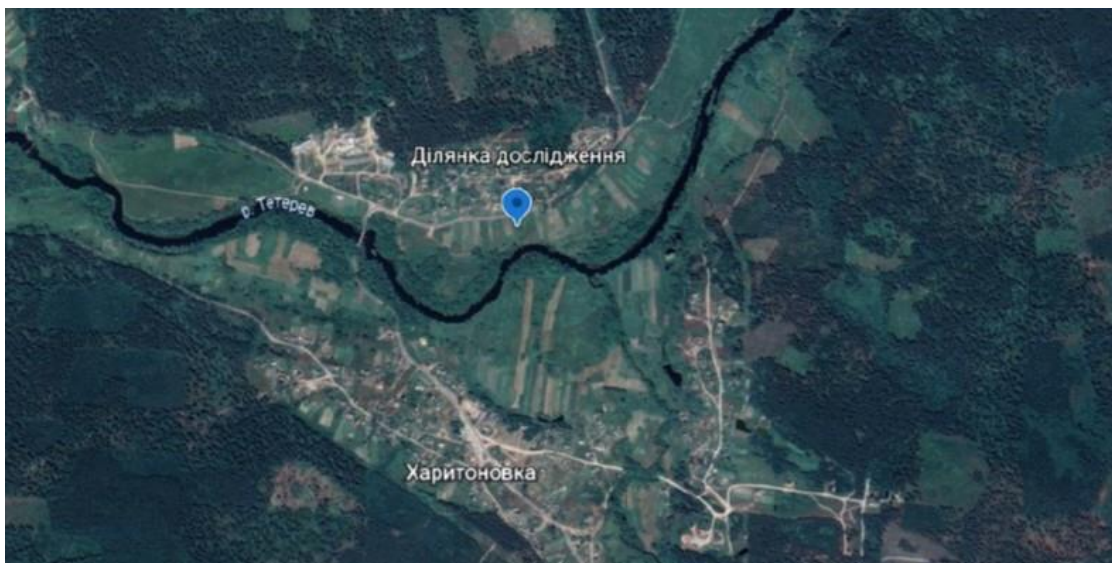
Територія водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал» розташована між с. Харитонівка і м. Коростишів Житомирської області на правобережній Україні. (Корнієнко, Вітомський та ін., 2011)

Ділянка вишукувань розташована в межах Українського Полісся, на схилах долини р. Тетерів. На півдні досліджувана ділянка межує з с. Харитонівка, на півночі з м. Коростишів, на сході межує з с. Киричанка. (Гребенюк, Цимбал Д, 2020)

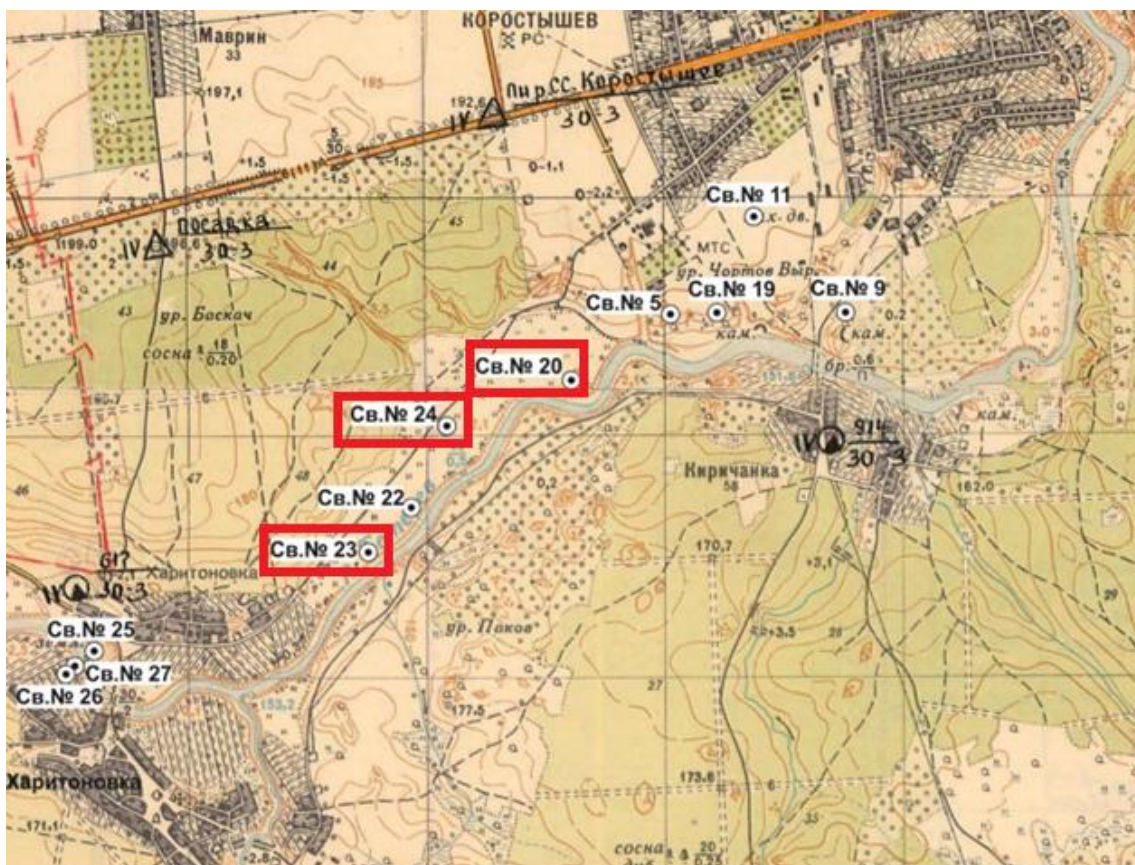
На оглядових картах (мал. 1.1, 1.2) вказано місцезнаходження території водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал», а також наведені дані координатної прив'язки (табл. 1.1) досліджуваних свердловин.

Таблиця 1.1 – Географічні координати свердловин

Св. №20	ПнШ50°18'01" СхД 29°02'44"
Св. №23	ПнШ50°17'38" СхД 29°02'01"
Св. №24	ПнШ50°17'55" СхД 29°02'18"



Мал. 1.1. Аерознімок досліджуваної території (<https://earth.google.com/web/>)



Мал. 1.2. Оглядова карта району робіт

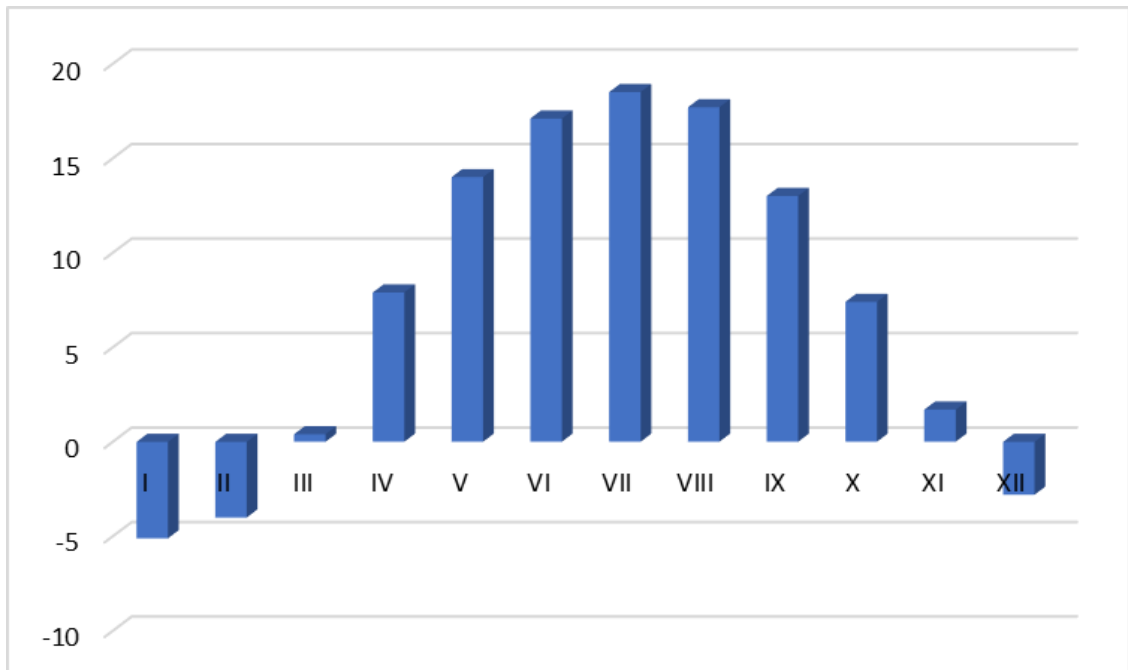
1.1.2 Кліматичні умови

Клімат території досліджуваного району є помірно континентальним, що типово для Полісся. Для місцевості характерне сухе тепле літо та м'яка зима. Відсутність значних перепадів висот сприяє значній зміні погодних явищ (від посух до сильних дощів) в певні сезони. Проте перехід між останніми зазвичай відбувається плавно і поступово (Гребенюк М, Цимбал, 2020).

Погода на досліджуваній території, а зрештою і клімат, визначаються передусім її вітровим режимом. Останній в залежності від сезону, помітно змінюється. Протягом року на території досліджень переважають західні, південно-східні, північно-західні вітри. Їх середньорічна швидкість досягає 3,8 м/с. У більш холодний сезон (листопад-березень) вітер набуває найбільших значень 4,3-4,6 м/с, тоді як найменшу – влітку 3,0-3,3 м/с.

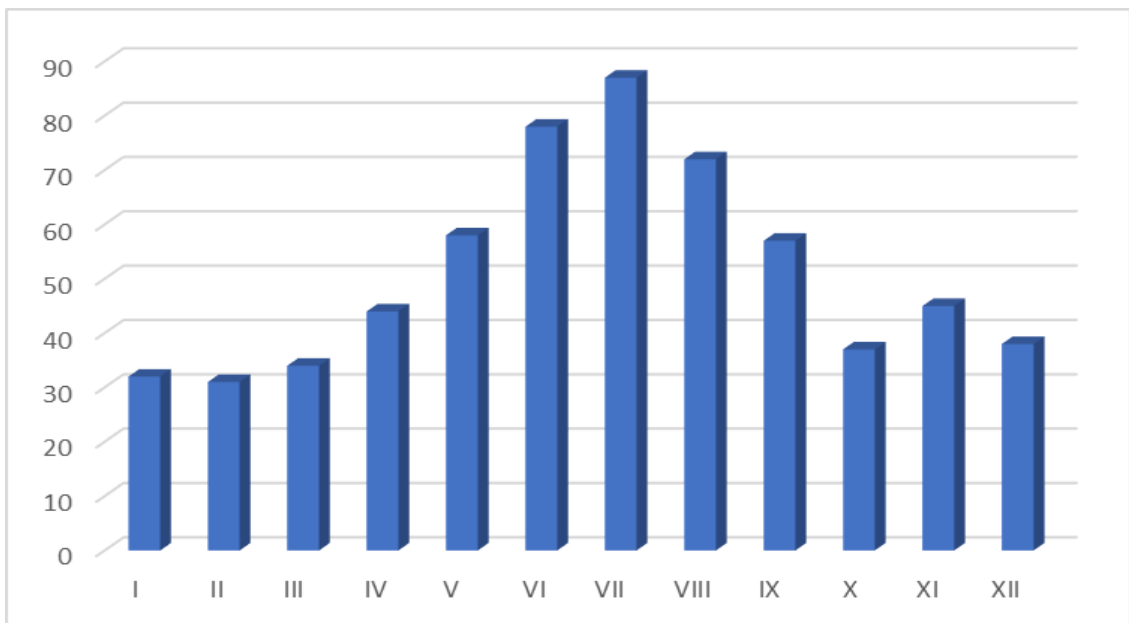
Згідно статистичним метеорологічним даним, середньорічна температура

повітря в межах території (Мал.1.3) становить $+7,2^{\circ}\text{C}$, найвища вона влітку ($+27,0^{\circ}\text{C}$), найнижча взимку ($-29,0^{\circ}\text{C}$). Фіксуються часті явища пізніх весняних та ранніх осінніх заморозків. Абсолютний річний максимум температур можна спостерігати в липні ($+38^{\circ}\text{C}$), абсолютний мінімум в січні (-35°C) (<https://eprdep.zht.gov.ua>).



