

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Природничих наук і технологій

(факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента

Маймола Віталія Євгеновича

(ПІБ)

академічної групи 103-20з-1

(шифр)

спеціальності

103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Геологія

(офіційна назва)

на тему Оцінка гідрогеологічних умов захищеності підземних вод басейну річки Вільнянка (Запорізька область) для обґрунтування екологічної безпеки водопостачання району

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Дерев'ягіна Н.І.			
розділів:				
Загальний	Дерев'ягіна Н.І.			
Спеціальний	Дерев'ягіна Н.І.			
Рецензент	Довбніч М.М.			
Нормоконтролер	Інкін О.В.			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

В.о. завідувача кафедри

гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)

_____ (підпис)

Рудаков Д.В.
(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Маймолу Віталію Євгеновичу академічної групи 103-203-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 «Науки про Землю»

за освітньо-професійною програмою Геологія
на тему Оцінка гідрогеологічних умов захищеності підземних вод басейну річки Вільнянка (Запорізька область) для обґрунтування екологічної безпеки водопостачання району
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 01.04.2024 №315-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Визначення екологічного стану в межах водозбору басейну річки Вільнянка і аналіз гідрогеологічної захищеності водоносного горизонту	01.04.2024- 15.05.2024
Спеціальний	Обґрунтування прийнятого екологічного стану водозбору з урахуванням екологічної захищеності водоносного горизонту і розробка рекомендацій з підтримки безпеки експлуатації ділянки досліджуваної свердловини	16.05.2024- 23.06.2024

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Н.І.Дерев'ягіна
(прізвище, ініціали)

Дата видачі

01.04.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії

23.06.2024

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Маймол В.Є.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 с., табл. 10, літературних джерел 34.

Дипломна робота: «Оцінка гідрогеологічних умов захищеності підземних вод басейну річки Вільнянка (Запорізька область) для обґрунтування екологічної безпеки водопостачання району».

Об'єкт дослідження: геолого-гідрогеологічні, гідродинамічні, гідрохімічні та екологічні умови на ділянці водозабору у басейні річки Вільнянка.

Мета: обґрунтування екологічної безпеки водопостачання в межах басейну річки Вільнянка з урахуванням гідрогеологічних умов захищеності підземних вод на прикладі свердловини №2009-ре.

В роботі визначенні параметри геологічної захищеності підземних вод, проведено аналіз і розрахунок захищеності ґрунтових і підземних вод за методикою Гольдберга, визначені види та джерела забруднення, які надходять в басейн річки Вільнянка, а також виконаний аналіз і узагальнення даних про геолого-гідрогеологічні та геолого-технічні умови досліджуваної території - ділянки свердловини №2009-ре. В спеціальній частині розраховані та обґрунтовані зони санітарної охорони, а також надані рекомендації з екологічної безпеки водопостачання на ділянці свердловини №2009-ре, виходячи з визначених видів забруднення і їх джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕОЛОГІЧНА ЗАХИЩЕНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ВОДОПОСТАЧАННЯ.

ЗМІСТ

	Стр.
Вступ	5
1 Дослідження параметрів захищеності геологічних структур для водопостачання. вимоги до екологічного, геологічного, гідрологічного стану водозаборів.....	6
2 Аналіз видів забруднюючих речовин та можливих схем їх надходження до водоносних горизонтів.....	22
2.1 Види забруднень і їх вплив на підземні води.....	26
3 Геолого-гідрологічна характеристика району дослідження.....	33
3.1 Геологічна будова.....	33
3.2 Тектоніка та геоморфологічні особливості території.....	37
3.3 Гідрологічні умови.....	46
3.4 Обґрунтування вибору водоносного горизонту та ділянки закладення свердловини.....	52
3.5 Існуюче водопостачання.....	52
4 Обґрунтування екологічного стану водозабору з урахуванням екологічної захищеності водоносного горизонту.....	54
4.1 Характеристика джерела забруднення.....	54
4.2 Розрахунок і обґрунтування зон санітарної охорони.....	58
4.2.1 Перший пояс ЗСО.....	59
4.2.2 Другий пояс ЗСО.....	59
4.2.3 Третій пояс ЗСО.....	60
4.3 Водоохоронні заходи на території зон санітарної охорони водозабору	60
4.4 Рекомендації з підтримки екологічної безпеки на ділянці свердловини	63
Висновок.....	65
Перелік використаних джерел.....	66
Додатки.....	69

ВСТУП

Метою роботи є обґрунтування екологічної безпеки водопостачання в межах басейну річки Вільнянка з урахуванням гідрогеологічних умов захищеності підземних вод на прикладі свердловини №2009-ре.

Об'єкт дослідження: геолого-гідрогеологічні, гідродинамічні, гідрохімічні та екологічні умови на ділянці водозабору у басейні річки Вільнянка.

Виходячи з мети дослідження, розраховані та обґрунтовані зони санітарної охорони, визначенні гідрогеологічні параметри та обґрунтовані вихідні дані для підрахунку експлуатаційних запасів, проведений підрахунок експлуатаційних запасів підземних вод.

В процесі виконання роботи вирішені наступні завдання:

- визначені види забруднень, які надходять до басейну річки Вільнянка та виявлені відповідні джерела;

- виконаний аналіз і узагальнені дані про геолого-гідрогеологічні та геолого-технічні умови досліджуваної території - ділянки свердловини №2009-ре;

- визначенні параметри геолого-гідрогеологічної захищеності підземних вод на ділянці свердловини №2009-ре та проведено розрахунок геологічної захищеності підземних вод за методикою Гольдбера;

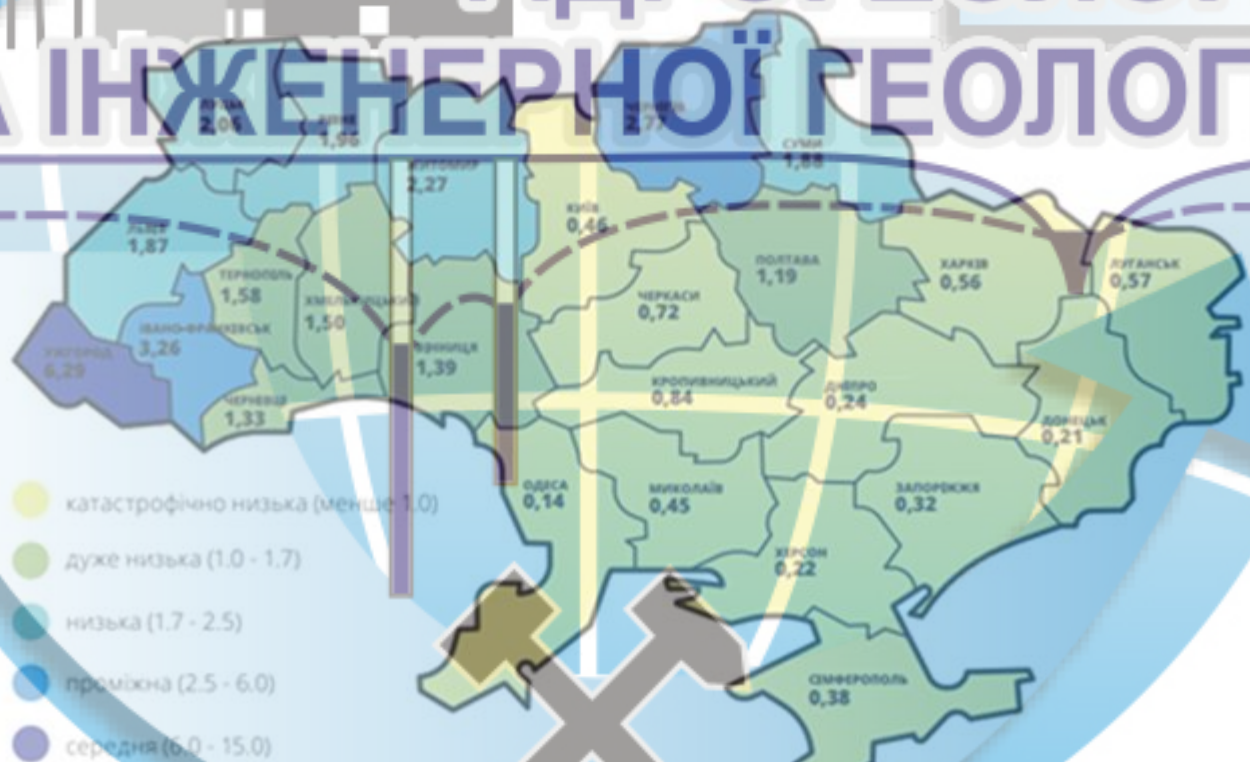
- виконаний розрахунок та надані обґрунтування зон санітарної охорони в радіусі свердловини №2009-ре;

- відповідно до розрахунків, надані рекомендації з підтримки екологічної безпеки межах басейну річки Вільнянка.

Незадовільне питне водопостачання становить реальну загрозу для генофонду нації і безпеки нашої країни. Екологічній безпеці систем господарсько-питного водопостачання властива недостатня вивченість і відсутність стрункої єдиної основи з системним урахуванням різноманітних факторів небезпеки. Для її успішного рішення необхідно шукати нові теоретичні та практичні підходи. Саме тому, у даній роботі і визначена мета обґрунтування екологічної безпеки водопостачання в межах басейну річки Вільнянка через вищенаведені завдання.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИЩЕНОСТІ ГЕОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ. ВИМОГИ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО, ГЕОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДОЗАБОРІВ

Техногенне забруднення охопило всю поверхневу гідросферу і проникає все глибше в підземну гідросферу, якісно виснажуючи ресурси екологічно чистих прісних вод. На сучасному етапі розвитку України, держава має один з найменших у Європі показників питомого водозабезпечення, актуальним є питання оцінки наявності та кількості залишкових ресурсів екологічно чистих вод, придатних для питного водопостачання (рисунк 1.1).



Рисунк 1.1 – Забезпеченість регіонів України місцевими водними ресурсами, тис. м³/рік на одну людину (за даними Ромащенко та ін., 2020 рік)

Наявний стан джерел питного водопостачання і забезпечення доступу

населення України до якісної води не відповідає сучасним і, тим більш, можливим майбутнім загрозам виникнення надзвичайних ситуацій. У зв'язку з цим актуальною є проблема забезпечення доступу населення до якісної питної води і мінімізація загроз виникнення надзвичайних ситуацій у сфері питного водопостачання [1].

Під впливом техногенних факторів відбувається зміна мінералогічного вигляду порід, їх міцності і фільтраційних властивостей, перетворення складу, якості, а так само фізичних властивостей природних вод, збільшення агресивності підземного середовища по відношенню до фундаментів споруд і т. д.

Ступінь і масштаби техногенезу для одного і того ж водоносного комплексу різні в залежності від характеру надходження забруднень і швидкості їх інфільтрації в підземні горизонти [2, 3]. Підземна гідросфера може бути досить добре захищена по відношенню до епізодичних і невеликих за кількістю скидів на земну поверхню. Це ж середовище може виявитися практично не захищеним в разі фільтрації забруднень з великих поверхневих сховищ відходів. Крім цього, підземна гідросфера може бути з більшою ймовірністю стійка по відношенню до речовин, які швидко розкладаються і добре сорбуються породою. У той же час захищеність гідросфери буде значно вище при інфільтрації стійких і погано сорбуємих речовин [4].

За масштабами впливу господарської діяльності на геологічне середовище техногенні гідрологічні системи можуть бути глобальними, регіональними і локальними. Нажаль, техногенні гідрологічні системи і їх ієрархія ще досить слабо вивчені.

Техногенна гідрологічна система має два гідрологічні впливи – «зверху» і «знизу».

Вплив «зверху» включає звичайні роботи, пов'язані освоєнням будь-яких територій, в даному випадку це будівництво і облаштування свердловини №2009-ре, а головне - експлуатацію промислового господарства. Забруднювачі - бурові і тампонажні розчини, бурові стічні води і шлам вибурених порід, продукти випробування свердловин. Найбільших збитків навколишньому середо-

вищу могли завдати аварійні викиди і відкрите фонтанування свердловин (розсолами).

Вплив «знизу» (з масиву гірських порід) пов'язаний з порушенням технологічних процесів (виток промивної рідини, катастрофічним поглинанням бурових розчинів в горизонти прісних вод і т.п.).

За особливостями забруднюючих речовин виділяють хімічне (неорганічне, органічне), біологічне (мікробне, водоростеве), радіоактивне і теплове забруднення. При проведенні пошуково-розвідувального буріння, в основному має місце хімічне забруднення, адже бурові розчини можуть стати основним джерелом забруднення надр. При цьому зона їх проникнення в пласт може бути досить значною. Хімічні реагенти, що знаходяться в промивній рідині, можуть підвищити мінералізацію і токсичність прісних питних і бальнеологічних вод; можуть бути носіями мікроорганізмів, для яких пластові умови є сприятливим середовищем для розмноження; в деяких випадках викликати незворотні реакції в пласті.

Техногенні зміни гідрогеологічних систем при розвідці і видобутку підземних вод відбуваються під впливом як «зверху» з земної поверхні, так і «знизу» - з самого масиву гірських порід. При будівництві свердловини №2009-ре основними джерелами забруднення «зверху» стали бурові і тампонажні розчини, бурові стічні води, шлам вибурених порід, продукти випробування свердловин. Для приготування бурових розчинів використовується велика кількість хімічних реагентів, багато з яких відносяться до особливо шкідливих. Ці відпрацьовані бурові розчини виключалися з технологічного процесу буріння, накопичувалися на території майданчика і підлягали утилізації або захороненню. Бурові стічні води, використані на виробничі потреби, зазвичай містять такі забруднювачі, як розсоли і мінеральні солі. При випробуванні свердловини №2009-ре, на поверхню виносилася пластова вода, звичайно високо мінералізована, яка є з сильно забруднюючим реагентами. Відпрацьовані бурові розчини, стічні бурові води і шлам, а в деяких випадках і продукти випробування свердловини, надходили в шламову комору.