Мал.1.3 Середньорічна температура повітря по Житомирському району Житомирської області

Опади впродовж року розподіляються нерівномірно. У теплий період, а саме з квітня по жовтень, кількість опадів сягає відмітки в 433 мм. Найбільша їх кількість припадає на літні місяці, під час короткочасних злив, досягаючи 87 мм на день. Найменша кількість опадів спостерігається в холодні місяці (листопад-березень) і складає 180 мм. Їх середньорічна кількість (Мал. 1.4.) зазвичай сягає 613 мм (Корнієнко, Вітомський та ін., 2011).



Мал.1.4 Середньорічна кількість опадів по Житомирському району Житомирської області

Свої найбільші значення відносна вологість набуває взимку (83-88%). З появою літніх засух та безхмарних днів, цей показник знижується до 72-74%.

Загалом по області, у зимовий період сніговий покрив може досягати 30см, безпосередньо в районі Коростишева його висота в середньому сягає 12,3см. Найбільш сніжним вважається грудень. Сніговий покрив зазвичай з'являється наприкінці листопада чи першої декади грудня і сходить – в середині березня. Проте внаслідок кліматичних змін за останню декаду почала фіксуватися часта відсутність снігового покриву протягом всього холодного періоду (листопад-березень). Середня глибина промерзання ґрунту складає 90 – 110см. Часто спостерігаються ожеледі, що можуть тривати до 15 діб. Дані обставини створюють сприятливу обстановку для суттєвого збільшення зволоження досліджуваної місцевості (Василенко, Пазіч та ін., 2009).

1.1.3 Рельєф, геоморфологія, гідрографія

Житомирська область в межах якої знаходиться досліджувана ділянка територіально знаходиться в південно-східній частині Волинського мегаблоку Українського щита.

За характером поверхні поверхня території є слабо горбкувата та розчленована. Сучасний рельєф сформовано долиною річки Тетерів й ускладнено яружно-балковою мережею що впадають у неї. Характерною є сильна заболоченість, широкий розвиток еолових та льодовикових форм рельєфу, наявність лесових островів. Абсолютні відмітки поверхні коливаються в межах від 150м до 220м (Єсипчук, Возгрін, 2003).

Серед факторів, які мали вплив на формування рельєфу території – флювіогляціальні процеси, пов'язані з діяльністю льодовиків (Гребенюк, Цимбал, 2020).

За характером рельєфоутворюючих факторів виділенні наступні генетичні типи рельєфу: акумулятивний, ерозійно-акумулятивний, структурно-денудаційний.

1. *Акумулятивний тип* – представлений моренно-зандровою, слабо хвилястою рівниною, яка складена переважно покривними піщаними верхньонеоплейстоценовими відкладами.
2. *Ерозійно-акумулятивний тип* – представлений широкими заплавами з невеликою величиною ерозійного врізу й порівняно чіткими рисами та надзаплавними терасами, що добре простежуються в долинах річок. Поверхні терас рівні, лише подекуди нахилені у бік річки, часто прорізані балками, ярами, ускладнені піщаними горбами (Василенко, Пазіч, 2009). Складені тераси товщею верхньочетвертинних алювіальних та субареальних пісків, супісків та суглинків, у тому числі лесоподібних. За типом надзаплавні тераси Коростишева належать до цокольних. Перша надзаплавна тераса виражена найкраще, так як друга та третя тераси в рельєфі виявлені не завжди виразно. Їх висота сягає від 10м до 18м, а ширина коливається від 70м до 2км (Єсипчук, Возгрін та ін., 2003).

3. *Структурно-денудаційний тип*. До нього віднесена зандрова рівнина з великою кількістю останців пізньонеоплейстоцен - голоценового віку, що розташована на правому березі р. Тетерів біля м. Коростишів. Поверхня рівнини горбиста, піщана з еоловими пасмами, горбами, з багатьма виходами на поверхню порід кристалічного фундаменту. Абсолютні відмітки становлять 160-210м. Спостерігається нахил рельєфу на північний захід.

Житомирська область загалом і, зокрема місто Коростишів знаходиться у зоні достатньої зволоженості, оскільки територія добре забезпечена водними ресурсами, достатніми джерелами живлення підземних вод (*Гребенюк, Цимбал та ін., 2020*).

В межах рівнини основними водними артеріями є р. Тетерів з притоками р. Білка і р. Дубовець. Долини цих річок відносяться до пізньонеоплейстоценового віку, часто є заболоченими, заплави заторфовані, глибина ерозійного врізу невелика. Глибина водотоків змінюється від 0,3 до 1,5м. Річкові тераси проявлені епізодично. Наприклад, в районі сіл Городське та Козіївка. На ділянках, де річки врізаються в кристалічні породи фундаменту, долини їх вузькі, V - подібні або каньйоноподібні (р. Тетерів) в м. Коростишів. В районах розвитку осадових порід долини широкі. У межах лесової рівнини спостерігаються круті схили, ускладнені зсувами (*Корнієнко, Вітомський та ін., 2011*)

Річка Тетерів є правою притокою р. Дніпро, довжиною в 365 км й площею водозабору 15 300 км². Русло часто є кам'янистим, подекуди з перекатами (*Гребенюк, Цимбал та ін., 2020*). На всій своїй протяжності р. тетерів зарегульована греблями та дамбами, що утворюють водосховища, найбільш значним з яких можна вважати водосховище у місті Житомир (<https://kolokray.com>).

Права притока річки Тетерів – р. *Білка* – також відноситься до басейну Дніпра. Її довжина сягає 40 км, а ширина зазвичай не перевищує 2 км. Площа

басейну становить 354 км². Глибина водойми не перевищує 20м у найглибших місцях. По течії річки є кілька ставків доволі великого розміру, найбільший з них має протяжність 8,9 км й тягнеться вздовж Тетерева. Річка також має значне господарське значення.

Річка Дубовець є ще однією правою притокою р. Тетерів, довжина якої в середньому досягає 37км, а площа басейну 255 км². Долина річки є трапецієподібною, глибиною до 10 м, шириною до 1,8 км, з ухилом 1,3 м/км. Річище слабозвивисте, частково заболочене. Свій початок водойма бере у лісистих місцях, що сприяє значному біологічному різноманіттю в її водах. (<https://esu.com.ua>)

1.1.4 Геолого-гідрогеологічна вивченість

Район робіт у геологічному і гідрогеологічному відношеннях вивчений достатньо добре. Перші відомості, що висвітлюють геологічні та гідрогеологічні умови досліджуваної території, відносяться до першої половини ХХ століття, коли одним із перших дослідників – В.І. Лучицьким, була перше виділена тетерівсько-бузька світа. (*Єсипчук, Возгрін та ін., 2003*)

У 1956-1962 рр. В.І. Шуньком була проведена перша геологічна та гідрогеологічна зйомка масштабу 1 : 200 000, а також на окремих територіях в районі робіт проведені гідрогеологічні пошуково-оцінювальні і розвідувальні роботи. Так на території дослідження було виявлено широкі площі поширення гнейсів, амфіболітів, карбонатних та кристалічних порід (*Корнієнко, Вітомський та ін., 2011*). Були складені літолого-фаціальні карти мезо-кайнозойських відкладів та гідрогеологічна карта району. Окрім того, проведено детальне вивчення хімічного складу підземних вод і зроблено висновки щодо можливості забезпечення ними великих населених пунктів.

На початку 60-х років була проведена планомірна геологічна зйомка масштабу 1:50 000. В результаті цих робіт породи тетерівської серії вперше були розчленовані

на дві світи: городську та кочерівську. Виявлено потужні тектонічні зони (Віленську та Кочерівську), а також Брусилівський синклінорій. Вперше в районі встановлено відклади келовейського та альбського ярусів. Виявлено ряд нових родовищ і проявів корисних копалин: кальцитових і доломітових мармурів, апатиту, бурого вугілля, каолінів та ін.

У період з 1965 по 1972 рік було здійснене літолого-формаційне вивчення відкладів тетерівської серії. Відбулося вивчення складу та умов залягання горизонту конгломератів. Виявлено значну металогенічну роль деяких розломів та Коростенського плутону, в межах екзоконтакту якого, широко проявилися такі процеси як скарнування, альбітизація. Також було знайдено та досліджено ряд нових рудопроявів. (*Василенко, Пазіч та ін., 2009*)

У результаті картування у 1966-1970 рр. Г. С. Безверхнім, було виділено фастівську світу складену переважно ортоамфіболами. Простежено на південь Віленську і Кочерівську зони розломів з багатою графітовою і сульфідною мінералізацією. Геологічно підтверджено Андрушівсько-Фастівську зону розломів, у межах якої проявлені процеси мусковітизації, флюоритизації, а також встановлено прояви радіоактивних елементів і радонових вод.

В період 1975-1982 роки Житомирською геолого-розвідувальною експедицією проводилися роботи з розвідки Коростишівського родовища питних підземних вод. Першим етапом у цьому процесі були пошуки (1975-1977рр.), другим – попередня розвідка (1978-1981рр.), й на завершення третім – детальна розвідка (1982р.) (*Гаркуша, Сморгочков, 1977*). На різних етапах виконувалися бурові, дослідно-фільтраційні, геофізичні та лабораторні роботи, завдяки яким була зібрана інформація про фільтраційні властивості і якісний склад підземних вод водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід і їх кори вивітрювання, водоносного горизонту у відкладах бучацької серії еоцену та алювіальних відкладах голоцену (*Кузьменко, 1981*).

За результатами робіт, в 1982 р. Українською територіальною комісією із запасів (ТКЗ) було затверджено експлуатаційні запаси питних підземних вод Коростишівського родовища на трьох водозабірних ділянках: «ККП», «Харитонівська», «Коростишівська».

В 1976-1985 на досліджуваній території було також виконано глибинне геологічне картування. У процесі робіт вперше використано комплекс нових геологічних, геохімічних та геофізичних досліджень. Було одержано принципово нові дані щодо будови Кочерівської структури. Встановлено, що породи кочерівської світи залягають безпосередньо на породах росинсько-тікицької серії без видимих перерв, тектонічної чи стратиграфічної незгідності між ними. Проте, не зважаючи на ці досягнення, визнавалося, що структура північної частини Кочерівської зони, так само як і ряд виявлених рудопроявів гідротермальної мінералізації вивчені не повно. Останнє обумовлювалося недостатніми роботами в області вивчення осадового чохла (Луценко, 1982).

Найповніша узагальнююча робота виконана в 1990 р. Л. П. Шаган. Приблизно в той же час територія була покритою аеромагнітною зйомкою.

Наведена коротка характеристика матеріалів геологічних і гідрологічних досліджень району робіт свідчить про достатній рівень його вивченості території.

1.2 Геологічна будова

1.2.1 Стратиграфія

В геологічній будові території дослідження беруть участь кристалічні породи докембрію та їх кори вивітрювання, породи палеогенової, неогенової та четвертинної систем, що представлені у вигляді еолових, делювіально-еолових, алювіальних відкладів пізнього неоплейстоцену і голоцену, інколи водно-льодовикові і льодовикові утворення середнього неоплейстоцену.

Протерозой (PR)

На досліджуваній території протерозойські відклади представлені утвореннями тетерівської серії (PR1tt) в межах якої виділяють кілька світ: кочерівську, Василівську, а також житомирський ультраметаморфічний комплекс. Нижче залягаючі кочерівські (PR1kč1) відклади відокремлені від городської та верхньої кочерівської меланократовими та роговообманковими амфіболітами. Складені гнейсами різного складу, кристалосланцями кальцифірів та мрамурів (Гребенюк, Цимбал, 2020). У кальцифірах можуть бути присутні діобсид, плагіоклаз, флогопіт та ін. Верхня підсвіта (PR1kč2) має більш розмаїтий склад, й описується чергуванням силікатних, силікатно-карбонатних та карбонатних порід. Загальна потужність відкладів світи може сягати від 1000 до 3000м.

Утворення василівської світи (PR1vs) складені переважно біотитовими, біотит-роговообманковими сланцями та амфіболітами. Потужність змінюється від кількох до 200м (частіше 10-25м) (Василенко, Пазіч та ін., 2009). Породи житомирського ультраметаморфічного комплексу відносяться до нестратифікованих утворень. Переважно представлені інтрузивами коростишівського комплексу. Перший і другий розділені на два суміжні комплекси, що є ознакою незгідного залягання порфіровидних гранітів відносно рівнозернистих. Порфіровидні коростишівські граніти відрізняються від інших типів гранітів наявністю великих порфіробластів мікрокліну, окрім цього в них

нечасто зустрічається мусковіт (*Єсипчук, Возгрін, 2003*).

Кайнозой (KZ)

Палеогенова система

В межах досліджуваної ділянки палеогенова товща вповнена відкладами бучацької та київської серії.

Перші (B₂b^ч) поширені в межах Коростишівської палеодолини, де контролюються гіпсометричним рівнем добучацького рельєфу. Представлені пісками сірими, зеленуватими, кварцовими з перешаруваннями вуглистого піску, глинами та вторинними каолінами. Відклади низовин змінюються субконтинентальними відкладами, що представлені пісками сірими, кварцевими і глауконіт-кварцевими з прошарками вуглистого піску. Потужність змінюється у межах 5-10 м. Абсолютні відмітки підошви становлять близько 140м (*Гребенюк, Цимбал, 2020*).

Відклади київської серії представлені утвореннями київської світи (B₂kv), що за своїм літологічним складом є певною мірою неоднорідними. Більш однорідний склад спостерігається на сході від лінії Вовчиця – Жовтневе – Горобіївка – Яблунівка. Товща вповнена теригенно-карбонатними морськими відкладами. Зокрема, пісками, сіруватими та зеленуватими пісковиками, опоками, глинами, алевролітами. Потужність сягає від перших метрів до 6-9 м. Відклади залягають на частково розмитій поверхні бучацьких відкладів, а у місцях їх відсутності, на кристалічному фундаменті (*Корнієнко, Вітомський та ін., 2011*).

Неогенова система

Міоцен

Міоценові утворення поширені більш широко ніж палеогенові. Вони покривають щільним чохлам всю площу і відсутні лише в місцях, де високо залягають породи фундаменту, а також у водно-льодовикових долинах, в межах яких в четвертинному періоді вони були розмиті.

У розрізі відкладів цього віку виділяються новопетрівська світа (N_{1np}), а також товща строкатих глин (N_{1sg}).

Нижньо-новопетрівським утворенням характерні піски сірого кольору з різної зернистістю, з лінзами каолінів і бурого вугілля до 1,2 м, а також з присутністю прошарків пісковиків. Загальна їх потужність може сягати 10 м.

Відкладами, що характеризують є середню підсвіту є піски світло-сірого та білого кольору, що мають досить широке розповсюдження й формувалися в умовах басейну озерного типу (*Василенко, Пазіч, 2009*).

У верхній частині розрізу новопетрівської світи залягають обмежені за площею поширення строкаті пісковики та піски, що переходять в глини, потужністю 15м.

Строкаті глини розміщені у північно-західній частині ділянки вище базису ерозії, а саме на вододілах та їх схилах. Вони є переважно сірого кольору з відтінками світлого, темного, зеленкуватого. Глини є щільними до аргілітів, слюдисті та з включеннями рихлих карбонатитів. Розмив глин у більш пізній час та перепад висот значно впливає на перепади потужності і робить її не витриманою. Більш потужною вона є на вододілах, в той час як в присхилових ділянках потужність різко знижується. Рідко потужність досягає 12 м (*Гребенюк, Цимбал, 2020*).

Четвертина система

Породи четвертинної системи (Q) проявляються у вигляді суцільного чохла, що залягає на дочетвертинних утвореннях. Відсутні на невеликих ділянках у долинах річок, схилах балок та ярів. Потужність є не витриманою.

Нижньо-неоплейстоценові утворення представлені трьома типами відкладів: алювіальним (aPl), еолово-делювіальним та елювіальним (vd,ePl). Алювіальні відклади представлені пісками сірими, різнозернистими, рідше дрібнозернистими пісками, суглинками, супісками та глинами. Елювіальні та

еолово-делювіальні – головним чином описуються товщею викопних суглинистих ґрунтів, рідше глинистих (Єсипчук, Возгрін, 2003).

Середньо-неоплейстоценові відклади є дуже широко поширені на території дослідження і в переважній більшості є відкладами дніпровського льодовика.

Озерно-льодовикові та моренні відклади (lg, gPIIdn) – поширені на північному-заході від міста Коростишів. Представлені жовтувато-зеленувато-сірими тонкими супісками, пилуватими суглинками, стрічковими бурувато-сірими глинами з прошарками глинистих пісків. Потужність досягає 10 м (Василенко, Пазіч та ін., 2009).

Водно-льодовикові відклади (fPIIdn) розташовані у водно-льодовикових долинах, або на знижених ділянках моренного рельєфу. Складені пісками жовто-сірими, сірими різно-дрібнозернистими, рідко гравелистими, кварцевими, польовошпатними та їх поєднанням. Потужність до 3 м (Корнієнко, Вітомський та ін., 2011).

Сучасні відклади верхнього неоплейстоцену описуються *алювіальними відкладами першої надзапальної тераси* (aP_{III}ds), які поширені в долинах річок, а в межах досліджуваної території саме в долині Тетерів. Представлені супісками, пісками, рідше суглинками. Присутні прошарки та лінзи викопних ґрунтів. Потужність сягає 4 м. *Еолово-делювіальні та елювіально-делювіальні відклади* (vd, eP_{III}) розвинені на схилах ярів, балок та вододілів. В основному вони перекривають більш давні утворення та представлені піщаними та супіщаними відкладами з прошарками викопних ґрунтів. Потужність змінюється в межах 1-10 м.

Голоценові утворення визначаються як *алювіальні*, що представлені кварцовими сіруватими, різнозернистими пісками, з різним ступенем обкатаності, потужністю до 6м. Відклади фіксуються на денній поверхні або є перекритими болотними чи озерно-болотними відкладами (Василенко, Пазіч, 2009).

1.2.2 Структурно-тектонічні особливості

Територія досліджень в структурному відношенні є південно-західною частиною Північно-Західного або Волинського мегаблоку Українського щита. Геологічна будова території характеризується наявністю двох абсолютно різних за складом та будовою структурних поверхів: нижнього – докембрійського та верхнього – фанерозойського (Гребенюк, Цимбал, 2020).

- *Нижній структурний поверх* складений інтенсивно дислокованими утвореннями тетерівської серії палеоархею а також палеопротерозойськими ультраметаморфічними утвореннями. Північно-західна частина поверху представлена породами Коростенського плутону, контакт з якими є тектонічним. Південніше розміщується Коростишівський блок другого порядку, що є регіональною тектонічною структурою центральну частину якого займає район дослідження. Характерними породами, що складають будову блоку є гнейси василівської і городської світ тетерівської серії з невеликими (до 50 км²) конкордатними масивами гранітів житомирського комплексу. Останні мають видовжену або неправильну форму, їх контакти узгоджені з гнейсовидністю та смугастістю вміщуючих порід. Провідну роль у будові території відіграють розломні зони. В кристалічному фундаменті досліджуваної території виділяють дві групи розривних тектонічних порушень (Єсіпчук, Возгрін, 2003)

- Перша група об'єднує глибинні розломи, що зумовлюють мегаблоковий характер земної кори та закладання Кочерівського синклінарію. Останній являє собою трогову структуру, яка була закладена на межі Білоцерківського та Волинського мегаблоків у ранньому протерозої.

Велике значення в рамках цієї групи мають: Вільшанський розлом, що визначається лівостороннім скидом з амплітудою 500м; Віленський глибинний розлом субмеридіонального простягання, що звивисто відокремлює Кочерівський синклінарій від Коростишівського блоку; та

Коростишево-Городський розлом північно-східного орієнтування, простягання якого близько 15 км уздовж долини р. Тетерів. Фіксується зонами мілонітизації та катаклазу у гнейсових товщах та житомирських гранітах.

- Друга група об'єднує розломи менш глибинного закладання, що зумовлюють блоковий поділ кори вищих порядків і контролюють розміщення значної частини гранітоїдних масивів.
- *Верхній структурний поверх* представлений малопотужними (від 0 до 200 м) осадовими породами палеогенового, неогенового та четвертинного періодів, що переважно мають горизонтальне залягання з невеликим східним ухилом. Практично всі мезо-кайнозойські відклади не піддавалися тектонічним дислокаціям окрім юрських та частково крейдових.

1.3 Гідрогеологічні умови

У гідрогеологічному відношенні територія водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал» знаходиться в північно-західній частині гідрогеологічної області тріщинних вод Українського щита. Характеризується наявністю комплексу переважно піщанистих осадових порід незначної потужності (до 20 м). У своїй більшості це озерно-гляціальні, гляціальні та алювіальні відклади. Фіксується багатоповерхове залягання водоносних горизонтів в умовах вільного водообміну (Гребенюк, Цимбал, 2020).

В загальній сукупності в межах зазначених відкладів виділено наступні водоносні горизонти та комплекси:

- 1) Водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену (aH).
- 2) Водоносний горизонт в алювіальних відкладах 1-2 надзаплавних терас верхнього неоплейстоцену ($a^{1-2}P_{III}$).
- 3) Слабоводоносний горизонт в елювіальних і еолово-делювіальних відкладах верхнього неоплейстоцену (e, vdP_{III}).
- 4) Водоносний горизонт в алювіальних відкладах нижнього-середнього неоплейстоцену і флювіогляціальних відкладах середнього неоплейстоцену ($aP_{I-II}+fP_{II}$).
- 5) Водоносний горизонт у відкладах новопетрівської світи міоцену (N_1np).
- 6) Слабоводоносний горизонт у відкладах київського регіоярису еоцену (P_2kv).
- 7) Водоносний горизонт у відкладах буцацького регіоярису еоцену ($P_2bč$).
- 8) Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання. (PR_1).