При недостатній гідроізоляції дна і стінок, при руйнуванні обвалування комор або при їх переповненні, відбувається розтікання рідин, забруднення природних об'єктів, перш за все поверхневих водойм і водотоків, інфільтрація забруднювачів в верхні водоносні горизонти. Неліквідовані після закінчення буріння комори, із залишками в них розчинів, також служать потенційними забруднювачами водного середовища. Основним механізмом проникнення забруднювачів у підземні водоносні горизонти є інфільтрація.

Вплив промисловості на гідрогеологічні системи «знизу» могли бути пов'язані з наступним технологічним процесом. При бурінні частина промивної рідини надходила зі стовбура свердловини в водоносний горизонт, забруднюючи його. Іноді поглинання бурових розчинів носить катастрофічний характер. Особливо небезпечно було надходження розчину в горизонти прісних вод, що містився у верхній частині геологічного розрізу, і тому схильного до найбільш тривалого впливу бурових розчинів в процесі проходки свердловин на значну глибину.

Найбільш сильний вплив на підземні води може було надано при проходці горизонту прісних підземних вод. При виникненні позаштатної ситуації могло бути можливе забруднення підземних вод буровими розчинами і розсолами. Досить імовірні, також, міжпластові забруднюючі перетоки. Забруднення підземних вод могло також відбутися в результаті витоків високомінералізованих розсолів при аварійній ситуації. Вони фільтруються через зону аерації і досягають горизонту ґрунтових вод. За рахунок забруднюючих перетоків можуть забруднюватися також і нижчезалягаючі водоносні горизонти.

Небезпека представляла собою потрапляння забруднювачів в зону аерації безпосередньо над депресійною лійкою свердловини. Це можливо було в разі перетікання стічних вод з котлованів-відстійників разом з господарсько-побутовими стічними водами. З ґрунтових вод забруднення могло проникати в більш глибокий напірний водоносний горизонт. Цьому сприяло зниження напорів в глибоко залягаючих водоносних пластах, наявність «літологічних вікон» в їх покрівлі, дефектні свердловини та інше [5,6].

При типізації за умовами розвитку «знизу» головна увага приділяється процесам буріння та експлуатації пластів, що можуть вплинути на зміни в верхніх гідрогеологічних системах, враховуючи вплив надлишкових і аномальних тисків підземних вод.

Захищеність підземних вод «знизу» необхідно було враховувати при захороненні забруднюючих речовин в пласти. Актуальна проблема охорони підземних вод при похованні і скиданні стічних вод [7,8]. Захороненню підлягали стічні води, які не були використані і до яких не було застосовано будь-які способи очищення або знищення. Скидання стічних вод в поглинаючі горизонти дозволяється тільки після проведення спеціальних гідрогеологічних та санітарних досліджень, які доводять малу ймовірність впливу вод, що скидаються на водоносні горизонти, використовуються для водопостачання і в лікувальних цілях. У поглинаючих свердловинах вищезалягаючі горизонти повинні бути надійно ізольовані від забруднення стічними водами.

При проектуванні скидання стічних вод враховувалися наявність в розрізі поглинаючих горизонтів і зон (горизонтів-приймачів), а також встановлення можливості (або неможливості) перетоків через розділи (екрани або водотриви).

Захищеність підземних вод від забруднення визначаються перекриттям водоносного горизонту відкладеннями, переважно слабопроникними, що перешкоджають проникненню забруднюючих речовин з поверхні землі в підземні води. Зазвичай використовується двоступенева схема оцінки. Якісна оцінка враховує природні фактори захищеності і проводиться на регіональному рівні. На детальному етапі з урахуванням природних і техногенних факторів надається кількісна оцінка захищеності [9.10].

Захищеність підземних вод зони вільного водообміну можна визначити на основі чотирьох показників: глибини залягання рівня ґрунтових вод (потужність зони аерації); будови і літології порід цієї зони; потужності слабо проник-

них відкладень, що залягають над ґрунтовими водами; фільтраційні властивості відкладень поза зоною насичення. З усіх перерахованих показників найменший вплив на захищеність ґрунтових вод надає глибина залягання рівня, найбільший вплив - потужність і фільтраційні властивості слабопроникних порід під зоною аерації. На виробничому рівні перелік показників іноді зменшується до одного - потужності водотривких порід в зоні аерації.

Оцінку ступеня захищеності підземних вод можна дати на основі факторів захищеності, під якими розуміються природні бар'єри, що ускладнюють потрапляння в резервуар підземних вод забруднюючих речовин [11,12, 13,14]. Виділяємо сім показників захищеності підземних вод: 1 – властивості зони аерації; 2 – характеристика першого від поверхні регіонального водотриву; 3 – гідрогеодинамічна ізолюваність основного водоносного горизонту; 4 – особливості рослинного покриву; 5 – склад підземних вод; 6 – фільтраційні властивості порід; 7 – локальні особливості інтенсивної аерації.

Якісна оцінка захищеності підземних вод, як правило, враховує природні фактори і здійснюється шляхом присвоєння водоносному горизонтові певної кількості умовних балів або індексу, критерії визначення яких встановлено за відповідними методиками. Зазвичай, в основі оцінки лежить урахування таких найважливіших факторів, як потужність і літологічний склад порід зони аерації (для ґрунтових вод) і перекриваючих водотривких шарів (для міжпластових вод).

Для оцінки захищеності ґрунтових вод у даній роботі ми користуємось методикою Гольдберга [13-16]. Вона передбачає визначення суми балів, яка складається з балу за потужність всієї зони аерації та балів за кожний слабопроникний шар у будові зони аерації. Першу складову суми балів визначають за таблицею 1.1.

Таблиця 1.1

Градації глибин залягання рівня ґрунтових вод та кількість балів,
яка їм відповідає

Загальна потужність зони аерації, м	Бали
$h \leq 10$	1
$10 < h \leq 20$	2
$20 < h \leq 30$	3
$30 < h \leq 40$	4
$h > 40$	5

Далі, у складі зони аерації виділяють слабопроникні шари (з $K_f < 0,1$ м/добу), які відносять до однієї з трьох літологічних груп:

а – супіски, легкі суглинки ($K = 0,1 - 0,01$ м/добу)

б – суглинки ($K = 0,01 - 0,001$ м/добу)

с – важкі суглинки, глини ($K < 0,001$ м/добу)

Кожному слабопроникному шарові призначають певний бал, виходячи з його товщини та приналежності до однієї з груп (за таблицею 1.2).

Таблиця 1.2

Градації потужностей слабопроникних порід зони аерації та кількість балів,
яка їм відповідає

Потужність слабопроникних шарів, м	Бали			Потужність слабопроникних шарів, м	Бали		
	а	б	с		а	б	с
$m_0 \leq 2$	1	1	2	$12 < m_0 \leq 14$	7	10	14
$2 < m_0 \leq 4$	2	3	4	$14 < m_0 \leq 16$	8	12	16
$4 < m_0 \leq 6$	3	4	6	$16 < m_0 \leq 18$	9	13	18
$6 < m_0 \leq 8$	4	6	8	$16 < m_0 \leq 20$	10	15	20
$8 < m_0 \leq 10$	5	7	10	$m_0 > 20$	12	18	25
$10 < m_0 \leq 12$	6	9	12	-	-	-	-

Сума балів, що залежить від градації глибин, залягання ґрунтових вод, потужності слабопроникних порід та їх літології, визначають захищеність ГВ, яку виражено показником захищеності (ПЗ). За значенням ПЗ виділяється 6 категорій захищеності ґрунтових вод (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3

Категорії захищеності ґрунтових вод (за ПЗ)

Категорія	I	II	III	IV	V	VI
Σ балів	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	> 25

Проаналізувавши вищенаведені дані для оцінки захищеності ґрунтових вод за методикою Гольдберга, робимо висновок про захищеність зони аерації, виходячи з геологічного розрізу території свердловини №2009-ре. Доведено, що згідно з таблицею 1.1, глибина залягання ГВ відповідає третій градації (20-30 м), тобто відповідає 3 балам. За літологічними особливостями зони аерації (група b і c – таблиця 1.2) набирає ще 18 і відповідно 25 балів. Отже, сума складає 21 і 28 балів, що відповідає значенню ПЗ, відповідній категорії V. Така природна захищеність близька до високої і дозволяє припускати, що ґрунтові води добре захищені.

Якісну оцінку захищеності міжпластового горизонту можна виконати за такими умовними категоріями (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4

Категорії захищеності міжпластового горизонту

Категорія захищеності	Потужність перекриваючого водотривкого шару (глин), м
1. Захищені	> 10
2. Умовно захищені	3 – 10
3. Не захищені	< 3

Проаналізувавши вищенаведені дані для оцінки міжпластового горизонту підземних вод за методикою Гольдберга, робимо висновок по захищеності підземних вод. Виходячи з геологічного розрізу території свердловини №2009-ре, можна сказати, що згідно з таблицею 1.4, потужність перекриваючого водотривкого шару (мергелів) складає 20 м. Така природна захищеність відповідає категорії – захищені від техногенного впливу.

Якість питних вод визначається, як правило, наступними показниками: бактеріологічними, органолептичними і за хімічним складом.

Формування хімічного складу підземних вод на ділянці робіт знаходиться в тісному взаємозв'язку з історією геологічного і палеографічного розвитку, з геологічною будовою, гідрогеологічними умовами, літологічним складом порід, кліматичними і геоморфологічними особливостями.

Вимоги та нормативи складу і властивостей питної води визначають придатність її для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових і господарських потреб людини й охоплюють: безпеку води в епідемічному відношенні, нешкідливість хімічного складу, сприятливі органолептичні властивості, токсикологічну й радіаційну безпеку.

Перелік показників і нормативів якості питної води базуються на принципі не перевищення нормативних величин і значень фізичних, органолептичних, хімічних, мікробіологічних, токсикологічних і радіаційних показників для питних вод, установлених у відповідних стандартах [17].

Перелік показників якості питної води, призначеної для споживання людиною, визначають у відповідному стандарті [18] залежно від джерела водопостачання, вторинного забруднення внаслідок застосування реагентів у процесі водопідготовки.

Вимоги щодо якості води охоплюють 82 показники, які подано 10 окремими групами: 1 група — 8 мікробіологічних показників; 2 група — 1 вірусологічний показник; 3 група — 2 паразитологічні показники; 4 група — 1 мікологічний показник; 5 група — 4 показники рівня токсичності; 6 група — 2 показники радіаційної безпеки; 7 група — 4 органолептичних показники; 8 група

— 17 хімічних показників якості, що впливають на органолептичні властивості питної води: 9 група — 30 токсикологічних показників нешкідливості хімічного складу (з них: 22 неорганічних, 6 органічних компонентів і 2 інтегральних показники); 10 група — 13 речовин, що утворюються і надходять у питну воду під час водопідготовки.

За мікробіологічними, вірусологічними й паразитологічними показниками питна вода має відповідати вимогам, наведеним у таблицях 1.5—1.8, і нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таблиця 1.5

Мікробіологічні показники якості питної води

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання (нефасована і фасована)
1	Число бактерій в 1 см ³ води, що досліджують (ЗМЧ) за 37 °С	КУО/см ³	100 ¹⁾	20 ¹⁾
2	Число бактерій в 1 см ³ води, що досліджують (ЗМЧ) за 22 °С	КУО/см ³	Не визначають	20 ¹⁾
3	Число бактерій групи кишкових паличок (коліформних мікроорганізмів) 1 дм ³ води, що досліджують (індекс БГКП)	КУО/дм ³	3 ²⁾	Відсутність ²⁾
4	Число термостабільних кишкових паличок (фекальних коліформ – індекс ФК) у 100 см ³ води, що досліджують	КУО/100 см ³	Відсутність ³⁾	Відсутність ³⁾

Продовження таблиці 1.5

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання (нефасована і фасована)
5	Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм ³ води, що досліджують	КУО/дм ³	Відсутність ³⁾	Відсутність ³⁾
6	Число поліфагій в 1 дм ³ води, що досліджують	БУО/дм ³	Відсутність ³⁾	Відсутність ³⁾
7	Спори сульфиторудувальних кластридій	Наявність (чисельність)/20 см ³	Відсутність ⁴⁾	Відсутність ⁴⁾
8	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КУО/дм ³	Не визначають	Відсутність
<p>¹⁾Перевищення нормативу не допускають для 95 % проб води у водопостачальній мережі, що досліджують протягом року.</p> <p>²⁾Перевищення нормативу не допускають для 98 % проб води у водопостачальній мережі, що досліджують протягом року. У разі перевищення індексу БГКП на етапі ідентифікацій колоній, що вирости, додатково проводять дослідження на наявність фекальних колиформ.</p> <p>³⁾За наявності у пробі води колиформних бактерій та/чи колифагів їхню кількість терміново визначають у повторно відібраних пробах води. Якщо в цих відібраних пробах буде визначено загальні колиформні бактерії у кількості > 2/100 см³ і/чи термостабільні колиформні бактерії, і/чи колифаги, визначають патогенні бактерії кишкової групи і/чи ентеровіруси. Дослідження питної води на наявність патогенних бактерій кишкової групи та ентеровірусів проводять також за рішенням відповідних органів у разі виникнення епідемічної ситуації</p> <p>⁴⁾Контролювання здійснюють на виході зі станції підготування питної води в разі використанні поверхневих джерел водопостачання або підземних, які мають гідравлічний зв'язок з поверхневою водою: у перехідний період щороку до контролювання долучають показник – спори сульфиторудувальних кластридій, з нормативом - «Відсутність/20 см³»</p>				

Таблиця 1.6

Паразитологічні показники якості питної води

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання(нефасована і фасована)
1	Число патогенних кишкових найпростіших у 50дм ³ води, що досліджують	(Клітини, цисти)/50 дм ³	Відсутність ¹⁾	Відсутність ¹⁾
2	Число кишкових гельмінтів у 50 дм ³ води, що досліджують	(Клітини, яйця, личинки)/50 дм ³	Відсутність ¹⁾	Відсутність ¹⁾

¹⁾ Визначають один раз на рік під час повного аналізу води та за епідоказником

Радіаційну безпеку питної води визначають за допустимими рівнями, наведеними у таблиці 1.7

Показники радіаційної безпеки питної води

Таблиця 1.7

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання(нефасована і фасована)
1	Сумарна об'ємна активність α -випромінювачів ($\Sigma\alpha$ -активність) ¹⁾	БК/дм ³	0,1	0,1
2	Сумарна об'ємна активність β -випромінювачів ($\Sigma\beta$ -активність) ¹⁾²⁾	БК/дм ³	1,0	1,0

Продовження таблиці 1.7

(1 Бк $\Sigma\beta$ -активності відповідає вмісту 35,4 мг К*/дм³ у воді). Тому $\Sigma\beta$ -активністю ≥ 1 Бк/дм³ необхідно в першу чергу визначити вміст калію атомно-емісійною спектроскопією, а далі проводити детальні радіологічні дослідження (залежність між питомою бета-активністю досліджуваних проб і концентрацією в них калію пряmolінійна, у природній суміші ізотопів калію радіоактивного ⁴⁰К міститься 0,0119 %)

За органолептичними показниками і хімічними показниками якості, що впливають на органолептичні властивості, питна вода має відповідати нормативам, наведеним у таблицях 1.8 – 1.9, і нормам ДСанПін 2.2.4-171-10.

Таблиця 1.8
Органолептичні показники якості питної води

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання(нефасована і фасована)
1	Запах за 20°C Запах під час нагрівання до 80°C	Бали	2	0
			2	1
2	Смак і присмак	Бали	2	0
3	Кольоровість	Градуси	20(35) ¹⁾	5
4	Каламутність	НОК	1,0	0,5
			2,6	

¹⁾Величину зазначену в дужках, може бути встановлено за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану населеному пункті і технології підготування питної води, яку застосовують у разі, коли інші джерела питного водопостачання недоступні

²⁾Для підземного водного джерела

Таблиця 1.9

Хімічні показники якості, що впливають на органолептичні властивості питної

води

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання (нефасована і фасована)
Неорганічні компоненти				
1	Водневий показник (рН) у межах	Одиниці рН	6,5-8,5	6,5-8,5
2	Сухий залишок (мінералізація) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	1000(1500) ¹⁾	1000 200-500
3	Жорсткість загальна оптимальна величина, у межах	моль/дм ³	7(10) ¹⁾	7 1,5-7
4	Лужність загальна оптимальна величина, у межах	моль/дм ³	Не визначають	6,5 0,5-6,5
5	Сульфати	мг/дм ³	250(500) ¹⁾	150
6	Хлориди	мг/дм ³	250(350) ¹⁾	150
7	Залізо загальне (Fe)	мг/дм ³	0,1(1) ¹⁾	Відсутність
8	Марганець (Mn)	мг/дм ³	0,05(0,5) ¹⁾	Відсутність
9	Мідь (Cu)	мг/дм ³	1	відсутність
10	Цинк (Zn)	мг/дм ³	1	відсутність
11	Калій (Ca) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	130 25-75

Продовження таблиці 1.9

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання(нефасована і фасована)
11	Калій (Ca) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	130 25-75
12	Магній (Mg) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	80 10-50
13	Натрій (Na) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	200	200 2-20
14	Калій (K) оптимальний вміст, у межах	мг/дм ³	Не визначають	20 2-20
Органічні компоненти				
15	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,1	Відсутність
16	Феноли легкі	мг/дм ³	0,001	Відсутність
17	Хлорфеноли	мг/дм ³	0,0003	Відсутність
¹⁾ Величину зазначено в дужках, може бути встановлено за постановою відповідного органу на відповідній території для конкретної системи водопостачання на основі оцінювання санітарно-епідемічного стану населеному пункті і технології підготовки питної води, яку застосовують у разі, коли інші джерела питного водопостачання недоступні				

За токсикологічними показниками нешкідливості хімічного складу вода має відповідати нормативам наведеним у таблиці 1.10, нормам ДСанПін 2.2.4-171-10.

Таблиця 1.10

Токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу питної води

№	Назва показників	Одиниці вимірювання	Норматив, не більше ніж	
			Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого водопостачання (нефасована і фасована)
Неорганічні компоненти				
1	Алюміній	мг/дм ³	0,2(0,5)	Відсутність
2	Барій	мг/дм ³	0,1	0,1
3	Бор	мг/дм ³	0,5	Відсутність
4	Кадмій	мг/дм ³	0,001	Відсутність
5	Кобальт	мг/дм ³	0,1	Відсутність
6	Миш'як	мг/дм ³	0,01	Відсутність
7	Нікель	мг/дм ³	0,02	Відсутність
8	Нітрати	мг/дм ³	50	5
9	Нітрити	мг/дм ³	0,5(0,1)	0,02
10	Ртуть	мг/дм ³	0,0005	Відсутність
11	Свинець	мг/дм ³	0,01	Відсутність
12	Стронцій	мг/дм ³	7	2
13	Хром загальний	мг/дм ³	0,05	Відсутність

З метою визначення якості питної води та хімічного складу і їх змін в процесі відкачки були відібрані дві проби води: одна на скорочений аналіз через добу після початку відкачки, друга на повний аналіз в кінці відкачки, крім цього відібрані проби на визначення урану, радону, радію. Проби відбиралися згідно існуючого ДСТУ7525:2014 і всі показники якості води відповідають нормі. Результати хімічного аналізу представлені у [31].

2 АНАЛІЗ ВИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ТА МОЖЛИВИХ СХЕМ ЇХ НАДХОДЖЕННЯ ДО ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ

Вивчення екологічної безпеки води є надзвичайно важливим, оскільки 80% усіх хвороб та третина смертельних випадків викликані споживанням неякісної води [19].

Забруднення прісних підземних вод визначається техногенними та природними факторами. До техногенних факторів належать: джерела забруднення і приурочені до них забруднюючі речовини, відбір підземних вод, видобуток корисних копалин і будівельні роботи. Природними факторами є: геолого-гідрогеологічні умови, мінералізовані підземні і поверхневі води, взаємозв'язок підземних вод з поверхневими, рівень забруднення навколишнього природного середовища (поверхневих вод, атмосфери і атмосферних опадів, ґрунту), геоморфологічні умови, рослинний покрив. В даному розділі будуть розглядатися техногенні фактори [15].

Вивчення екологічної безпеки води є надзвичайно важливим, оскільки 80% усіх хвороб та третина смертельних випадків викликані споживанням неякісної води.

Джерела забруднення прісних підземних вод пов'язані з об'єктами, що дають великі кількості відходів; транспортування, очищення, переробки, зберігання і утилізації відходів; видобутку корисних копалин; зберігання транспортування та використання нафти і нафтопродуктів, хімічних реагентів, отрутохімікатів, а також з викидами відходів у поверхневі водні об'єкти, атмосферу і не призначені для цих цілей свердловин.

Забруднення підземних вод може відбуватися по всій території промислового майданчика, але найбільш сильно воно поблизу поверхневих сховищ промислових і побутових відходів (шламонакопичувачі, природні та штучні басейни-накопичувачі і випарники промислових і побутових стічних вод, хвостосховища, солі відвалів, золовідвали, великі звалища сміття). Ці сховища відходів, а також поля фільтрації, куди стічні води скидають для природного очи-

щення, і поля зрошення стічними водами вважаються головними джерелами забруднення підземних вод.

На таких ділянках відбувається інтенсивна і зосереджена інфільтрація стічних вод, які потрапляють в горизонт ґрунтових вод і формують там область інтенсивного забруднення підземних вод.

Серед джерел забруднення підземних вод, пов'язаних з сільським господарством, слід відзначити: великі тваринницькі господарства, і перш за все поля зрошення їх стоками; сільськогосподарські майданчики, оброблювані отрутохімікатами і добривами; великі птахофабрики; ділянки зберігання силосу.

Важливим техногенним чинником, що сприяє, а в ряді випадків і обумовлює забруднення підземних вод, є їх інтенсивний відбір. Особливо значний відбір підземних вод проводиться на централізованих водозаборах господарського питного призначення.

В результаті експлуатації підземних вод формуються великі депресивні воронки і в область живлення водозбору залучаються природні мінералізовані підземні води з експлуатованого або суміжних водоносних горизонтів, природні мінералізовані поверхневі води, підземні і поверхневі води, забруднені речовинами техногенного походження. З відбором підземних вод в прибережних районах пов'язані інтрузія морських вод в горизонти прісних підземних вод і їх засолення.

Таке ж погіршення якості прісних підземних вод може бути обумовлено відбором підземних вод в зв'язку з осушенням території, водозниженням при будівництві, шахтним і рудниковим водовідливом.

При видобутку корисних копалин може відбуватися порушення суцільності водотривких шарів і внаслідок цього погіршення умов захищеності підземних вод. Шахтні і рудні води, що відкачуються, зазвичай відрізняються підвищеними мінералізацією або змістом окремих забруднюючих речовин, і скидання таких вод на поверхню землі може привести до забруднення неглибоко залягаючих горизонтів прісних підземних і, перш за все, ґрунтових вод.

З будівництвом, що супроводжується значним обсягом земляних і розкривних робіт, пов'язане погіршення природних умов захищеності горизонту ґрунтових вод, а в ряді випадків і першого від поверхні напірного водоносного горизонту і їх забруднення.

Тут слід привести класифікацію забруднюючих речовин. Речовини, що погіршують якість води в порівнянні з її природним станом і нормами водокористування, називаються забруднюючими. Вони містяться насамперед у відходах, що утворюються в результаті господарської діяльності людини - промислових, комунальних, сільськогосподарських. Ці відходи накопичуються на поверхні землі, і звідти рідка їх фаза проникає в підземні води. Забруднюючими можуть бути і багато корисних речовин, особливо такі, як нафта та її похідні, пестициди, мінеральні добрива, хімічні реагенти та інші кінцеві продукти промислового виробництва. Нарешті, підземні води можуть забруднюватися природними некондиційними водами. Останні впроваджуються в водоносний горизонт в процесі відбору підземних вод,

Таким чином, основними забруднюючими підземні води речовинами за генетичною ознакою є: а) промислові відходи, включаючи викиди автотранспорту; б) комунальні відходи; в) забруднюючі речовини сільського господарства; г) нафта і нафтопродукти; д) природні некондиційні води; е) води шахтного та рудничного водовідливу. У забруднюючі речовини сільського господарства входять як відходи (переважно тваринницькі), так і корисні агрохімічні продукти-пестициди і мінеральні добрива.

За своїм фізичним станом забруднюючі речовини підрозділяються на тверді, рідкі та газоподібні. Всі три категорії мають місце в промислових відходах: майже виключно газоподібні забруднюючі речовини містяться у викидах автотранспорту, переважно тверді і рідкі - в комунальних, а також сільськогосподарських відходах.

Основне значення в забрудненні підземної гідросфери мають рідкі речовини, які шляхом фільтрації проникають в водоносні горизонти. Тверді відходи та речовини впливають на підземні води, розчиняючись і частково переходячи

в рідку фазу при випаданні атмосферних опадів або під впливом поверхневого стоку. Важливе значення в забрудненні природного середовища та підземної гідросфери мають газоподібні речовини, які на відміну від рідких і тим більше твердих речовин поширюються на велику площу і впливають на підземні води в регіональному масштабі, хоча і зі значно меншим ступенем інтенсивності. Газоподібні речовини потрапляють в підземні води з осідаючого на поверхню землі пилу, з забрудненими дощовими опадами і зі снігового покриву.

За хімічними ознаками забруднюючі речовини, головним чином рідкі, можуть бути розділені на наступні групи: 1) містять переважно неорганічні сполуки; 2) містять переважно органічні сполуки; 3) містять неорганічні і органічні сполуки; 4) містять важкі метали; 5) містять радіоактивні речовини.

До першої групи належать стічні води підприємств содової, калійної промисловості, підприємств з виробництва мінеральних добрив, кислот і ряду інших хімічних виробництв, а також природні некондиційні, шахтні і рудні води; до другої групи - нафта і нафтопродукти, пестициди, стічні води підприємств анілінофармацевтичної і фармацевтичної промисловості, виробництва штучних матеріалів та ін.; в третій групі - стічні води нафтопереробних, коксохімічних і металургійних заводів, підприємств целюлозно-паперової промисловості, комунальні стічні води; до четвертої групи - стічні води гірничо-збагачувальних фабрик, гальванічних цехів; до п'ятої - стічні води підприємств по переробці радіоактивної сировини та атомної енергетики.

Стічні води за ступенем забруднення і вмістом токсичних речовин (показник - кратність їх розведення до ГДК по найбільш токсичній компоненту) поділяються на три групи: високотоксичні - розведення понад 1010 разів; середньо токсичним - від 105 до 1010 разів; слаботоксичні - від 102 до 105 разів. Ознака кратності розбавлення може бути використана для характеристики стічних вод по інтенсивності їх забарвлення і запаху.

По стійкості забруднюючі речовини можуть бути не розкладаючимися (наприклад, хлориди), дуже стійкими - час розпаду більше 10 років, стійкими -

від 1 року до 10 років, нестійкими - від 1 місяця до 1 року, вельми нестійкими - менше 1 місяця.

Забруднюючі підземні води речовини поділяються також на консервативні (хлор, кальцій) і неконсервативні (органічні сполуки, катіонні форми металів). До перших відносяться речовини, які не вступають у взаємодію з породою, до других - взаємодіючі з породою.

Розглянуті вище речовини проникають в водоносні горизонти у вигляді розчинів і викликають забруднення підземних вод, яке можна поділити на такі види: хімічне, бактеріальне (або мікробне), теплове [16].