В межах досліджуваної ділянки продуктивними є: водоносні горизонти в алювіальних відкладах голоцену та алювіальних відкладах 1-2 надзаплавних терас верхнього неоплейстоцену, а також водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання.

Живлення водоносних горизонтів переважно відбувається шляхом інфільтрації атмосферних опадів, а також перетікання з водоносних горизонтів, які залягають нижче. Розвантаження підземних вод відбувається в алювій ярів, балок і заплав річок, а також шляхом випаровування (Корнієнко, Вітомський та ін., 2011).

Між собою горизонти розділяються водопроникними породами, фільтраційні властивості яких, пов'язані з їх складом та властивостями. В межах досліджуваної території відсутні витримані (окремі) флюїдоупори. Осадовий чохол складено переважно проникними породами і водоносні горизонти в осадових товщах є пов'язаними між собою. Крім того, потужним високодебітним водоносним горизонтом є нижня частина кори вивітрювання (Василенко, Пазіч, 2009).

Водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену (аН) є першим від поверхні на досліджуваній території. Потужність горизонту є невеликою – від перших метрів до 13 м, дуже рідко до 22 м. Водовміщуючі породи представлені алювіальними четвертинними відкладами, що складені дрібно- і середньозернистими, іноді глинистими пісками, супісками, суглинками, мулами, уламками кристалічних порід, а подекуди гравієм та галькою. Часто горизонт залягає на обводненій території, що складена тріщинуватими породами.

Живлення на пряму залежить від фільтраційних можливостей й залежить від сезону. В меженевий період відбувається дренажування в нижчезалягаючі горизонти. Води є безнапірними, проте зі змінною складу (наприклад при наявності суглинків та супісків) стає слабонапірними. Величина напору в такому випадку досягає місцями 3 м, а подекуди до 15 м (<https://www.geo.gov.ua>).

Води цього горизонту є прозорі за кольором. За хімічним складом відносяться до гідрокарбонатного класу з різномаїтним катіонним вмістом з переважанням кальцію. Рідше можна спостерігати наявність хлоридів і сульфатів. Також зустрічаються поєднання цих типів у вигляді гідрокарбонатно кальцієво-

магнієвого класу. Стандартна мінералізація досягає 0,9 г/дм³, в окремих випадках досягає 4 9 г/дм³. Подекуди трапляється підвищений вміст заліза, нітратних та нітритних іонів.

Горизонт незахищений від забруднення сільськогосподарською діяльністю, проте локально використовується за допомогою локальних колодязів (Гребенюк, Цимбал, 2020).

Водоносний горизонт в алювіальних відкладах 1-2 надзаплавних терас верхнього неоплейстоцену ($a^{1-2}P_{III}$) частково фіксується в межах ділянки дослідження у долині Тетерева і не має широкого поширення. Водовміщуючі породи цього горизонту в залежності від заплави змінюють свій склад. Так із їх змінною найбільш помітно змінюється зернистість пісків, де часто присутні прошарки глин, суглинок, супісків і мулів. Подекуди зустрічається галька та гравій. Саме в послідовності від нижньої до верхньої заплави, можна спостерігати збільшення часток порід (<https://zhashkiv.kp.org.ua/>).

Потужність горизонту збільшується з заходу на схід у напрямку течії річки. Так, в середньому вона становить 1-5 м. Глибина залягання водовміщуючих порід змінюється в залежності від рельєфу і подекуди досягає 50 м.

Дебіти, як і коефіцієнт фільтрації пісків, коливаються і нерівномірно розподіляються по території зі значеннями від 0,01 до 0,5 дм³/с.

Води горизонту відзначаються різноманітністю свого хімічного складу. В межах досліджуваної території переважає саме гідрокарбонатно-кальцієвий тип з різними його варіаціями. Невелика мінералізація (майже усюди менше 1 г/дм³) обгрунтовує прісність вод горизонту (<https://core.ac.uk/>).

Через близьке розташування до денної поверхні, горизонт не може використовуватися для споживання. Він є легко піддається забрудненню, через відсутність відповідного захисту. З цих причин складу його вод характерні підвищені вмісти заліза, нітратів, нітритів та ін.

Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання (PR₁). Даний горизонт поширений на всій території (особливо в долинах річок та балок). Глибина, як і потужність горизонту сильно змінюється з рельєфом. Так у долинах вона становить від 1 до 30 м, а на вододілах може досягати 160м. Нижче заданих глибин, через низьку тріщинуватість порід рух води ускладнений. Рівень водоносних горизонтів тріщинуватої зони встановлюється за рівнем вище залягаючого горизонту (<http://scc.univ.kiev.ua>).

Тріщинні води слабконапірні, проте у місцях з розкритою зоною тріщинуватості, спостерігаються підвищені дебіти. Напір вод обумовлений водотривким шаром та високим гіпсометричним рівнем, через що він становить приблизно 40м. У зниженнях кристалічного щита, фіксується найбільша обводненість (Гребенюк, Цимбал, 2020).

Тріщинуваті води є прісними із зазвичай середньою жорсткістю. За хімічним складом вони гідрокарбонатно-кальцієві. На території області зустрічається підвищений вміст радону, що знаходиться на відстані 40км від території досліджень. Загальна мінералізація не перевищує 0,6 г/дм³.

Горизонту характерні підвищені вмісти нітратів і нітритів, що обумовлюється процесами забруднення.

Водоносні горизонти 3 та 4, тобто ті що знаходяться в алювіальних, елювіальних та еолово-делювіальних відкладах неоплейстоцену мають широке розповсюдження в області та у північній частині саме ділянки дослідження. Подекуди вони залягають першими від поверхні або перекриваються алювієм терас. Водовмісні відклади даних горизонтів складені доволі різними генетичними типами, а саме: різнозернистими пісками, в яких зустрічається галька з гравієм, делювіально–еоловими супісками і суглинками. Потужність горизонтів не перевищує 20 м. Продуктивність колодязів рідко досягає відмітки 0,5дм³/с. За хімічним складом води змішаного типу (гідрокарбонатні, хлоридно-

сульфатно-гідрокарбонатний). Мінералізація коливається в межах 0,07 – 0,9 г/дм³. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і розвантаження в алювій балок, заплав річок і ярів (Єсипчук, Возгрін, 2003).

Водоносний горизонт у відкладах новопетрівської світи міоцену розповсюджений в північно-західній частині району. Складається з піщаних порід (різнозернисті каолінові піски), які часто бувають здреновані. Залягають на кристалічних породах фундаменту. Максимальна потужність горизонту до 23м. Низькі фільтраційні властивості пов'язані з великою кількістю мілких фракцій. Коефіцієнт фільтрації пісків, зазвичай, не перевищує 0,5 м/д. Горизонт є безнапірним, а його багатоводність зумовлена невисокими фільтраційними властивостями. Дебіти становлять 0,13-1,3 дм³/с. Продуктивність колодязів не перевищує 0,2 дм³/с (<https://www.geo.gov.ua/>).

За хімічним складом води горизонту гідрокарбонатно-кальцієві. Мінералізація становить 0,2-0,8 г/дм³. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та перетікання із суміжних водоносних горизонтів.

Не експлуатаційні водоносні горизонти, що відносяться до регіорусу еоцену розташовані на півночі досліджуваної ділянки. Водовмісні породи є різнозернисті піски з прошарками глин потужністю до 10 м. Залягають породи на обводнених бучацьких відкладах, а у місцях їх відсутності – на породах кристалічного фундаменту та їхній корі вивітрювання. Значення коефіцієнта фільтрації змінюється в межах 1,8-7,5 м/д. Дебіти свердловин при відкачках з дрібнозернистих пісків коливаються від 5,2 до 17,3 м³/с при зниженнях рівня вод на 1,9–3,9 м. Ряд розвідувальних свердловин практично безводний. За хімічним складом води цих відкладів гідрокарбонатні, рідше, хлоридно-гідрокарбонатні, натрієво-магнієві та ін. з мінералізацією 0,21–0,6 г/дм³. Живлення горизонту

відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а подекуди перетоку вод з інших водоносних горизонтів (*Корнієнко, Вітомський та ін., 2011*).

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ ВОДОЗАБОРУ

2.1 Методика організації зон санітарної охорони

Відповідно до сучасних нормативних засад у переліку заходів із забезпечення захисту підземних вод від забруднення, одним із найважливіших вважається встановлення зон санітарної охорони (ЗСО). Відповідно до загальних положень Водного кодексу України, ЗСО визначаються як територія і акваторія, де запроваджується особливий санітарно-епідеміологічний режим з метою запобігання погіршення якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, а також з метою забезпечення охорони водопровідних споруд. Зокрема, для забезпечення санітарно-епідеміологічної захищеності ЗСО створюють на територіях де відомі підземні та відкриті джерела водопостачання, водозабірні та водоочисні споруди, об'єкти оздоровчого призначення та ін. Водночас, окрім позитивного ефекту на стан водних об'єктів, встановлені зони санітарної охорони накладають ряд обмежень та обов'язків на підприємства та місцеві громади, що знаходяться у безпосередньому контакті із захищеною у такий спосіб ділянкою (*Водний Кодекс України*).

Попередження забруднення шляхом організації ЗСО передбачає встановлення трьох поясів в межах яких здійснюються спеціальні водоохоронні заходи, що виключають можливість надходження забруднення до водозабору та у водоносний горизонт в межах багаторічного впливу водозабірних споруд (*ДБН в.2.5-74:2013*). У кожному конкретному випадку, встановлення цих поясів проводиться з урахуванням типу об'єкту, його характеристик та впливу на навколишнє середовище. Режим, встановлений на території зони, гарантує захист джерела водопостачання від забруднення та забезпечує необхідні санітарні якості води (<http://kr.consumer.gov.ua/>).

За характером забруднювальних речовин виділяються два основні види забруднення підземних вод: мікробне та хімічне. (Корнєєнко, 2015)

Мікробне забруднення визначається часом виживання патогенних мікробів при русі води до водозабору (Мандрик, 2003). Зазвичай обумовлено надходженням до водоносного горизонту неочищених господарсько-побутових стічних вод, вод аварійних витоків із каналізаційних мереж, вод, що інфільтруються з територій промислових чи житлових забудов та ін (Шевченко, Кондратюк та ін., 2011).

Основними джерелами хімічного забруднення є стічні води виробництв, що потрапляють у водоносні горизонти з територій промислових підприємств та інших об'єктів акумуляції відходів, і які містять шкідливі домішки різного походження (сільськогосподарські хімікати, мінеральні добрива та ін. (Пересоляк, 2014)

Відповідно до встановленого, ст. 93 Водного кодексу України та Постанови КМУ №2024 «Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів», порядку визначення меж ЗСО водних об'єктів, останні встановлюються місцевими радами на їх території за погодженням з центральним органом виконавчої влади. При встановленні цих меж має враховуватися природна захищеність підземних вод від поверхневого забруднення, ризик зазначених вище типів забруднення, особливості санітарних, гідрогеологічних і гідрологічних умов, а також характер забруднюючих речовин.