Існує також радіоактивне забруднення. Іноді говорять також про механічне забруднення (або засмічення), розуміючи під ним наявність в підземних водах нерозчинних речовин (механічних домішок), але підземним водам цей вид забруднення не властивий.

2.1 Види забруднень і їх вплив на підземні води

Хімічне забруднення. Цей вид забруднення викликається практично всіма розглянутими вище забруднюючими речовинами за винятком теплообмінних вод і радіоактивних речовин. Але основну роль в його виникненні грають промислові відходи. Хімічне забруднення проявляється в збільшенні в порівнянні з фоновим мінералізації підземних вод, зростанні концентрацій (по відношенню до фонових), що містяться в підземних водах макро- і мікрокомпонентів, появи в підземних водах невластивих їм мінеральних і органічних сполук і збільшенні їх вмісту в часі. Його можуть супроводжувати інтенсивне забарвлення води, запах, підвищена температура [20, 21,22].

Забруднення хлоридами . Викликається різними відходами, головним чином промисловими, природними некондиційними, копальневими і шахтними водами, високомінералізованими водами глибоких горизонтів, що виходять на поверхню. Найбільш показовим в цьому плані є забруднення прісних підземних вод стічними водами заводів з виробництва соди, калійних добрив і ряду інших

виробництв, а також засолення прісних підземних вод в прибережних районах морськими водами.

Зазначені стічні води, що представляють собою висококонцентровані розчини хлориду, і морські води мають більшу щільність, ніж прісні води. Потрапляючи в водоносний горизонт, важчі розчини хлориду осідають, опускаючись до підшви пласта. Внаслідок цього область забруднення хлоридами тяжіє переважно до нижньої частини водоносного горизонту.

Хлориди добре розчиняються у воді і утворюють з нею систему розчинних рідин. Це стійкі речовини, які не розкладаються і не сорбуються, та мають високу міграційну здатність. Тому хлориди можуть поширюватися по водоносного горизонту на значні відстані і утворювати великі по протяжності і по площі області забруднення.

Нітратне забруднення. Переважно пов'язано із сільськогосподарською діяльністю, хоча помітну роль в його виникненні грають також промислові та комунальні відходи. Воно найбільш часто зустрічається в районах інтенсивного сільськогосподарського освоєння. Основною причиною його утворення тут є мінеральні добрива і відходи великих тваринницьких комплексів. Вплив останніх набуває все більшого значення, і тваринницькі комплекси стають великим джерелом забруднення підземних вод азотистими сполуками. У підземних водах вони зустрічаються в основному в трьох формах - амонійний, нітритній і нітратній.

Нітратний азот є кінцевим продуктом в ланцюжку послідовних перетворень азоту при його окисненні. Процес нітрифікації, в результаті якого нітритна форма азоту переходить в нітратну, триває порівняно недовго, до 1 -1,5 місяців, але він може сповільнюватися або прискорюватися в залежності від температури і зміни гідрогеохімічної обстановки водоносного горизонту. При міграції азотистих сполук відбуваються і зворотні процеси-денітрифікація, в результаті якої нітратний азот відновлюється до нітритного і амонійного. В умовах відновлювального середовища в водоносному горизонті процеси нітрифікації сповільнюються або припиняються. У такій обстановці амонійний азот може збері-

гатися протягом тривалого часу і не переходити в нітратний. Однак і амонійний, і нітритний азот є проміжними, нестійкими формами. В кінцевому підсумку вони переходять в найбільш стійку форму - нітратний азот, і саме в цій формі відбувається переважне накопичення азоту в підземних водах. але він може сповільнюватися або прискорюватися в залежності від температури і зміни гідрогеохімічної обстановки водоносного горизонту.

Нітрати добре розчиняються у воді, відрізняються порівняно невеликою сорбіруемістю. Вони можуть мігрувати по водоносного горизонту на значну відстань.

Відмінною особливістю знаходження азотистих сполук в підземних водах є те, що поряд з основним їх перетворенням від амонійної форми до нітратної можливий і зворотний, відновлювальний процес. Це обумовлює мінливість їх знаходження в підземних водах, яка проявляється не тільки по шляху їх міграції, а й в залежності від пори року [20, 21, 22].

Бактеріальне забруднення. У відходах, особливо комунальних та сільськогосподарських, містяться різні мікроорганізми, які при попаданні в водоносний горизонт змінюють біологічні властивості і погіршують санітарний стан води. Під бактеріальним, або мікробним, забрудненням підземних вод розуміється їх збільшення вмісту, у порівнянні з природним станом патогенних і санітарно-показових мікроорганізмів. До санітарно-показових мікроорганізмів відносяться бактерії групи кишкової палички, ентерокок. Патогенними, або хвороботворними, мікроорганізмами називаються бактерії, що викликають появу інфекційних захворювань. До патогенних мікроорганізмів відносяться ентеробактерії (шигелі та сальмонели), бактеріофаг, ентеровіруси (вірус поліомієліту). Особливе значення для мікробіологічної характеристики води мають бактерії групи кишкової палички.

Бактеріальне забруднення є частиною більш загального біологічного забруднення, яке, крім бактерій, може викликатися водоростями, вірусами та іншими представниками мікрофлори і мікрофауни. Відомі випадки появи в під-

земних водах і водозабірних спорудах, які експлуатують водоносні горизонти поблизу мілководних водоймищ, залізобактерій і синьо-зелених водоростей.

Основною особливістю бактеріального забруднення є обмеженість його поширення всередині водоносного горизонту. Це обумовлено порівняно невеликим часом виживання бактерій в підземних водах. Час виживання бактерій залежить від різних чинників: їх кількісного вмісту в воді, швидкості фільтрації, геохімічної обстановки, температури, наявності у воді інших забруднюючих речовин. Так, час виживання окремих патогенних бактерій в залежності від їх щільності в воді при температурі 4-6 ° С становить: для сальмонел черевного тифу при щільності 10² (кількість мікробних тіл в 1 л води) приблизно 50 діб, а при щільності 10⁴ до 120 діб; шигелл дизентерії при щільності 10² і 10⁴ відповідно 170 і більше 300 діб.

Цікаво відзначити, що додаються в воду хімічні забруднюючі речовини (детергенти, нафтопродукти) на рівні їх ГДК практично ніякого впливу на час виживання бактерій не роблять. У той же час збільшення вмісту детергенту до 5 мг/л в присутності фенолів і нафтопродуктів продовжувало життя бактерій і сприяло їхньому розмноженню. Обмежена дальність поширення бактерій в підземних водах залежить від їх поглинання породою, тобто від сорбції. Будучи поглиненими породою, бактерії можуть зберігати свою хвороботворну здатність протягом більш тривалого часу, ніж у вільному стані.

В цілому внаслідок обмеженого часу виживання і процесів поглинання область бактеріального забруднення носить у водоносному горизонті тимчасовий і локальний характер [20, 21, 22].

Теплове забруднення. Одним з видів забруднення підземних вод є теплове, що виявляється в підвищенні їх температури в порівнянні зі звичайною (фоновою). Зі зміною температури підземних вод пов'язана зміна їх хімічного складу, вмісту газу і особливо кисню, зміна їх біологічних властивостей і смакових якостей.

Теплове забруднення зумовлене різними причинами, з яких можна виділити дві головні: формування в районах великих промислових підприємств,

особливо енергетичних (теплові, атомні електростанції і ін.), а також міст теплових аномалій в навколишньому середовищі; скидання на поверхню землі нагрітих промислових і комунальних стічних вод. У першому випадку сформована в навколишньому природному середовищі позитивна температурна аномалія захоплює також надра землі, внаслідок чого відбувається нагрівання підземних вод. У другому випадку нагріті стічні і теплообмінні води, що фільтруються з поверхні землі, проникають в водоносний горизонт і створюють там область підвищеної температури, тобто область теплового забруднення. У більшості випадків обидві причини діють спільно і одночасно.

Значні зміни температурного режиму підземних вод (на кілька градусів) обумовлені не тільки окремими промисловими підприємствами, а й населеним пунктом в цілому.

У метеорологічній літературі використовується вираз «острів тепла», яким позначається позитивна температурна аномалія в атмосфері, яка утворюється в районі міста. Можна говорити, що на території великих населених пунктів формується «острів тепла» як в атмосфері, так і в надрах.

Найбільш інтенсивні зміни температурного режиму і теплові забруднення підземних вод пов'язані з великими промисловими підприємствами, так як їх стічні води часто мають підвищену температурою. Так, стічні води виробництва окису етилену, синтетичних жирних кислот характеризуються температурою 90-95 ° С; стічні води содових заводів (дистилерна рідина) мають температурою 50-70 ° С. Для деяких видів відходів та стоків атомних електростанцій характерно підвищення їх температури з плином часу (саморозігрів).

Серед промислових стічних вод велику питому вагу мають нагріті теплообмінні води, скидання яких на поверхню землі, в поверхневій водойми та річки призводить до теплового забруднення підземних і поверхневих вод.

Кількість теплообмінних вод буде зростати в часі, особливо в зв'язку з розвитком атомної енергетики.

Теплове забруднення найбільш часто зустрічається в ґрунтових водах, але воно може також відзначатися і в глибоких водоносних горизонтах. У ґрунто-

вих водах воно виникає в результаті інфільтрації з поверхні землі стічних вод, а в глибоких водоносних горизонтах - внаслідок закачування в них стічних вод, створення підземних сховищ різного призначення, теплового впливу на пласт при видобутку нафти. Найбільш значні теплові аномалії формуються під великими поверхневими сховищами стічних вод. Розширення в часі області теплового забруднення в підземних водах відбувається внаслідок конвективного переносу нагрітих вод, а також молекулярної (кондуктивної) теплопровідності. При цьому конвективна складова теплопереносу має переважне значення в горизонтальному напрямку в пласті і в вертикальному - безпосередньо під сховищем стоків, а роль кондуктивної складової зростає в вертикальному напрямку за межами сховища стоків при поширенні тепла через слабопроникні водотривкі відкладення. Тепло передається вгору в зону аерації і в водотрив, що розділяє ґрунтові і напірні води, а також безпосередньо в ґрунтові води по лінії контакту стічні-ґрунтові води.

У глибоких водоносних горизонтах джерело теплового забруднення розширюється під впливом закачування промислових стічних вод через нагнітальні свердловини. Втрати тепла відбуваються в слабопроникних водотривких товщах, в покрівлі і підшві пласта, а також в місці контакту закачування стічних і підземних вод. У глибоких горизонтах, підземні води яких можуть мати природну досить високу температуру, більшу, ніж захороненні стічні води, може виникнути також «негативне» потепління, тобто забруднення, що характеризується більш низькою температурою в порівнянні з температурою пластових вод. В цьому випадку область негативного теплового «забруднення» буде поглинати тепло з водоносного горизонту і перекриваючих його водотривких порід.

Але в більшості випадків потепління характеризується підвищенням температури підземних вод. Які ж його наслідки? Підвищення температури може становити до 5-10 ° С і більше проти фонові температури підземних вод і в першу чергу ґрунтових. Підвищення температури в свою чергу викликає зміну газового та хімічного складу підземних вод, розчинення одних речовин і випа-

дання в осад інших внаслідок порушення гідрогеохімічної рівноваги в системі вода-порода, розвиток мікрофлори і мікрофауни. Так, зростання температури води знижує вміст розчиненого в ній кисню. Зменшення вмісту кисню відбувається також в результаті збільшення його поглинання з боку бактерій і флори, на розмноження яких сприятливо впливає підвищення температури води.

У водах, які зазнали теплового забруднення, зменшується вміст і інших газів, зокрема вуглекислого газу, азоту. У підземних водах, багатих розчиненим бікарбонатом, нагрівання може призвести до випадання в осад карбонату кальцію. Характерним наслідком збільшення температури води є значне зростання в ній біомаси, особливо водоростей, що виражається в «цвітінні» води. З ростом температури води внаслідок теплового забруднення збільшується розчиняюча здатність води, що може інтенсифікувати карстово-суфозійні процеси.

Зміна температури води впливає на токсичність в ній забруднюючих речовин. Так, згідно з вітчизняними і зарубіжними даними, при підвищенні температури води від 15 до 25 °С токсичність цинку зростає майже в 3 рази; з підвищенням температури збільшується токсичність ціанідів (вміст їх характерний для стічних вод металургійних заводів) і окремих пестицидів, наприклад гексахлорану.

Теплове забруднення підземних вод у багатьох випадках поєднується з хімічним забрудненням, так як стічні води здебільшого, крім вмісту забруднюючих речовин, характеризуються підвищеною температурою. Тому на ділянках, де одночасно має місце і теплове, і хімічне забруднення, можна очікувати прояви підвищеної токсичності речовин, що містяться в підземних водах [20, 21, 22, 23].

3 ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Геологічна будова

В геологічній будові району робіт беруть участь кристалічні породи докембрію, на нерівній поверхні яких залягає осадова товща, представлена крейдяними, палеогеновими, неогеновими та четвертинними утвореннями (рис. 3.1) [32].

Кристалічні відклади докембрію (AR-PR). Кристалічні відклади в районі робіт залягають на глибині від 90,0 до 158 м і більше. Представлені мігматитами, гнейсами, гранітами, каолінізованими відкладами кори вивітрювання. Перекриваються потужною верствою мезокайнозойських утворень.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре кристалічні відклади не розкриті.

Крейдяні відклади (K). Найбільш стародавніми відкладами, що перекривають кору вивітрювання є відклади крейдяної системи.

Нижні крейдяні відклади (K₁). Нижні крейдяні відклади поширені тільки в південній частині району, залягають на кристалічних породах докембрію.

Представлені нижні крейдяні відклади темно-сірими глинами, слабо глинистими сірими пісками розкритою середньою потужністю 16,7м, залягають на глибині від 58 до 64м м. Перекриваються нижні крейдяні відклади верхніми крейдяними відкладами.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре нижні крейдяні відклади відсутні.

Верхні крейдяні відклади (K₂). Верхні крейдяні відклади мають повсюдне поширення. Залягають на кристалічних відкладах, а в південній частині району - на породах нижньої крейди. Представлені, в основному, морськими фаціями: пісковиками, мергелями, пісками, алевритами, опокою. Глибина залягання від-

кладів змінюється від 40,4 до 119,0м. Загальна потужність їх складає від 25 до 83 м.



Рисунок 3.1 – Геологічна будова Запорізької області

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре верхньокрейдяні відклади представлені сірими, світло-сірими дрібнозернистими, тонко-дрібнозернистими пісковиками, світло-сірими мергелями, сірими дрібнозернистими пісками розкритою загальною потужністю 82,5 м. Залягають на кристалічних відкладах докембрію на глибині 69,5м. Перекриваються бучакськими відкладами.

Палеогенові відклади (P). Палеогенова система представлена бучакськими, та нерозчленованими еоцен-олігоценовими відкладами.

Бучакські породи (P_{2bc}). Бучакські відклади мають, майже, повсюдне поширення, виключення становлять крайня північна та південна частини району. Залягають на відкладах верхньої крейди. Перекриваються верхніми еоценово-олігоценовими відкладами. Представлені пісками, глинами, алевритами, каолінами. Глибина залягання відкладів змінюється від 44,0 до 100,0 м. Загальна потужність їх складає від 14,5 до 49,4м.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре бучакські відклади представлені сірими дрібнозернистими пісками, глинистими пісками, щільними глинами загальною потужністю 20,0м. Залягають на відкладах верхньої крейди на глибині 53,0 м. Перекриваються олігоценовими відкладами.

Верхні еоценово-олігоценові відклади (P₂₋₃). Верхні еоценово-олігоценові відклади мають повсюдне поширення за виключенням південної частини району. Залягають на бучакських відкладах, а в місцях їх відсутності - на породах верхньої крейди. Глибина залягання становить від 32,8 до 88,0 м. Представлені глинами з прошарками пісковиків, пісками, глинами, пісковиками, каолінами загальною потужністю від 4,0 до 41,7 м.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре розкриті олігоценові відклади, верхні еоценові відклади відсутні. Відклади олігоцену представлені світло-сірими щільними піскуватими глинами з прошарками пісковіку потужністю 20,2 м. Залягають на бучакських відкладах на глибині 32,8 м. Перекриваються відкладами полтавського регіонів ярусу.

Неогенові відклади (N). Дані відклади в районі робіт мають повсюдне поширення, виключення становлять долини річок та крупних балок, де вони част-

ково розмиті. Представлені відкладами полтавського, сарматського ярусів та верхніми пліоценовими червоно-бурими глинами.

Полтавські відклади (N_{1pl}) мають повсюдне поширення. Залягають відклади регіону русу на верхніх еоценово-олігоценових відкладах, верхньої крейди, глибина залягання складає від 6,3 до 60,0 м.

Покриваються відкладами сарматського ярусу, а в місцях їх відсутності - червоно-бурими глинами або четвертинними відкладами. Відклади полтавського регіону русу складені дрібно-різнозернистими пісками, глинами, вапняками, пісковиками, каолінами загальною потужністю від 1,7 до 29,5 м.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре відклади полтавського регіону ярусу, представлені жовтими дрібнозернистими пісками потужністю 12,8 м. Залягають на верхніх еоценово-олігоценових відкладах на глибині 20,0 м. Перекриваються верхні пліоценовими червоно-бурими глинами.

Сарматські відклади (N_{1s}) мають значне поширення. Відсутній в долинах крупних балок і в долинах річок Вільнянка та Гайчур, де вони розмиті. Представлені пісками, глинистими пісками, вапняками, глинами загальною потужністю від 5,0 до 28,0 м. Залягають на відкладах полтавського регіону ярусу на глибині від 20,0 до 38,0 м. Перекриваються верхні пліоценовими червоно-бурими глинами

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре відклади сарматського регіону ярусу розмиті.

Верхні пліоценові відклади (N_{2cb}) мають повсюдне поширення за виключенням південної частини району. Показані відклади піскуватими червоно-бурими щільними глинами, потужністю від 5,6 до 20,0 м. Залягають на відкладах сарматського регіону ярусу, а в місцях їх відсутності — на відкладах полтавського регіону ярусу. Глибина залягання становить від 3,0 до 22,0 м. Перекриваються четвертинними відкладами.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре верхні пліоценові відклади представлені піскуватими глинами потужністю 5,6 м, які залягають на відкла-

дах полтавського регіону ярусу на глибині 14,4 м. Перекриваються четвертинними відкладами.

Четвертинні відклади (Q). На території району розвинені повсюдно. Залягають на верхніх пліоценових відкладах, а в південній частині району - на породах полтавського регіону ярусу. Показані різними за кольором та гранулометричним складом суглинками. В долинах рік Вільнянка, Гайчур і крупних балок розвинені алювіальні відклади, представлені пісками, супісками, інколи глинами. Потужність суглинків не витримана, та змінюється від 3,0 до 20,0 м. Потужність алювіальних відкладів становить від 2,0 до 10,0 м.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре четвертинні відклади представлені суглинками потужністю 14,4 м, залягають на верхніх пліоценових червоно-бурих глинах [30].

3.2 Тектоніка та геоморфологічні особливості території

Поширені у межах Запорізької області геологічні структури Причорноморської западини, вивонені пухкими осадовими гірськими породами і Приазовського масиву Українського кристалічного щита, складені твердими гірськими породами, відповідним чином відобразились на рельєфі земної поверхні. Магматичні породи Українського кристалічного щита сприяли формуванню височинного рельєфу Приазовської і Придніпровської височин з денудаційними останцями-могилами і виходами кристалічних порід на схилах, а також порожистої частини русла р. Дніпро. Осадові породи межиріччя рр. Дніпро і Молочна, а також приморської частини області сприяли формуванню вирівняного рельєфу Приазовської і Причорноморської низовин.

Таким чином, територія Запорізької області складається з двох виразних геоморфологічних рівнів: Приазовської і Придніпровської височин, що геоструктурно відповідають південно-східній частині Українського кристалічного масиву, та Приазовської і Дніпровсько-Молочанської низовин у складі Причорноморської низовини (рис. 3.2) [30-31].



Рисунок 3.2 – Геоморфологічна будова Запорізької області

Тектонічні процеси своїм чином відображуються на формуванні загальних рис рельєфу земної поверхні. Постійні неотектонічні опускання, які проявляються у межах східного крила Причорноморської западини, сприяють поступовому зменшенню абсолютної висоти поверхні, а на морському узбережжі – зануренню низинних ділянок з утворенням специфічних форм берегового рельєфу – лиманів і лагун.

Натомість у межах позитивних структур Українського кристалічного щита неотектонічні рухи мають позитивний знак, що супроводжується загальним підняттям поверхні з відповідними проявами у рельєфі земної поверхні. Таким чином, неотектонічні рухи проявляються диференційовано у відповідності до типів геологічних структур, тобто успадковано. Успадкованість неотектонічних рухів у загальному плані має місце лише у межах позитивних тектонічних структур. Неотектонічні рухи спричиняють наступні екзогенні деформації земної поверхні – денудацію та акумуляцію, здійснювані екзогенними факторами. Території, які упродовж тривалого часу неотектонічно підіймаються відносно загального чи місцевих базисів денудації, розвиваються під впливом переважно денудаційних процесів (Приазовська і Придніпровська височини).

Більша частина території Запорізької області (Причорноморська рівнина, Приазовська рівнина, Запорізька рівнина) підвергалась у геологічному минулому поступовим тектонічним підняттям, території яких за гіпсометричними характеристиками відносяться до низовин. У їх межах екзогенні деформації пов'язані переважно з процесами відкладання осадових товщ з незначною долею процесів ерозії. Крайня південно-західна частина області характеризується переважанням неотектонічних опускань, завдяки чому частина суші була затоплена морськими водами (Молочний та Утлюцький лимани, лиман Сивашик) з абсолютним домінуванням процесів акумуляції.

У межах Запорізької області згідно схеми геоморфологічного районування виділяються наступні геоморфологічні структури: у межах Азово-Придніпровської височини – Придніпровська і Приазовська височини, Запорі-

зька рівнина; у межах Причорноморської низовини – Дніпровсько-Молочанська і Приазовська низовини [30-31].

Придніпровська височина загалом представляє собою слабогорбисту поверхню з виположеними межирічними і плоско-увалистими, слабо хвилястими придолинними івнинами. Середні висоти у межах області становлять 40-100 м над рівнем моря. Абсолютні висоти Придніпровської височини в значній мірі обумовлені нерівностями поверхні докембрійських кристалічних порід фундаменту. Глибина ерозійного розчленування височини досягає 60-80 м у межах області.

У морфоструктурному відношенні поверхня височини визначається рельєфом поверхні кристалічних порід, тобто є прямою і давньоуспадкованою. Структурно височина відповідає правобережному виступу докембрійського фундаменту Українського кристалічного щита, який представляє собою багатоярусну складчасту споруду, скріплену багатьма інтрузіями і ускладнену численними тектонічними порушеннями. Незважаючи на високе залягання поверхні фундаменту над місцевим базисом ерозії, у рельєфі межиріч переважаючими є пластово-денудаційні рівнини і лише поблизу форм ерозійного розчленування вони поступаються місцем цокольним рівнинам.

У рельєфі Придніпровської височини виділяються водно-ерозійні і водно-аккумулятивні, денудаційні, водно-льодовикові форми морфоскульптурного рельєфу. Водно-ерозійна морфоскульптура представлена долиною прориву р. Дніпро, а також яружними і балочними комплексами. Долина р. Дніпро прорізає кристалічні породи Українського кристалічного щита, тобто є ділянкою прориву, яка за морфологією набула каньйоноподібної форми. Глибина ерозійного врізу сягає 60 м і на теперішній час каньйоновидна долина заповнена водами Запорізького водосховища (раніше озеро ім. В.І. Леніна). На вузьких схилах лівого берега р. Дніпро зустрічаються до трьох надзаплавних терас цокольної будови. У придніпровській частині височини внаслідок значних перепадів топографічної поверхні і суцільного поширення порід осадового чохла розвиваються глибокі балки, які врізаються у водоносні горизонти і перетворюються

на невеликі долини з постійним водотоком-струмком. У місцях близького залягання кристалічних порід і невеликої потужності осадового чохла формуються неглибокі балки і супутні їм форми ерозійного розчленування.

Приазовська височина межує: на південному сході і півдні – з Приазовською низовиною по долині р. Кальміус, на північному сході – по орографічному зчленуванню Приазовського виступу кристалічного фундаменту і Донецької складчастої споруди, на заході – з Причорноморською низовиною.

Абсолютні відмітки поверхні височини змінюються від 300 до 160-150 м, а найвищою точкою є Могила Бельмак (Горіла) з абсолютною висотою 324 м. Наскрізною поперечною улоговиною з абсолютними висотами менше 200 м височина ділиться на дві частини – західну і східну. Глибина розчленування подекуди сягає 150 м у центральних частинах, зменшуючись до 50 м у крайових. Загалом значне вертикальне і горизонтальне розчленування обумовлює інтенсивну хвилястість поверхні височини.

Приазовська височина у рельєфі відображує однойменний виступ кристалічного фундаменту, який є південно-східною частиною Українського щита і витягнутий у субширотному напрямі. Приазовський масив у геоморфологічному відношенні є асиметричним: максимальні абсолютні відмітки фундаменту спостерігаються у північній його частині і перевищують 200 м. Північний схил виступу крутий і відносно короткий, витягнутий до 8-10 км. Південний схил пологий і довгий (до 50-60 км).

Орографія височини у значній мірі визначена рельєфом поверхні кристалічних порід фундаменту, для якої характерною є загальне занурення у південному напрямі. Кристалічні породи відкриваються річковими долинами на незначних абсолютних відмітках (долина р. Берда вище с. Осипенко) при незначному ерозійному врізі. Височина поділяється на Західно-Приазовський і Східно-Приазовський блоки Володарською зоною розломів. На півночі виступ фундаменту Кінським розламом відокремлюється від Кінсько-Ялинської западини. Нерівності поверхні кристалічних порід більшої частини виступу фундаменту помітно пом'якшуються покривно поширеними породами пліоценового черво-

ноколірного покриву вивітрювання і антропогенової лесової формації. Разом з тим на частині поверхні кристалічні породи виходять безпосередньо на денну поверхню, приймаючи безпосередню участь у формуванні рельєфу. Сумарні неотектонічні підняття найвищих ділянок виступу фундаменту перевищують 250 м, зменшуючись до периферії і в південному напрямі, змінюючись з позитивних рухів на негативні. Сучасні тектонічні рухи проявляються також диференційованими підняттями інтенсивністю 2-4 мм/рік.

У рельєфі височини основними утвореннями є цокольні рівнини і розділяючі їх глибоко врізані річкові долини та балки. Приазовська височина представляє собою денудаційну давньоуспадковану морфоструктуру. У морфоскульптурному відношенні у межах височини упродовж мезозою і кайнозою сформувалися три поверхні вирівнювання – пізньомезозойська, палеогенова, міоценова. Перша представлена найвищою частиною Приазовської височини, яка є реліктом пізньомезозойської поверхні вирівнювання і представлена денудаційними останцями. Палеогенова денудаційна поверхня вирівнювання гіпсометрично утворює другу ступінь з абсолютними відмітками 260-200 м. У сучасному рельєфі поверхня слабохвиляста, перекрита малопотужними товщами осадових відкладів. Міоценова поверхня вирівнювання розвинена на окраїнних частинах височини з абсолютними відмітками 200-160 м і нижче. Морфоскульптура Приазовської височини представлена водно-ерозійними, водно-аккумулятивними і денудаційними формами рельєфу. Річкові долини, балки і яри у своєму розташуванні приурочені до зон тектонічних розламі.