Захищеністю підземних вод вважається перекриття водоносного горизонту відкладами, що перешкоджають проникненню до нього забруднюючих речовин з поверхні землі. Виділяються дві основні групи підземних вод: захищені та недостатньо захищені. Подібна категоризація залежить від багатьох факторів, які можна розбити на три групи: природні, техногенні і фізико-хімічні. (<https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/>)

В межах території водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал», підземні води є *недостатньо захищеними*. В більшій мірі це обумовлено саме природними факторами. Досліджувані водоносні горизонти є безнапірними, що являється однією з головних ознак незахищених ділянок. Відсутність у розрізі витриманих слабопроникних водотривів зумовлює вкрай невисоку захищеність на більшій частині поширення водоносних горизонтів.

Кожен із зазначених вище трьох поясів має свої особливості встановлення.

I пояс – або пояс суворого режиму – охоплює територію, що знаходиться у безпосередній близькості до водозабірних та майданчиків всіх водопровідних споруд (Шевченко, Кондратюк та ін., 2011). Встановлює найбільші обмеження для використання земельної ділянки та проведення будівельних робіт, а також забороняє скид будь-яких стічних вод та взаємодію людини чи худоби безпосередньо з водою. Межа першого поясу ЗСО встановлюється на відстані не менше 30 м від водозабірної споруди при використанні напірних водоносних горизонтів і не менше 50 м при експлуатації ґрунтових (ДБН в.2.5-74:2013).

II пояс – є зоною, призначеною для захисту водоносних горизонтів від мікробного забруднення. Її ширина і точні параметри встановлюються місцевими органами державного санітарного нагляду згідно з чинним законодавством. В переважній кількості випадків межа другого поясу визначається виходячи з часу виживання мікробів під час руху води (Пересоляк, 2014) – тобто часу, що буде достатнім для втрати мікроорганізмами життєздатності й ступеня хвороботворності. Цей час приймається за основний параметр, що визначає відстань межі другого поясу до водозабору. Його значення приймається за 100 – 400 діб (найчастіше 200 діб) для напірних і безнапірних міжпластових вод (Шевченко, Кондратюк та ін., 2011). В межах другого поясу ЗСО можуть знаходитися промислові підприємства, забудови та інші об'єкти, які не підлягають прямому санітарному контролю, але можуть впливати на стан навколишнього

середовища. Дозволені види діяльності включають сільське і лісове господарство та інші типи виробництва, які не призводять до значного забруднення. У межах поясу заборонено розміщувати склади паливних ресурсів, накопичувачів промислових стічних вод, використовувати хімічні речовини без належного дозволу державної санітарно-епідеміологічної служби та ін. (<https://eprints.kname.edu.ua/>)

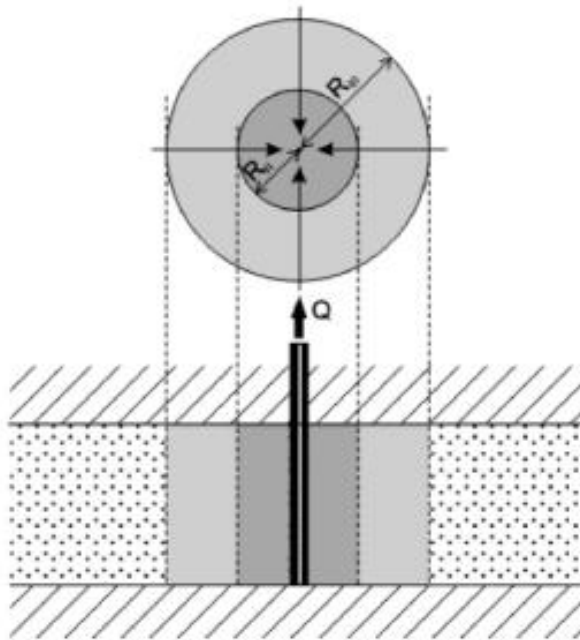
III пояс – є зоною, призначеною для захисту водоносних горизонтів від хімічного забруднення. Встановлюється на відстані, що включає добігання хімічного забруднення до водозабору за час його експлуатації. Іншими словами цей пояс охоплює усі території, що впливають на формування якості води конкретного джерела водопостачання. Розташування межі III поясу ЗСО також визначається гідродинамічними розрахунками, виходячи з умов: якщо за її межами до водоносного пласта надійде хімічне забруднення, воно не досягне водозабору, рухаючись з підземними водами поза область захоплення водозабору, але не раніше розрахункового часу T_3 .

Час руху хімічного забруднення від меж ЗСО III поясу T_3 беруть, як правило, рівними терміну експлуатації водозабірної свердловини – 25 років. За умови, якщо час руху в межах визначеного радіусу впливу водозабірної споруди менше визначеного терміну, водоносний горизонт є незахищеним від стабільних хімічних забрудників (Мандрик, 2003).

У залежності від конкретних гідрогеологічних умов, наявної інформації розрахунок меж II та III поясів ЗСО може виконуватися графічним, графоаналітичним, аналітичним методами та методом математичного моделювання. Зокрема, межі цих поясів ЗСО можуть бути визначені за допомогою гідродинамічних розрахунків.

**Розрахунок ЗСО для ізольованого, необмеженого пласта
без урахування руху підземних вод (умови артезіанського басейну)**

За умов коли водоносний горизонт має постійну товщину та необмежений у горизонтальному напрямку, рух підземних вод є часто незначним внаслідок відсутності явно вираженого ухилу потоку. У такому випадку, зона захоплення підземних вод навколо свердловинного водозабору набуде форми циліндра, а у плані пояси зон санітарної охорони матимуть форму кола (Мал.2.1).



Мал. 2.1 Зона захоплення свердловинного водозабору без урахування руху підземних вод (Пересоляк, 2014)

Радіус цього кола, і відповідно, розмір II та III поясів ЗСО розраховується виходячи з умов, повного об'єму води у циліндричній частині пласта що витягується водозабором протягом розрахункового періоду часу t :

$$V = Q \times t \quad (2.1)$$

В той же час, необхідний об'єм порожніх порід у даному елементі пласта повинен становити:

$$V = \pi \times R^2 \times m \times n \quad (2.2)$$

де R – радіус області водозабору; m – ефективна потужність водоносного горизонту; n – ефективна пористість.

Відповідно шуканий радіус циліндричного елемента буде описуватися наступною залежністю:

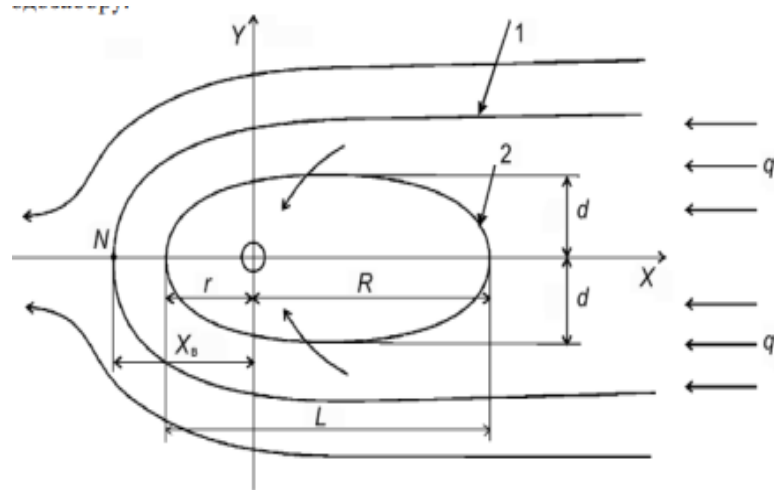
$$R = \sqrt{\frac{Q \times t}{\pi \times n \times m}} \quad (2.3)$$

де Q – дебіт водозабору ($\text{м}^3/\text{добу}$); t – час, необхідний для обгрунтування меж поясу, діб.

Розрахунок ЗСО для ізолюваного, необмеженого пласта з урахуванням руху підземних вод

При врахуванні руху підземних вод зона захоплення набуває форми еліпсоїда (мал. 2.2), витягнутого вгору за потоком, оскільки тут відбувається складання градієнтів природного потоку підземних вод і депресійної воронки. Водночас зона фільтрації експлуатаційного горизонту розбивається на два елементи, а саме:

1. Зону живлення водозабору, що обмежена нейтральною лінією току (1 на мал. 2.2) з водорозподільної точкою N , яка віддалена на відстань X_b по осі X від водозабору;
2. Зона захоплення, яка формується за час роботи водозабору (2 на мал. 2.2). Всі частки води всередині зони до кінця розрахункового періоду часу надійдуть до водозабору. (Пересоляк В. Ю., 2014)



Мал. 2.2 Схема зони санітарної охорони водозабору (<https://studfile.net/>)

Розрахунок зон санітарної охорони для ізолюваного, необмеженого пласта з урахуванням руху підземних вод проводиться включає наступні етапи:

1. Обчислення ухилу природного потоку за різницею п'єзометричного рівня води у свердловині (H') та рівня води водотоку (H_B)

$$I = \frac{H' - H_B}{L} \quad (2.4)$$

де L – відстань за потоком напірних вод між експлуатаційною свердловиною і водотоком, який являє собою місцевий базис дренажування.

2. Визначення одиничної витрати на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору в природних умовах:

$$q = K \times m \times I \quad (2.5)$$

де q - питома витрата потоку підземних вод, м²/добу; K - коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту, м/добу; m – потужність водоносного горизонту; I – ухил природного потоку.

3. Встановлення відстані X_0 від водозабірної свердловини до вододільної точки, що знаходиться на нейтральній лінії. Нейтральна лінія є границею зони захоплення водозабору, тобто тієї частини області експлуатаційної депресії напорів, в межах якої всі лінії току приходять в водозабір.

$$X_B = \frac{Q}{2 \times \pi \times q} \quad (2.6)$$

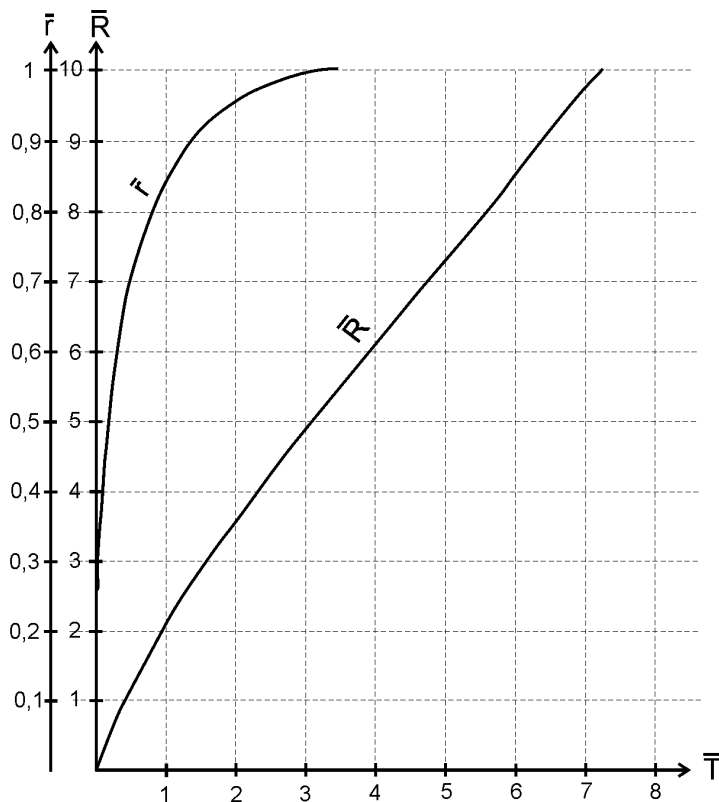
де X_B – відстань від водозабору до вододільної точки; q - питома витрата потоку підземних вод, м²/добу; Q – дебіт водозабору (м³/добу).