Формування рисунка річкової і балочної мережі розпочалося у кінці міоцену і продовжувалось упродовж антропогену. Характерною рисою річкових долин є наявність каньйоноподібних ділянок, ділянки ущелин і чергування розширених ділянок зі звуженими. Балки є поширеними формами рельєфу у межах височини і її схилів. Пониззя балок часто глибоко врізані, часто мають постійні водні потоки. Схили відкриті, часто з виходами кристалічних порід. Яри у межах височини не набули розвитку, чому сприяло високе залягання кристалі-

чних порід над місцевими базисами ерозії, натомість часто зустрічаються ритвини і промоїни.

Денудаційні форми морфоскульптур у межах Приазовської височини є досить поширеними: вони ускладнюють рельєф широких схилів річкових долин і балок, які вироблені у кристалічних породах. Найчастіше представлені останцями, зазвичай складеними денудаційними інтрузивними тілами (граніти Кам'яних Могили) або метаморфічними масивами (залісті кварцити Корсак-Могили). Більшість останців розміщені на межиріччях.

Запорізька рівнина обмежена з південного сходу Приазовською височиною, із заходу – порожистою ділянкою р. Дніпро, з південного заходу – Причорноморською низовиною. У північному напрямку поверхня Запорізької рівнини нахилена у бік р. Самара. Деякі дослідники називали Запорізьку рівнину внутрішньою у межах виступу Українського кристалічного щита. Абсолютні відмітки поверхні Запорізької рівнини перевищують 200 м лише у місці переходу у Приазовську височину, а переважаючими висотами є 170-185 м, місцями збільшуючись до 195 м, а поблизу долини р. Самара зменшуючись до 100 м. Густина горизонтального розчленування сягає 0,3-0,5 км/км², а глибина вертикального розчленування – 100-120 м. Загалом поверхня Запорізької рівнини є слабкохвилястою.

Запорізька рівнина сформувалась на опущеному блоці щита Кінсько-Ялинської западини, обмеженої з заходу Приазовським, з півдня – Кінським, з північного сходу – Криворізько-Павловським розломами. Западина виповнена крейдовими і кайнозойськими відкладами потужністю до 600 м. Сумарні амплітуди неотектонічних піднять Запорізької рівнини у середньому становить 150 м. Сучасні тектонічні рухи характеризуються незначними підняттями (близько 2 мм/рік). Запорізька рівнина відноситься до пластово-денудаційних успадковано-відроджених морфоструктур. Морфоскульптура Запорізької рівнини представлена водно-ерозійними і водно-аккумулятивними, подекуди – денудаційними формами рельєфу. Долини річок у межах рівнин добре вироблені, широкі, зазвичай асиметричні: ліві схили переважно круті, праві – низькі і терасо-

вані. У нижньому ярусі є широка заплава і дві надзаплавні тераси. Балки у межах рівнини поділяються на укорочені балки і балки-суходоли. Перші знаходяться на стадії розвитку, їх схили і днища сухі. Другі відрізняються достатньою виробленістю, з широким дном і неглибоким врізом. У середніх і нижніх частинах часто зустрічається постійний водотік. Яри у межах рівнини набули значного поширення, особливо на правобережжі р. Кінська (Конка). Денудаційні форми у межах Запорізької рівнини зустрічаються подекуди і поширені у місцях виходів кристалічних порід на поверхню. У межах Запорізької рівнини зустрічаються зсуви, які представлені найчастіше осувами і опливами.

Приазовська низовина розташована на південь і схід від Приазовської височини і обмежена з півдня уступом (10-50 м) узбережжя Азовського моря, із заходу – річковою долиною р. Лозуватка, з півночі – Приазовською височиною, з північного сходу – Донецькою височиною, на сході межа виражена нечітко. Абсолютні відмітки низовини зменшуються з півночі на південь від 120 до 10-50 м. У геоструктурному відношенні територія відповідає південно-східному схилу Приазовського виступу Українського кристалічного щита. Основні особливості поверхні низовини визначаються помірним за глибиною (не більше 50-60 м) і густотою ерозійним розчленуванням та складом рельєфоутворюючих порід (вапняків, суглинків) і впливом неотектонічних опускань морського узбережжя. Приазовську низовину розчленовують субмеридіональні річкові долини з ерозійним врізом до 80 м, балки і яри. Подекуди трапляються групи насипних могил заввишки до 10 м. Основними річковими долинами низовини є долини рр. Берда, Обитічна, Лозуватка. Серед сучасних рельєфоутворюючих процесів переважають водна і вітрова ерозія, абразія, зсуви, прибережні акумулятивні утворення.

Антропогенний рельєф території Запорізької області обумовлений господарською діяльністю людини, пов'язаною з промисловим та сільськогосподарським виробництвом, будівництвом, військовою та іншими видами перетворюючої діяльності людини. Найбільш масштабною є гірничо-видобувна рельєфо-

твірна діяльність, пов'язана зі створенням кар'єрів, шахт, штолень, колодязів, ям, відвалів і териконів.

Сільськогосподарська та меліоративна діяльність пов'язана з терасуванням, обвалуванням, створенням дамб, формуванням борозен, канав і каналів.

У процесі житлового будівництва створюються тераси, котловани, виїмки, площадки, відвали, насипи. Наслідками гідроенергетичного будівництва є створення каналів, гребель, дамб, котлованів. Під час дорожнього будівництва крім інших форм створюються тунелі, насипи, дамби. Портове будівництво передбачає створення таких форм як штучні гавані, судноплавні канали, дамби, пірси, моли, хвилерізи.

До насипних форм рельєфу відносяться кургани і насипи (наприклад, скіфські). З військовою діяльністю людини пов'язані такі форми рельєфу як траншеї, окопи, ескарпи, бліндажі, вирви, вали, кургани. Фактично усі перелічені вище форми антропогенного рельєфу у більшій чи меншій мірі представлені у межах Запорізької області і є регіонально поширеними. Найчастіше у межах області зустрічаються насипи, створені при будівництві транспортних магістралей-залізниць, автомобільних доріг, каналів через натуральні від'ємні форми рельєфу, виїмки ґрунту у місцях проходження через пагорби і підвищення. До поширених у межах області можна віднести кар'єри по видобутку будівельних матеріалів – гранітів, глин і пісків, а також інших корисних копалин, які добуваються відкритим способом. Досить поширеними формами є гідротехнічні споруди, представлені дамбами і греблями, створеними для обводнення території та улаштування водойм, а також магістральними і зрошувальними каналами. На військових полігонах і на території військових частин поширені белігеративні форми рельєфу. До белігеративних також можна віднести досить поширені по території області кургани і насипи, утворені скіфськими племенами у минулому.

З прибережних форм рельєфу антропогенного походження на території області поширеними є хвилерізи уздовж азовоморського узбережжя, обмежено поширеними є суднохідні канали і пірси. Загалом антропогенний рельєф у ме-

жах Запорізької області можна віднести до нано-, мікро- та мезоформ і в цілому охарактеризувати як такий, що ускладнює поверхню морфоструктур, поширених на території області.

Фактично усі натуральні форми рельєфу упродовж останніх півтора століття зазнали певних змін під впливом господарської діяльності людини [28-31].

3.3 Гідрогеологічні умови

Поверхневі та підземні води області знаходяться у тісному взаємозв'язку з геологічною будовою, характером рельєфу і клімату регіону. До поверхневих вод Запорізької області належать річки, озера і болота, а також штучні водойми (водосховища, ставки). На південному сході Запорізька область межує з Азовським морем [32].

В гідрогеологічному відношенні район робіт знаходиться частково в західній частині Конксько-Ялинського малого артезіанського басейну, за виключенням південної частини, яка знаходиться в межах Приазовського кристалічного масиву. Ширина западини басейну (з півдня на північ), в межах якої розвинуті основні водоносні горизонти, досягає 18-20 км. Північна межа басейну обмежена Придніпровським кристалічним масивом, південна - Приазовським кристалічним масивом.

Областю живлення горизонтів на півночі є Придніпровський кристалічний масив з абсолютними відмітками підземних вод біля + 90-110 м, на сході – - потужний потік підземних вод із сторони Донбасу, на півдні областю живлення служить зона Конкського розлому. Областю розвантаження є Причорноморська западина .

В районі виділяються водоносні горизонти в наступних відкладах:

1. Четвертинних (Q)
2. Полтавських (N_{1P})
3. Полтавсько-олігоценових (N_{1P}-P₃)

4. Бучакських (P_{2bc})
5. Верхньокрейдяних (K_2)
6. Нижні крейдяних (K_1)
7. Тріщинної зони кристалічних порід докембрію та їх кори вивітрювання (AR-PR)

Водоносний горизонт в четвертинних відкладах (Q). Водоносний горизонт приурочений до еолово-делювіальних суглинків та алювіальних пісків.

Глибина залягання горизонту в еолово-делювіальних суглинках, в залежності від геоморфологічних особливостей рельєфу, змінюється в широких межах і коливається від 3,0 до 30,3 м. Горизонт слабо водо збагачений. Сухий залишок вод змінюється від 1,2 до 6,0 г/дм³, а загальна жорсткість - від 18,8 до 46,3 моль/дм³.

Глибина залягання алювіального водоносного горизонту, який має розповсюдження, головним чином, в долинах рік Гайчур, Вільнянка, змінюється від 0,1 до 2,0 м в заплаві та від 2,0 до 15,0 м на схилах долини. Потужність пісків коливається від 2,0 до 10,0 м. Водо збагаченість горизонту незначна, але на ділянках, де водовміщуючі породи представлені різнозернистими пісками, дебїти свердловин можуть досягати декілька літрів за секунду. Хімічний склад води строкатий. Сухий залишок змінюється від 1,0 до 6,0 г/дм³, а загальна жорсткість - від 6,0 до 43,5 моль/дм³.

Підстелюється горизонт верхніми пліоценовими глинами, а в південній частині району - каолінами полтавського регіону ярусу.

Горизонт використовується населенням для побутових потреб та водопостачання невеликих ферм.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт в четвертинних відкладах представлений еолово-делювіальними суглинками потужністю 14,4 м. Підстеляється верхніми пліоценовими піскуватими глинами.

Водоносний горизонт у відкладах полтавського ярусу (N_{1P1}). Горизонт має повсюдне поширення. Водоносний горизонт приурочений до дрібно-середньозернистих пісків, інколи глинистих. Глибина залягання горизонту

складає від 14,7 до 66,0м. Потужність водомістких порід складає від 3,3 до 24,0м.

Водо збагаченість коливається в значних межах. Дебіти свердловин змінюються від декількох кубічних метрів за годину до 36 м³/год.

Сухий залишок вод горизонту складає від 0,6 до 2,0 г/дм³, загальна жорсткість - від 7,0 до 18,5 моль/дм³.

В північній частині району горизонт підстеляється олігоценовими пісками і складає разом з ними полтавсько-олігоценовий водоносний горизонт, а в центральній частині району водоносний горизонт у відкладах полтавського регіону ярусу підстеляється олігоценовими глинами з прошарками пісковиків.

Перекривається горизонт верхніми пліоценовими і сарматськими глинами.

Горизонт використовується окремими свердловинами і криницями для побутових потреб.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт у відкладах полтавського ярусу представлений жовтими дрібнозернистими пісками потужністю 12,8м. Залягають на глибині 20,0м. Перекривається горизонт верхніми пліоценовими піскуватими глинами, підстеляється - олігоценовими світло-сірими щільними глинами з прошарками пісковіку.

Водоносний горизонт в полтавсько-олігоценових відкладах (N_{1р1}-P₃). Горизонт поширений в центральній та північній частинах району. Представлений дрібно-тонкозернистими та середньозернистими пісками потужністю від 24,0 до 31,4м. Залягає горизонт на глибині від 23,3 до 47,0 м. Горизонт слабо напірний. Величина напору становить від 1,0 до 3,0м. Статичні рівні, в залежності від рельєфу, знаходяться на глибині від 20,0 до 50,0м.

Водозбагаченість незначна. Питомі дебіти складають від 0,1 до 0,5 м³/год.

Величина сухого залишку знаходиться в межах від 0,9 до 1,3 г/дм³, загальної жорсткості - від 8,0 до 10,5 моль/дм³. За типом води горизонту хлоридно-гідрокарбонатно-сульфатні, хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво натрієві.

Горизонт використовується окремими свердловинами для водопостачання невеликих населених пунктів та підприємств.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт в полтавсько-олігоценових відкладах відсутній.

Водоносний горизонт у бучакських відкладах (P_{2bc}). Горизонт має широке розповсюдження, відсутній тільки у північній частині району. Водоносний горизонт залягає на глибині від 53,0 до 92,5м, приурочений до дрібно-середньозернистих пісків, інколи глинистих, потужністю від 15,3 до 26,5м. Горизонт напірний. Величина напору складає від 25 до 45м. Статичні рівні знаходяться на глибині від 24,8 до 65,0м.в залежності від рельєфу.

Перекривається бучакськими глинами, каолінами а також олігоценовими глинами В центральній частині бучакський водоносний горизонт разом з олігоценовим та полтавським складає єдиний водоносний комплекс.

Дебіти свердловин змінюються від 5 до 36 м³ /год., питомі дебіти змінюються від 0,5 до 3,0 м³/год.

Величина сухого залишку складає від 0,5 до 1,2 г/дм³, загальної жорсткості - від 3,9 до 11,0 моль/дм³. За типом води, в основному, гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридні магнієво-кальцієво-натрієві.

В підшві горизонту залягають бучакські алевроїти, буре вугілля, верхньокрейдяні мергелі та пісковики.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт в бучакських відкладах представлений двома шарами загальною потужністю 15 м, які розділені між собою шаром глин потужністю 6,0м. Водонасичуючі породи представлені дрібнозернистими пісками. Залягає горизонт на глибині 53,0м. Перекривається горизонт олігоценовими світло-сірими щільними глинами з прошарками пісковуку.

Водоносний горизонт верхніх крейдяних відкладів (K_2). Водоносний горизонт верхньокрейдяних відкладів поширений в центральній та крайній південній частинах району і є основним джерелом водопостачання населення та підприємств.

Горизонт представлений середньо-різнозернистими пісками потужністю від 7,5 до 21,8м, які залягають на глибині від 63,0 до 140,3м. Верхнім водотривам є верхньокрейдяні мергелі, пісковики, глини, нижнім - пісковики, мергелі. Горизонт напірний. Величина напору складає від 40 до 115м. Статичні рівні, в залежності від рельєфу, знаходяться на глибині від 20,0 до 30,0м.

Водоносний горизонт верхньокрейдяних відкладів достатньо водо збагачений. Дебіти свердловин можуть досягати 60 м³/год., та, в основному, складають від 14 до 20 м³/год. при зниженні від 2 до 7 м. Якість вод горизонту загалом добра. Величина сухого залишку складає від 0,4 до 1,3 г/дм³, загальної жорсткості - від 2,6 до 12 моль/дм³. За типом води горизонту гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридні, гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатні магнієво-кальцієво-натрієві.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре у верхньокрейдяних відкладах розкриті два водоносних горизонти. Верхній, який є основним, описаний вище. Нижній - розкритий і випробуваний вперше. Залягає горизонт на глибині 140,3 м, потужність водо вміщуючих пісків з великою кількістю уламків черепашок, залишків морських іжаків і белемнітів складає 10,5 м. Від крейдяного горизонту, який залягає вище, відділений верствою пісковиків різної щільності з прошарками пісків і піскуватих мергелів з прошарками пісків загальною потужністю близько 36 м. Товща пісковиків і мергелів є відносним водотривам. В підшві водоносного горизонту залягають пісковики.

Статичний рівень знаходиться на глибині 29,0 м. Величина напору складає 111,3 м. Горизонт водо збагачений, дебіт свердловини при відкачці склав 14,4 м³/год. при зниженні 2,5м. Горизонт розповсюджений у вигляді смуги шириною 13600м. Величина сухого залишку становить 1,2 г/дм³, загальної жорсткості - 9,01 моль/дм³. За типом виду гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатна магнієво-кальцієво-натрієва.

Водоносний горизонт нижніх крейдяних відкладів (K₁). Водоносний горизонт нижніх крейдяних відкладів поширений в районі буріння свердловини № 1910-ре.

Представлений різнозернистими пісками розкритою потужністю 13,0м. Залягає горизонт на глибині 77,0м. Перекривається нижніми крейдяними глинами та верхньокрейдяними пісковиками. Горизонт напірний. Величина напору складає 54м. Статичний рівень знаходяться на глибині 23,0м.

Горизонт водозбагачений. Дебіт складає від 20,0 м³/год. Величина сухого залишку дорівнює 1,6 г/дм³, загальної жорсткості - 15,3 ммоль/дм³. За типом води горизонту гнідрокарбонатно-хлоридно-сульфатні магнієво-кальцієво-натрієві.

У південній частині району використовується для господарчого питного водопостачання населення та підприємств.

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт нижніх крейдяних відкладів відсутній.

Водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід та її кори вивітрювання (AR-PR). Водоносний горизонт поширений повсюдно. Глибина залягання складає від 72,0 до 160,0 м. Горизонт напірний. Величина напору складає від 35,0 до 47,5м. Статичні рівні знаходяться на глибині від 19,5 до 24,5м.

Водо збагаченність незначна. Питомі дебїти складають від 0,1 до 1,2 м³/год. Величина сухого залишку становить від 1,0 до 2,7 г/дм³ загальної жорсткості - від 2,3 до 25 ммоль/дм³. За типом води горизонту, в основному, гнідрокарбонатно-хлоридні натрієво-кальцієві. Використовується для побутових потреб невеликих підприємств та ферм.

Свердловиною № 2009-ре водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід та її кори вивітрювання не розкритий [30].

3.4 Обґрунтування вибору водоносного горизонту та ділянки закладення свердловини

Аналіз матеріалів, що були отримані в процесі гідрогеологічного обстеження, аналіз фондових матеріалів, результатів буріння свердловин та їх співс-

тавлення дозволили зробити висновок про те, що нижче може залягати горизонт більш водозбагачений ніж горизонт в бучакських відкладах, який експлуатується свердловинами на ділянці, що вивчається, а видобута вода за якісними показниками може бути кращою за існуючу. Так як свердловина повинна забезпечити водою північну частину села, то місце розташування свердловини вибране саме в цій частині.

Таким чином, було прийняте рішення вперше на даній території виконати буріння свердловини на верхньокрейдяний водоносний горизонт, який залягає в основі верхньокрейдяного шару [30].

3.5 Існуюче водопостачання

В с. Вільноуланівське, с. Вільногрушівське, с. Михайлівка та ін. (які відносяться до басейну річки Вільнянка) налічується 5 діючих свердловин, обладнаних на бучакський водоносний горизонт. Дві знаходяться на балансі ТОВ „Україна - Нова” і використовуються на власні потреби: водозабезпечення молочнотоварної ферми (свердл. № 14/5), зерносховища і току (свердл. № 14/3).

Три свердловини (№№ 2, 3, 14/1) знаходяться на балансі сільських рад та обслуговуються ВСКП „Побут”. Свердловини пробурені на бучакський водоносний горизонт. Питомі дебіти свердловин складають від 0,1 до 0,3 м³/год. Величина сухого залишку становить від 1,3 до 1,4 г/дм³, загальної жорсткості - від 9,7 до 11,8 моль/дм³. За відсутності інших джерел водопостачання використовуються в якості питних за погодженням державної районної СЕС. Свердловини працюють як одиночні, централізована водогінна мережа відсутня.

Свердловина № 2, термін експлуатації якої складає 41 рік, забезпечує водою східну, та, частково, південну частину села, свердловина № 3, яка пробурена в 1971 році, забезпечує водою західну частину села, свердловина № 14/1, яка пробурена в 1972 році, забезпечує водою центральну, та, частково, південну

частини села. Мешканці північної частини села брали воду у розподільчих колонках, які знаходяться на вулицях у західній та центральній частинах села. Тому було вирішено для забезпечення водою північної частини пробурити свердловину № 2009-ре [30].



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДОЗАБОРУ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТУ

4.1 Характеристика джерела забруднення

Джерелами забруднення визначаються об'єкти, з яких здійснюється скидання або інше надходження у водні об'єкти шкідливих речовин, що погіршують якість поверхневих вод, що обмежують їхнє використання, а також негативно впливають на стан дна й берегових водних об'єктів.

Охорона водних об'єктів від забруднення здійснюється за допомогою регулювання діяльності як стаціонарних, так і інших джерел забруднення [24].

Основними джерелами забруднення природних вод є:

- атмосферні води, які несуть значні кількості забруднювачів, що вимиваються з повітря і мають переважно промислове походження. При стіканні по схилах, атмосферні та талі води додатково захоплюють із собою значну кількість речовин. Особливо небезпечні стоки з міських вулиць та промислових майданчиків, які несуть значну кількість нафтопродуктів, сміття, фенолів, різних кислот.

- міські стічні води, що включають переважно побутові стоки, які містять фекалії, детергенти (поверхнево активні речовини), мікроорганізми, у тому числі патогенні.

- промислові стічні води, що утворюються у найрізноманітніших галузях виробництва, серед яких найбільш активно споживає воду чорна металургія, хімічна, лісохімічна, нафтопереробна промисловості [25].

Сучасне сільське господарство також належить до головних джерел хімічного та бактеріологічного забруднення гідросфери, в якому широко масштабно застосовуються отрутохімікати (пестициди) для боротьби зі шкідниками та мінеральні добрива. Особливо небезпечною виявляється хімізація сільського господарства при порушеннях технологічних норм зберігання та застосування

хімічних речовин. Найбільш поширеними групами пестицидів є гербіциди, що вживаються для боротьби з бур'янами, інсектициди – препарати для знищення шкідливих комах у сільськогосподарських культурах та фунгіциди – засоби проти грибних захворювань рослин. Ще більше поступає в ґрунт мінеральних добрив. При розмиванні дощовими водами шкідливі хімічні речовини інфільтруються у ґрунт і підґрунтя, забруднюють підґрунтові води, змиваються у поверхневі водоймища та водотоки. Деякі пестициди дуже стійкі і зберігаються у ґрунті понад 10 років.

Забруднення отрутохімікатами та мінеральними добривами поверхневих вод відбувається кількома шляхами. Вони потрапляють у воду при змиві з рослино-ґрунтового покриву, при обприскуванні та обпиленні ланів отрутохімікатами та при надходженні у водоймища забруднених підґрунтових вод. Забруднення вод добривами та пестицидами особливо небезпечне своєю повсюдністю. Забруднення води пестицидами понад гранично допустимі норми особливо поширене в районах з постійним застосуванням зрошування.

Так, наприклад, розташовані вздовж русла річки Вільнянка сільськогосподарські підприємства та їхні поля: товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) "АГРОДАР", за площею 369,7 га, ТОВ "АГРОФІРМА "БАТЬКІВЩИНА", 349 га, ТОВ "ФГ НАТАЛІ", 415 га, ТОВ "ПРОФІНТЕР", 110 га.

Крім хімічного неорганічного забруднення природних вод сільське господарство сприяє їхньому органічному та бактеріальному забрудненню. Збагачені органікою та хвороботворними бактеріями тваринницькі стоки безперешкодно потрапляють у поверхневі та підземні води. Евтрофікація водоймищ, коли збільшення у водоймищах біогенних речовин, зокрема тих, що містять багато азоту і фосфору, порушує в них нормальний біологічний кругообіг, викликає загнивання їх, зменшення вмісту кисню і зрештою – загибель водних організмів. Бактеріальне забруднення поверхневих та підземних вод спричинює спалахи епідемій важких інфекційних хвороб.

Не менш небезпечними є побутові комунальні стоки, які в недостатньо очищеному або й зовсім неочищеному стані поступають із населених пунктів у

річку Вільнянка. Крім різноманітних хімічних шкідливих речовин ці стоки містять збудників різноманітних інфекційних захворювань, таких як паратиф, дизентерія, вірусний гепатит, туляремія тощо.

Останнім часом у побутові стоки все більше потрапляє дуже шкідливих синтетичних мийних речовин. Навіть незначна кількість їхніх домішок викликає неприємний смак і запах води, а утворення піни на поверхні відкритих водоймищ ускладнює доступ атмосферного кисню і веде до замору і загибелі водних організмів

Аналізуючи результати дослідження проб води річки Вільнянка після ливня в постійних точках від 25.06.2018 р. можна зробити висновок, що по мікробіологічних показниках вода не відповідає вимогам додатку №11 Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів від 19.06.1996р. №173, за винятком точки входу річки в зону міста, де мікробіологічні показники в межах норми. В зоні відпочинку біля житлового масиву (індекс ЛКП) кишкової палички перевищує норму в 4,2-5,8 раз. Крім цього, в цих точках виділена умовно-патогенна флора: кишкова паличка, ентеробактер, цитробактер. В місці скидання неочищених стічних вод індекс ЛКП вище норми в 22 рази і виділена патогенна мікрофлора (сальмонели). В порівнянні з результатами аналізу води від 24.05.2018р. індекс ЛКП в постійних точках виріс з 7500-15000 до 21000-29000 в дм^3 .

По санітарно-хімічних показниках вода річки Вільнянка не відповідає вище вказаним вимогам по вмісту:

- хлоридів - $570-600\text{мг}/\text{дм}^3$ при нормі $350\text{мг}/\text{дм}^3$,
- сульфатів – $700-711\text{мг}/\text{дм}^3$ при нормі $500\text{мг}/\text{дм}^3$,
- по сухому залишку – $2514-2604\text{мг}/\text{дм}^3$ при нормі $1000\text{мг}/\text{дм}^3$.

В порівнянні з попередніми результатами аналізів від 24.05.2018 р. вміст хлоридів, сульфатів, сухого залишку, хімічне споживання кисню не виріс. Вміст аміаку виріс з $0,05\text{мг}/\text{дм}^3$ до $0,36-0,55\text{мг}/\text{дм}^3$.

Показники щодо біологічної потреби кисню, вмісту нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин в річковій воді ще досліджуються.

В місці скидання неочищених стічних вод в річку вода не відповідає вимогам по кількості зважених речовин, хімічному споживанню кисню – вище норми в 30 разів, вмісту аміаку – вище норми в 63 рази, сухому залишку – вище норми в 1,9 рази, у воді відсутній розчинений кисень.

Згідно протоколів дослідження проби риби, води за вмістом залишкової кількості пестицидів (альфа, гама-гексахлорциклогексану, ДДТ, ДДД та продуктів їх розпаду в рибі; конфідору, базудіну, фастаку, Бі-58 у воді) відповідають вимогам ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівнів вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті».

Виходячи з вище викладеного можливо припустити, що після ливня відбулося хімічне забруднення річки липневими водами та змитий ґрунт, раніше забруднений стічними водами, однак не можна виключити і дренажу стічних вод із негерметичних каналізаційних колодязів [26].

За останні декілька десятиків років ґрунтові води стали одним із найважливіших ресурсів. Вони є джерелом значної кількості питної води, яка використовується у побуті, а також іде на зрошення. Звичайно, ґрунтові води раніше мали достатньо високі якості і без очищення задовольняли вимоги до питної води, але випадки забруднення високоякісних ґрунтових вод отруйними речовинами стають все більш частими. Ґрунтові води вимивають із ґрунтів значну кількість забруднювачів, які ґрунт не може затримати. Головними джерелами забруднення і забруднювальними речовинами ґрунтових вод вважають:

- розташовані звалища та інші сховища отруйних речовин при неправильному зберіганні добрив, засобів захисту рослин;
- підземні резервуари та трубопроводи (особливу небезпеку становлять втрати бензину на АЗС);
- пестициди, що застосовуються на полях, у садах, на газонах тощо;
- сіль, якою посипають тротуари і вулиці під час ожеледі;
- мазут на дорогах для зв'язування пилу та виток ГСМ (горючі смазочні матеріали) с автомобільного транспорту, що експлуатується;

- надлишки стічних вод та каналізаційного мулу.