4. Визначення розрахункового параметру \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{q \times T_2}{X_B \times m \times n} \quad (2.7)$$

де: T_2 – час, необхідний для обгрунтування меж поясу, діб; X_B – відстань від водозабору до вододільної точки; m – потужність водоносного горизонту; n – ефективна пористість (<http://8ref.com/>).

5. Встановлення значень розрахункових радіусів r та R , що є довжинами поясу вниз та вверх за потоком на основі відповідного графіку (мал. 2.3) (за умови $T > 8$, величину r приймають за 1, а R можна прийняти рівним $T + 3$) та формул 2.8 та 2.9.



Мал. 2.3 Графік для визначення приведених радіусів поясів ЗСО вниз (r) і вгору (R) за потоком підземних вод за розрахованими значеннями T при експлуатації

зосередженого водозабору в ізолюваному необмеженому пласті (Шевченко, Кондратюк та ін., 2011)

$$r = \bar{r} \times X_B \quad (2.8)$$

$$R = \bar{R} \times X_B \quad (2.9)$$

де r – довжина поясу вниз за потоком, м; R – довжина поясу вверх за потоком, м; X_B – відстань від водозабору до вододільної точки.

6. Загальна довжина водозабору визначається сумою відстаней вниз та вверх за потоком:

$$L_2 = r + R \quad (2.10)$$

7. Визначення півширини та повної ширини отриманого поясу:

$$d_2 = \frac{2 \times T_2 \times Q}{\pi \times m \times n \times L_2} \quad (2.11)$$

де T_2 – час, необхідний для обґрунтування меж поясу, діб; Q – дебіт водозабору ($\text{м}^3/\text{добу}$); m – потужність водоносного горизонту; n – ефективна пористість; L – загальна довжина поясу, м.

Загалом, різниця між розрахунками другого та третього поясів зони санітарної охорони полягає лише у величині розрахункового часу, але підсумково, зводяться розрахунки цих поясів до визначення радіусів r , R та півширини d отриманих еліпсів.

2.2 Розрахунок зон санітарної охорони

Визначення II-го санітарного поясу зон санітарної охорони для свердловин №20, №23 та №24 на території водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал» відбувалося за використанням обох описаних методів.

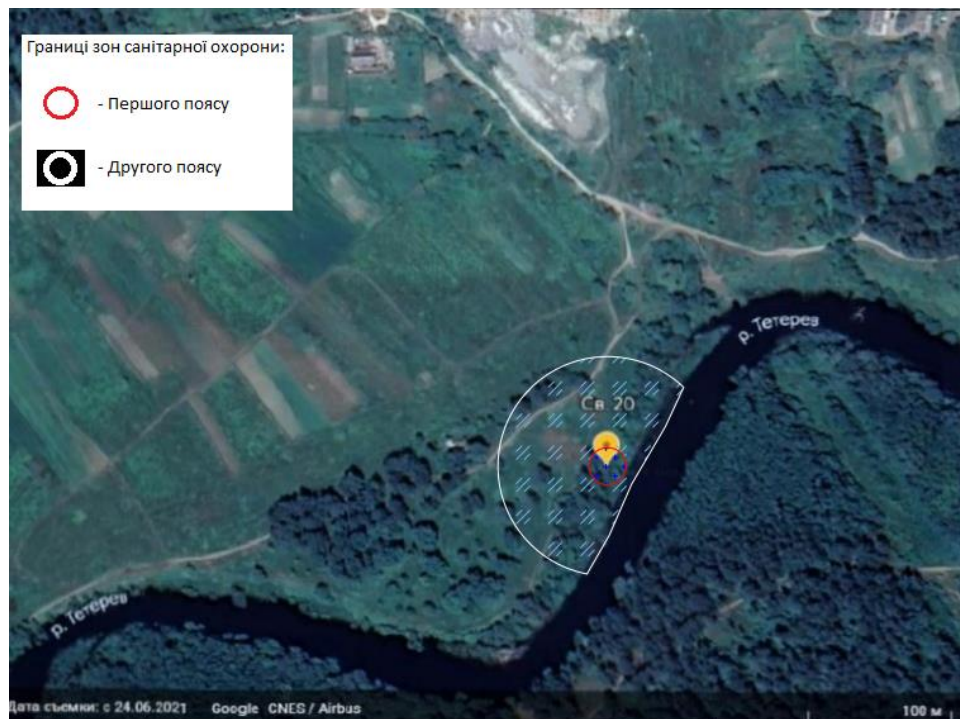
Для визначення II-го поясу ЗСО за умов артезіанського басейну відносно всіх трьох свердловин, якими експлуатується водоносний горизонт в тріщинуватій зоні кристалічних порід та їх кори вивітрювання були використані дані наведені в таблиці 2.1.

Вихідні дані для розрахунку II-го поясу зони санітарної охорони за умов артезіанського басейну

Параметр	Свердловина №20	Свердловина №23	Свердловина №24
Q – дебіт свердловини	599,6	673,9	599,6
T ₂ – час виживання мікробів	200	200	200
m – потужність водоносного горизонту	100	100	100
n – активна пористість	0,15	0,15	0,15

За результатами розрахунку II-го поясу ЗСО відносно водозабірної свердловини №20 за умов артезіанського басейну:

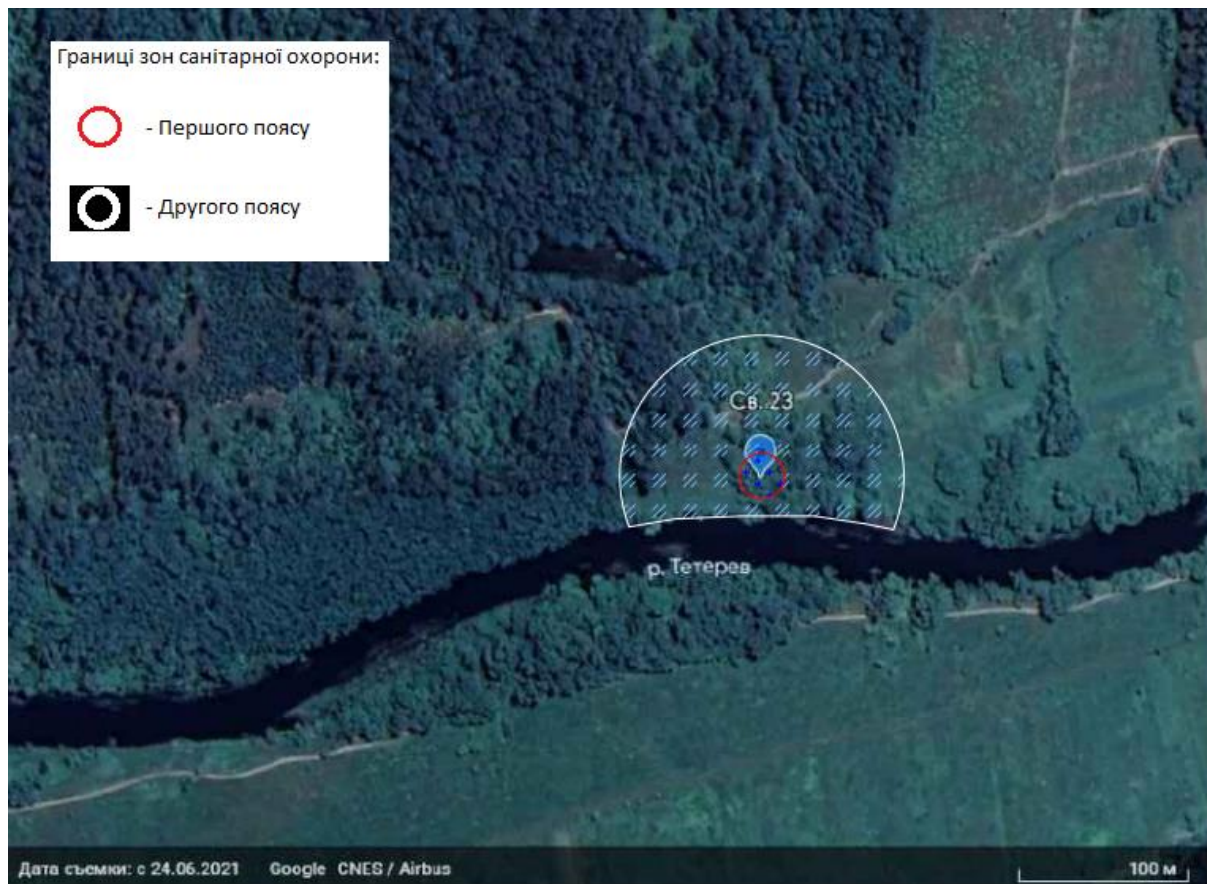
$$R = \sqrt{\frac{Q \times t}{\pi \times n \times m}} = \sqrt{\frac{599,6 \times 200}{\pi \times 0,15 \times 100}} = 50,46 \text{ м;}$$



Мал. 2.4 Схема II поясу ЗСО в умовах умовах басейну відносно водозабірної свердловини №20

За тих же умов розрахункові значення II-го поясу ЗСО відносно водозабірної свердловини №23 становить:

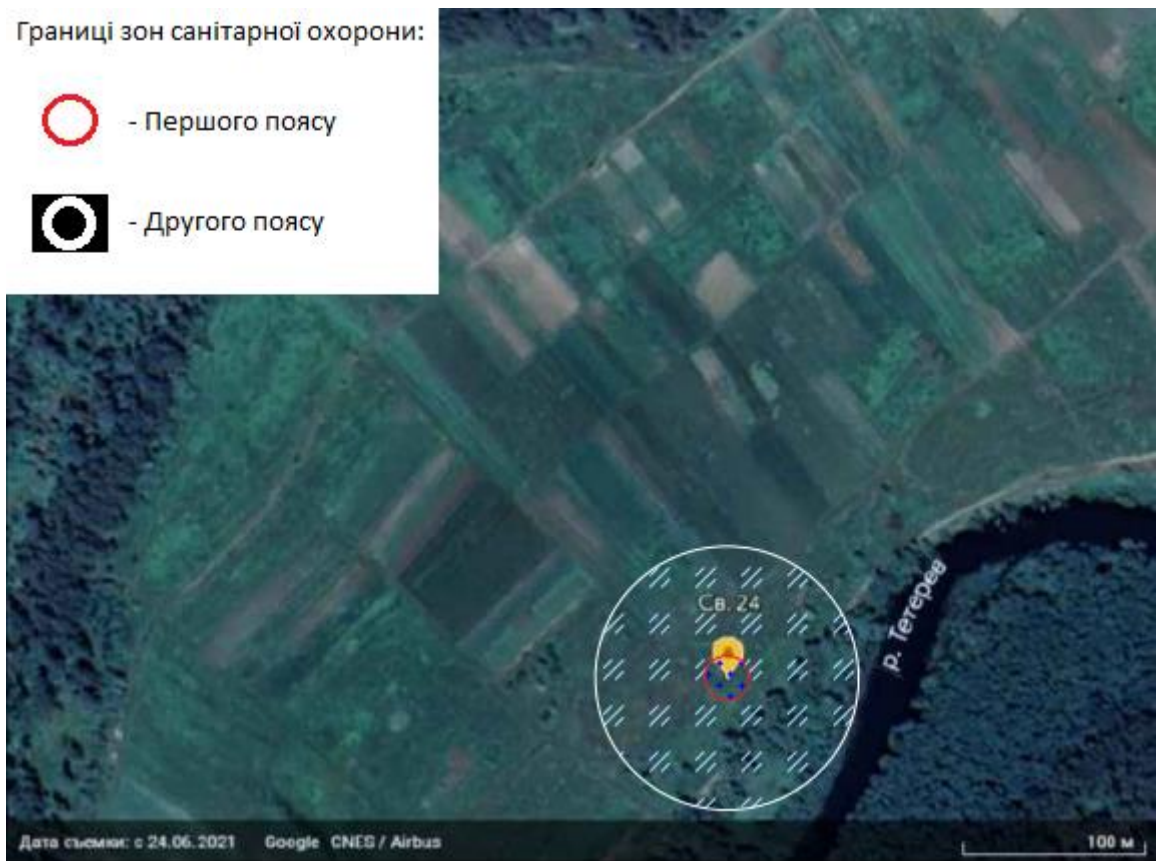
$$R = \sqrt{\frac{Q \times t}{\pi \times n \times m}} = \sqrt{\frac{673,9 \times 200}{\pi \times 0,15 \times 100}} = 53,49 \text{ м};$$



Мал. 2.5 Схема II поясу ЗСО в умовах умовах басейну відносно водозабірної свердловини №23

Розміри третьої свердловини – свердловини №24 в зазначених умовах є аналогічними тим, що визначені для свердловини №20:

$$R = \sqrt{\frac{Q \times t}{\pi \times n \times m}} = \sqrt{\frac{599,6 \times 200}{\pi \times 0,15 \times 100}} = 50,46 \text{ м};$$



Мал. 2.6 Схема II поясу ЗСО в умовах умов басейну відносно водозабірної свердловини №24

Визначення II-го поясу ЗСО за умов ухилу потоку підземних вод відбувався за використання частини аналогічних вихідних даних наведених у таблиці 2.1, а також ряду додаткових (табл. 2.2).

Оскільки для використання зазначеного підходу до розрахунків зон санітарної охорони необхідним елементом є визначений п'єзометричний рівень у свердловині, доцільним вважається проведення розрахунків меж II-го поясу ЗСО лише для свердловин №20 та №24, оскільки п'єзометричний рівень у свердловині №23 є надто низьким для врахування ухилу потоку.

Вихідні дані для розрахунку II-го поясу зони санітарної охорони за умов ухилу потоку

Параметр	Свердловина № 20	Свердловина № 24
H' – п'єзометричний рівень води у свердловині, (м)	152,5	152,8
H _в – рівень води водотоку, (м)	149,3	149,3
L – відстань за потоком між експлуатаційною свердловиною і водотоком, (м)	1181,17	1726,17
K – коефіцієнт фільтрації водоносного горизонту, (м/добу)	0,51	0,51
m – потужність водоносного горизонту, (м)	100	100
Q – дебіт свердловини, (м ² /добу)	599,6	599,6
T ₂ – час виживання мікробів, (діб)	200	200

За результатами розрахунку II-го поясу ЗСО відносно водозабірної свердловини №20, якою експлуатується водоносний горизонт в тріщинуватій зоні кристалічних порід за умов ухилу потоку підземних вод:

1. Ухил природного потоку:

$$I = \frac{H' - H_{\text{в}}}{L} = \frac{(152,5 - 149,3)}{1181,17} = 0,027 \text{ м};$$

2. Одинична витрата на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору:

$$q = K \times m \times I = 0,51 * 100 * 0,02709 = 0,138 \frac{\text{м}^2}{\text{добу}};$$

3. Відстань X₆ від водозабірної свердловини до вододільної точки, що знаходиться на нейтральній лінії:

$$X_B = \frac{Q}{2 \times \pi \times q} = \frac{599,6}{2 * \pi * 0,138168} = 691,02 \text{ м};$$

4. Розрахунковий параметр \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{q \times T_2}{X_B \times m \times n} = \frac{0,138168 * 200}{691,0258 * 100 * 0,15} = 0,002;$$

5. Розрахункові радіуси r та R , що є довжинами поясу вниз та вверху за потоком визначалися на основі відповідного графіку (мал. 2.3) та формул 2.8 та 2.9.

$$\bar{r} = 0,36 \quad \bar{R} = 0,03$$

$$r = \bar{r} \times X_B = 691,0258 * 0,36 = 248,76 \text{ м},$$

$$R = \bar{R} \times X_B = 691,0258 * 0,03 = 20,73 \text{ м};$$

6. Загальна довжина водозабору (L_2):

$$L_2 = r + R = 248,7693 + 20,73077 = 269,5 \text{ м};$$

7. Півширина (d) та повна ширина (B_2) отриманого поясу:

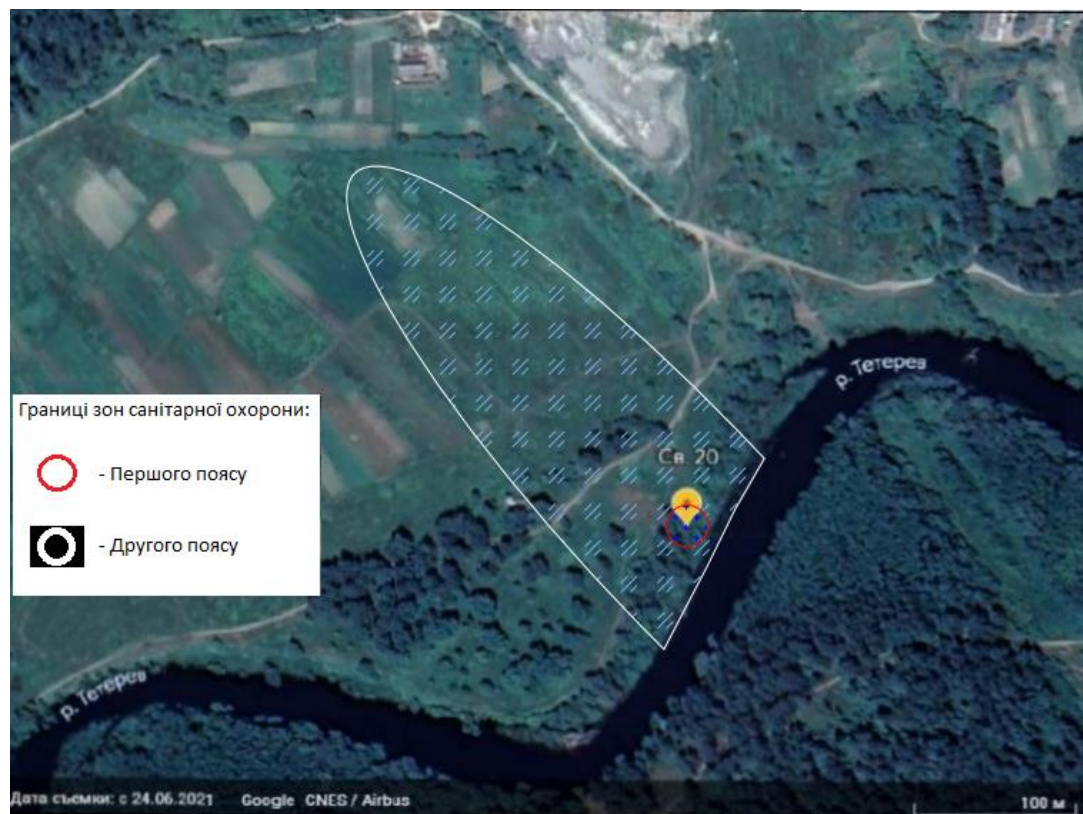
$$d = \frac{2 \times T_2 \times Q}{\pi \times m \times n \times L_2} = \frac{2 * 200 * 599,6}{\pi * 100 * 0,15 * 269,5} = 18,89 \text{ м};$$

$$B_2 = 2d = 2 * 18,89478 = 37,78 \text{ м}.$$

Відповідно до отриманих результатів (табл. 2.3) була побудована відповідна схема (мал. 2.7).

Результати розрахунку II-го поясу ЗСО за умов ухилу потоку для
свердловини №20

Об'єкт	Довжина зони вниз за потоком r2 (м)	Довжина зони вгору за потоком R2 (м)	Загальна довжина II зона ЗСО L2 (м)	Півширина II поясу ЗСО d2 (м)	Повна ширина II ЗСО B2 (м)
II-ий пояс ЗСО за умов ухилу потоку відносно водозабірної свердловини № 20, водоносний горизонт в тріщинуватій зоні кристалічних порід	248,76	20,73	269,5	18,89	37,78



Мал. 2.7. Схема II поясу ЗСО в умовах ухилу потоку відносно водозабірної свердловини №20

Розрахунок II-го поясу ЗСО відносно водозабірної свердловини №24 за аналогічних умов дав наступний результат:

1. Ухил природного потоку:

$$I = \frac{H' - H_B}{L} = \frac{(152,8 - 149,3)}{2167,4} = 0,002 \text{ м};$$

2. Одинична витрата на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору:

$$q = K \times m \times I = 0,51 \times 0,001615 \times 100 = 0,103 \frac{\text{м}^2}{\text{доб}};$$

3. Відстань X_B від водозабірної свердловини до вододільної точки, що знаходиться на нейтральній лінії:

$$X_B = \frac{Q}{2 \times \pi \times q} = \frac{599,6}{2 \times \pi \times 0,082357} = 923,3 \text{ м};$$

4. Розрахунковий параметр \bar{T} :

$$\bar{T} = \frac{q \times T_2}{X_B \times m \times n} = \frac{0,082357 \times 200}{1159,319 \times 100 \times 0,15} = 0,0014$$

5. Розрахункові радіуси r та R , що є довжинами поясу вниз та вгору за потоком визначалися на основі відповідного графіку (мал. 2.3) та формул 2.8 та 2.9.

$$\bar{r}_2 = 0,37 \quad \bar{R}_2 = 0,1$$

$$r = \bar{r} \times X_B = 1159,319 \times 0,45 = 341,62 \text{ м};$$

$$R = \bar{R} \times X_B = 0,2 \times 1159,319 = 92,33 \text{ м};$$

6. Загальна довжина водозабору (L_2):

$$L_2 = r + R = 521,6934 + 231,8637 = 433,95 \text{ м};$$

7. Півширина (d) та повна ширина (B_2) отриманого поясу:

$$d = \frac{2 \times T_2 \times Q}{\pi \times m \times n \times L_2} = \frac{2 \times 200 \times 599,6}{\pi \times 100 \times 0,15 \times 753,5571} = 11,73 \text{ м};$$

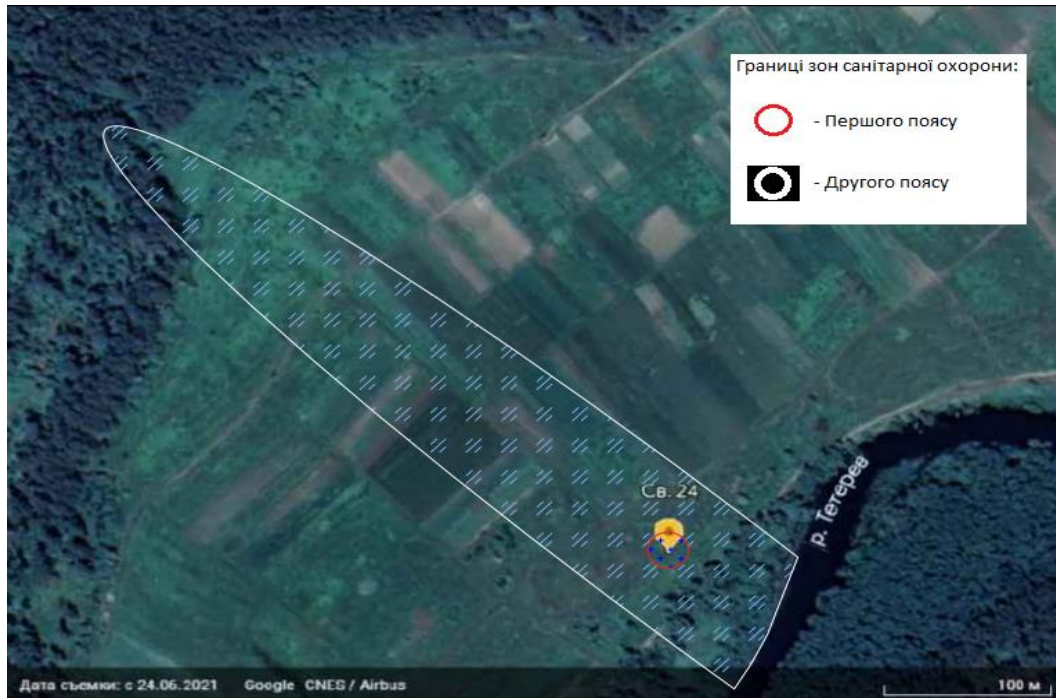
$$B_2 = 2d = 2 \times 11,73426 = 23,46 \text{ м}.$$

Відповідно до отриманих результатів (табл. 2.4) була побудована відповідна схема (мал. 2.8).

Таблиця №2.4

Результати розрахунку II-го поясу ЗСО за умов ухилу потоку для свердловини №24

Об'єкт	Довжина зони вниз за потоком r_2 (м)	Довжина зони вгору за потоком R_2 (м)	Загальна довжина II зона ЗСО L_2 (м)	Півширина II поясу ЗСО d_2 (м)	Повна ширина II ЗСО B_2 (м)
II-ий пояс ЗСО за умов ухилу потоку відносно водозабірної свердловини № 24, водоносний горизонт в тріщинуватій зоні кристалічних порід	341,62	92,33	433,95	11,73	23,46



Мал. 2.8. Схема II поясу ЗСО в умовах ухилу потоку відносно водозабірної свердловини № 24

ВИСНОВКИ

Встановлення ефективних зон санітарної охорони є задачею, що є одним із найбільш важливих елементів у системі забезпечення якісного водопостачання та мінімізації ризиків для здоров'я населення.

В ході дослідження території водозабірної ділянки Коростишівського МКП «Водоканал», був проведений не лише аналіз поточного стану загальних природних умов, а й проведено розрахунок зон санітарної охорони для ряду водозабірних свердловин, що експлуатують водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання. Горизонт має широке розповсюдження в районі дослідження та належить до верхньої тріщинуватої зони кристалічних порід. Підземні води, що належать горизонту є основним джерелом централізованого водопостачання м. Коростишів та прилеглих населених пунктів. Оптимальність видобутку підземних вод водозабором Коростишівського МКП «Водоканал» доводиться його багаторічною експлуатацією і є ще однією причиною для забезпечення максимально можливого захисту водозабору.

З метою пошуку найбільш ефективного шляху захисту водозабору було застосовано два підходи для обчислення зон санітарної охорони: за умов наявності руху підземних вод та без нього, в умовах артезіанського басейну. Це є актуальним, так як фактор руху підземних вод значно впливає на конфігурацію поясів ЗСО. Що і було підтверджено результатами проведених розрахунків.

Отримані результати дуже різняться, але враховуючи той факт, що значення ухилу на досліджуваній території є мінімальним, а в деяких випадках (наприклад у свердловині №23) є настільки незначним, що ним можна повністю знехтувати отримані, з урахуванням руху підземних вод, конфігураційні форми ЗСО будуть вважатися недоцільними до використання. Тоді як встановлення ЗСО за визначеними, без врахування руху підземних вод, параметрами буде набагато

ефективніше. Останнє може бути обґрунтовано відсутністю суттєвих ризиків зміни еколого-геологічних умов території, та достатньо простими сучасними геологічними умовами, що у сукупності із дотриманням усіх заходів передбачених при наявності зон санітарної охорони може ще тривалий час сприяти стабільному водопостачанню питної води населенню м. Коростишів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Василенко А. Ю., Пазіч А. А., Скуратівський Є. В. 2009. Звіт з навчальної практики. Городське.

Водний кодекс України. Ввр України, 1995, № 24, ст.189. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>

Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. 2013. ДБН В.2.5-74:2013. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://specteh.org.ua/images/stories/normativnye_dokumenty/dbn_v_2_5_74_20_13_vodopostachannja_zovnshn_merezh_ta_sporudi.pdf

Гаркуша А. П., Сморгачев Л. А. 1977. Отчет о результатах поисков подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Коростышева Житомирской области УССР за 1975-1977 г. Киев.

Гідрогеологічні умови організації зон санітарної охорони природних вод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/vaganov_inzhenerna_geologiya/11.3.htm

Гошовський С., Саніна І., Люта Н. 2018. Технічний звіт. Підземні води, ідентифікація і розмежування масивів підземних вод у басейні річки Дніпро, Україна. Київ.

Гребенюк М. М., Цимбал Д. К. (2020). Науковий звіт. Повторна геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів Коростишівського родовища питних підземних вод по свердловинах Коростишівського МКП «Водоканал» в м. Коростишів Житомирської області (підрахунок запасів станом на 01.01.2020). Київ : ТОВ «Гео Пошук».

Данилов О. В. 2019. Дисертація порівняльний аналіз ефективності геофізичних методів при вирішенні інженерно-геологічних задач на урбанізованих територіях. Київ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://scc.univ.kiev.ua/upload/iblock/590/2%d0%94%d0%b0%d0%bd%d0%b8%d0%bb%d0%be%d0%b2%d0%9e%d0%92_%d0%942600142_%d0%94%d0%b8%d1%81%d0%b5%d1%80%d1%82%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f_print.pdf

Єсипчук К.Ю., Возгрін Б. Д., Довгань Р. М., Калініна Г. В. та ін. 2003. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія. Аркуш М-35-ХVIII (Фастів). Пояснювальна записка. Київ.

Загальні відомості. Житомирська область. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprdep.zht.gov.ua/ND2014-1.htm>

Залеський І. І., Зузук Ф. В., Гідрогеологічні умови, 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/153585862.pdf>

Інформаційний лист. Організація та облаштування зон санітарної охорони джерел та об'єктів питного водопостачання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kr.consumer.gov.ua/doc/sanepid/pamiatki/zno_vodopos.pdf

Корнієнко М. О., Вітомський В. В., Фурсова А. А. та ін. 2011. Звіт з навчальної практики зі спеціальності. Городське.

Коростишівське родовище. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://geolexpert.com.ua/korostyshivske-rod/#:~:text=%D0%A0%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5%20%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F%20%D1%83%20%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%20%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D1%96,%D0%A2%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2>

КП “Жашківське виробниче управління житлово-комунального господарства”. Загальні відомості водопостачання та водовідведення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zhashkiv.kp.org.ua/zagalni-vidomosti-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya-11-50-03-17-10-2019/#:~:text=%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%82%2C%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B7,0%20%D0%B4%D0%BE%2020%2D%2030%20%D0%BC%20>

Кузів Л.І. (2009) Стабільність гідрогеологічних умов Волинського мегаблока як критерій геологічної придатності у контексті захоронення радіоактивних відходів. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. Вип. 2. 265-269

Кузьменко В. И. 1981. Отчет о результатах предварительной разведки подземных вод для водоснабжения г. Коростышева Житомирской области УССР за 1978-1981 гг. Киев.

Луценко Н.И. 1982. Отчет о результатах детальной разведки пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Коростышева Житомирской области УССР за 1981-1982 гг. Киев.

Пересоляк В. Ю., Пересоляк Р.В. (2014). Установлення та розрахунок меж зон санітарної охорони навколо джерел водопостачання. 11-21

Практична робота №2. Розрахунок зон санітарної охорони. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <Http://hydrogeology.univer.kharkov.ua/wp-content/uploads/2019/03/%d0%9f%d1%80%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%9c%d0%b5%d0%b45.pdf>

Прохоров О. 2017. Пояснювальна записка про детальний план території для розміщення критого ринку по вул. Юності в м. Українка обухівського району Київської області. Київ.

Річка Білка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

Річка Дубовець. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-22564>

РічкаТетерів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kolokray.com/uk/f/teterev-1389888264.html>

Розрахунок часу вертикального проникнення забруднених вод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7256779/page:2/>

Стан атмосферного повітря. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprdep.zht.gov.ua/ND2014-2.htm>

Тема 7. Надра. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprdep.zht.gov.ua/ND2014-7.htm>

Теоретичний матеріал для самостійного опрацювання дисципліни «Планування терииторій». Система локальних планувальних обмежень в рамках діючої системи планування територій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.kspu.edu/filedownload.ashx/%d0%a2%d0%b5%d0%be%d1%80%d0%b5%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd%d0%b8%d0%b9%20%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b5%d1%80%d1%96%d0%b0%d0%bb%20%d0%b4%d0%bb%d1%8f%20%d1%81%d0%b0%d0%bc%d0%be%d1%81%d1%82%d1%96%d0%b9%d0%bd%d0%be%d0%b3%d0%be%20%d0%be%d0%bf%d1%80%d0%b0%d1%86%d1%8e%d0%b2%d0%b0%d0%bd%d0%bd%d1%8f%20%d0%a2%d0%b5%d0%bc%d0%b8%20%20%d0%b7%20%d0%ba%d1%83%d1%80%d1%81%d1%83%20%d0%9f%d0%bb%d0%b0%d0%bd%d1%83%d0%b2%d0%b0%d0%bd%d0%bd%d1%8f%20%d1%82%d0%b5%d1%80%d0%b8%d1%82%d0%be%d1%80%d1%96%d0%b9.pdf?id=333d9f63-1189-4357-8787-3711e03c52b8>

Уклад. Дядін Д. В. 2012. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни “Пикладна літоєкологія і радіоекологія”. Харків.

Уклад. Залеський І. І. 2019. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни “Охорона і раціональне використання природних ресурсів”. Рівне.

Чомко Ф. В. Конспект лекцій з курсу “Методика гідрогеологічних досліджень”. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hydrogeology.univer.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/10/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4.%D0%93%D0%93%D0%B4%D0%BE%D1%81%D0%BB..pdf>

Шенгелія Р.С. Прогнозування якості підземних вод при експлуатації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://8ref.com/4/referat_4041.html