Таким чином, забруднення водних екосистем є більшою небезпекою, ніж забруднення атмосфери. Адже процеси регенерації або самоочищення протікають у водному середовищі набагато повільніше, ніж у повітряному, джерела забруднення водою більш різноманітні, природні процеси, які відбуваються у водному середовищі і піддаються впливу забруднень, більш чутливі самі по собі й мають більше значення для забезпечення життя на Землі, ніж атмосферні.

4.2 Розрахунок і обґрунтування зон санітарної охорони

На ділянці буріння свердловини № 2009-ре водоносний горизонт верхньокрейдяних відкладів представлений середньозернистими пісками потужністю 10,5 м. Залягає горизонт на глибині 140,3 м. Величина напору складає 111,3 м. Статичний рівень залягає на і. шийні 29,0 м. Дебіт складає 14,4 м³/год. при зниженні 2,5 м. Величина коефіцієнту водопровідності складає 210 м²/доб, коефіцієнта п'єзопровідності $1,0 \times 10^5$ м²/доб. Верхнім водотривам є верхньокрейдяні пісковики та мергелі загальною потужністю 36 м. Крім нього, вище за розрізом залягає шар олігоценів глини потужністю 20,2 м і червоно-бурі верхні пліоценові глини потужністю 5,6 м. Таким чином, загальна потужність водотривкого шару складає 61,8 м. що дозволяє класифікувати верхньокрейдяний водоносний горизонт як надійно захищений. Потік підземних вод на даній ділянці спрямований із сходу на захід.

Одним зі основних заходів щодо захисту від забруднення підземних вод є організація зон санітарної охорони (ЗСО) водозабору.

Розміри ЗСО повинні бути такими, щоб джерела забруднення, що можуть з'явитися в районі водозабору, були вилучені за границі ЗСО на відстані, при яких тривалість рух до водозабору і забруднень буде не менш заданої.

До складу ЗСО входять 3 пояси: пояс суворого режиму і два пояси обмежень.

4.2.1 Перший пояс ЗСО

Перший пояс ЗСО створюється для усунення можливості випадкового або навмисного забруднення водозабірною чи водогінною спорудження. У цей пояс входить територія розташування водозабору, ділянок усіх водогінних споруджень. З огляду на те, що у покрівлі палеоценового горизонту залягає 61,8-метрова товща водонепроникних порід, горизонт можна класифікувати як захищений. При використанні захищених підземних вод межа першого поясу встановлюється на відстані не менш 30 м від водозабору.

Для гідродинамічних розрахунків другого і третього поясів ЗСО прийнята схема необмеженого в плані і ізолюваного в розрізі шару.

Для оцінки розмірів зон санітарної охорони, зроблений розрахунок розмірів за допомогою формули для басейну підземних вод.

Для розрахунку другого і третього поясів ЗСО прийняті наступні гідрологічні параметри:

- Q - дебіт свердловини - 345,6 м³/доб,
- T - потужність водоносного шару - 10,5 м,
- n - активна пористість водовміщуючих порід - 0,18,
- T - для II поясу - 200 діб (термін життєздатності бактерій),
для III поясу - 10⁴ діб (розрахунковий час роботи водозабору).

4.2.2 Другий пояс ЗСО

Другий пояс ЗСО призначений для захисту водоносного горизонту від можливого бактеріального забруднення, що пересувається по горизонту. При цьому виходимо з міркувань, що при надходженні забруднення в горизонт, забруднені води досягнуть свердловини через час 200 діб, достатній для втрати патогенними мікроорганізмами життєздатності і вірулентності, тобто для ефективного самоочищення вод при русі у водоносному шарі.

Розміри другого поясу визначаємо по формулі:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi \cdot m \cdot n}}$$

$$R = \sqrt{\frac{345.6 \cdot 200}{3.14 \cdot 10.5 \cdot 0.18}} = 108 \text{ м}$$

Таким чином розміри другого поясу складуть 108 м.

4.2.3 Третій пояс ЗСО

Третій пояс ЗСО призначений для захисту підземних вод від хімічного забруднення. Межа цього поясу визначається гідрохімічними розрахунками виходячи з умови, що якщо за межами поясу у водоносний горизонт надійде забруднення, то воно не досягає водозабору, перемішуючись з підземними водами, чи досягне, але не раніше розрахункового часу 27 років (10^4 діб).

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi \cdot m \cdot n}}$$

$$R = \sqrt{\frac{345.6 \cdot 10000}{3.14 \cdot 10.5 \cdot 0.18}} = 763 \text{ м}$$

Таким чином, розміри третього поясу складуть 763 м.

4.3 Водоохоронні заходи на території зон санітарної охорони водозабору

Санітарно-оздоровчі і захисні заходи, метою яких є усунення і попередження можливості забруднення підземних вод плануються окремо для кожного пояса ЗСО.

Можна виділили наступні водоохоронні заходи, які проводяться в межах ЗСО: загальні, які підлягають виконанню у всіх трьох поясах, додаткові – тільки для другого і третього поясів і додаткові - тільки для першого поясу.

До загальних заходів відносяться:

- виявлення і ліквідація (чи відновлення) усіх бездіяльних, старих, дефектних або неправильно експлуатованих свердловин, що представляють небезпеку у відношенні можливості забруднення водоносного горизонту;

- регулювання буріння нових свердловин і будь-якого нового будівництва при обов'язковому узгодженні з місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби, контролю по регулюванню використання і охороні вод;

- заборона закачування відпрацьованих вод у підземні горизонти, підземного складування твердих відходів і розробки надр землі, що може привести до забруднення водоносного горизонту;

- заборона розміщення нагромаджувачів промислових стоків, шламосховищ, складів паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів і мінеральних добрив, а також інших об'єктів, що представляють небезпеку хімічного забруднення підземних вод. До них варто віднести великі тваринницькі об'єкти і птахохфабрики, що є джерелами стійкого нітратного забруднення. Розміщення таких об'єктів допускається в межах третього пояса ЗСО тільки при експлуатації захищеного водоносного горизонту, а також за умови проведення спеціальних заходів щодо захисту водоносного горизонту від забруднення і за узгодженням з організаціями санітарного, геологічного і водного контролю.

На території третього поясу встановлюється суворий санітарний нагляд за використанням пестицидів і біологічних засобів боротьби зі шкідниками і хворобами рослин, не допускається також застосування високотоксичних, стійких у ґрунті і кумулятивних речовин.

В другому і третьому поясах, крім заходів, загальних для всіх поясів і перерахованих вище, необхідно проводити наступні додаткові заходи:

- заборона розміщення цвинтарів, скотомогильників, полів фільтрації, землеробських полів зрошення, споруджень підземної фільтрації, гноєсховищ, силосних каналів, тваринницьких і птахівницьких підприємств, а також інших сільськогосподарських об'єктів, що обумовлюють небезпеку мікробного забру-

днення підземних вод, забороняється також застосування добрив і отрутохімікатів і промислове рубання лісу;

- санітарний благоустрій території населених пунктів і інших об'єктів (створення каналізаційної мережі, облаштування водонепроникних вигрібних ям та ін).

Для першого пояса ЗСО додатково до перерахованих заходів передбачаються наступні:

- територія поясу повинна бути спланована для відводу поверхневого стоку за її межі, озеленена, обгороджена і забезпечена постійною охороною й охоронною сигналізацією;

- усі наявні будинки і спорудження повинні бути каналізовані з відведенням стічних вод у найближчу систему побутової чи промислової каналізації на місцеві очисні спорудження, розташовані на території II-го поясу;

- забороняються усі види будівництва, що не мають безпосереднього відношення до експлуатації, реконструкції і розширення водозабору і водопровідних споруджень;

- забороняється перебування сторонніх осіб, застосування пестицидів, органічних і мінеральних добрив, видобуток гравію і піску;

- передбачається суворе виконання санітарно-технічних вимог до конструкції водозабірних спостережних свердловин;

- водозабірні свердловини повинні бути обладнані апаратурою для систематичного контролю фактичного дебіту і рівня підземних вод при експлуатаційній продуктивності, передбаченій при проектуванні водозабору й обґрунтуванні границь ЗСО.

Проекти капітального будівництва, заплановані в межах III-го пояса ЗСО, повинні узгоджуватися із відповідними органами [27,28].

4.4 Рекомендації з підтримки екологічної безпеки на ділянці свердловини

Під охороною підземних вод від забруднення і виснаження слід розуміти комплекс заходів і процесів, які перешкоджають проникненню шкідливих речовин до водоносних горизонтів, їх подальшому розповсюдженню по горизонту, а також погіршенню їх якісного складу і лікувальної дії в результаті нераціонального використання мінеральних вод та дії різноманітних техногенних факторів.

Заходи з охорони підземних вод від забруднення і виснаження можна поділити на профілактичні та спеціальні.

До профілактичних заходів відноситься систематичний контроль за режимом підземних вод у межах родовища та на прилягаючих до нього територіях. Тобто, необхідна організація моніторингу підземних вод, що є складовою частиною гідрогеологічного моніторингу, а той, у свою чергу, - загального екологічного моніторингу України. В межах багатьох свердловин повинні діяти режимні станції, за допомогою яких виконуються спостереження та якісним та кількісним складом підземних вод.

Обов'язковим є спорудження та дотримання санітарної охорони, це означає виділення усіх санітарних зон охорони з різним ступенем обмеження різноманітних техногенних заходів: суворого режиму, обмежень і спостережень.

Зона суворого режиму включає обмежені по площі ділянки, на яких знаходяться природні і штучні виходи підземних вод (джерела і свердловини).

Питання охорони підземних вод вирішуються при проектуванні комунальних, промислових, гідротехнічних, сільськогосподарських об'єктів у межах родовища та на прилягаючих територіях.

Проектований об'єкт розташовується з урахуванням гідрогеологічних умов, природної захищеності підземних вод у місцезнаходженні водозаборів, геоморфологічних умов, а також місцеположення водотоків і водоймищ. При незначній природній захищеності вод об'єкт не можна розташовувати в межах

зон санітарної зони. Якщо підземні води знаходяться в зоні меліоративного зрошення, необхідно оцінити вплив на якісний склад підземних вод збільшення інфільтраційного живлення і при необхідності враховувати живлення підземних вод з нормами поливів. У зоні меліоративного осушення важливою є оцінка взаємозв'язку поверхневих і підземних вод при зниженні рівнів підземних вод і зменшенні випаровування внаслідок осушення ґрунтів. З профілактичними діями тісно пов'язано виконання прогнозів щодо зміни кількісного та якісного складу підземних вод. Для виконання прогнозів найбільш ефективним є використання методів математичного моделювання фільтраційних та міграційних процесів. До речі, за допомогою методів моделювання можна виконати кількісну оцінку природної захищеності підземних вод.

Спеціальні захисні дії включають ліквідацію області забруднення і підземних вод шляхом відкачки забруднення, локалізацію області забруднення, що виконується відкачкою або спорудженням непроникних екранів, штучне поповнення підземних вод, утворення штучних і гідрохімічних бар'єрів.

Для того, щоб не допустити підтягування забруднених вод або прісних вод, які шляхом змішування їх з підземними водами призводять до втрати корисних властивостей останніх, споруджуються відкачки шкідливих вод. Відкачки можуть виконувати роль гідравлічної зависи і знижувати рівні ґрунтових або напірних вод, коли шкідливі води відповідно надходять з верхнього або нижнього водоносного горизонту до продуктивного горизонту.

Отже, охорона підземних вод може виконуватися шляхом створення штучних геохімічних бар'єрів та комплексом профілактичних заходів [29].

ВИСНОВОК

Оскільки однією з актуальних гідрогеологічних проблем є охорона прісних підземних вод від забруднення, в даній дипломній роботі розглядалися підземні води басейну річки Вільнянка.

Забруднення підземних вод не є локальним процесом, воно тісно пов'язане з забрудненням всього природного середовища - атмосфери, поверхневих вод, ґрунтів. Це принципове положення було враховано в роботі і дозволило виявити основні причини і процеси забруднення підземних вод, обґрунтовано вирішити питання про види та комплекси захисних заходів. Одним з основних заходів щодо захисту підземних вод від забруднення, які використовуються для господарсько-питного водопостачання, є організація зон санітарної охорони (ЗСО) водозаборів підземних вод.

Отже, охорона підземних вод може виконуватися шляхом створення штучних геохімічних бар'єрів та комплексом профілактичних заходів.

Основною метою роботи було обґрунтування екологічної безпеки водопостачання в межах басейну річки Вільнянка з урахуванням гідрогеологічних умов захищеності підземних вод на прикладі свердловини №2009-ре.

В процесі виконання роботи повністю вирішені наступні завдання:

- визначені види забруднень, які надходять до басейну річки Вільнянка та виявлені відповідні джерела;
- виконаний аналіз і узагальнені дані про геолого-гідрогеологічні та геолого-технічні умови досліджуваної території - ділянки свердловини №2009-ре;
- визначенні параметри геолого-гідрогеологічної захищеності підземних вод на ділянці свердловини №2009-ре та проведено розрахунок геологічної захищеності підземних вод за методикою Гольдбера;
- виконаний розрахунок та надані обґрунтування зон санітарної охорони в радіусі свердловини №2009-ре;
- відповідно до розрахунків, надані рекомендації з підтримки екологічної безпеки межах басейну річки Вільнянка.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яковлев В. В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... д-ра геол. наук: 21.06.01 / Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2017. 351 с. Питьева К. Е. Гидрогеохимия. - М.: МГУ, 1988, 431 с.
2. Рудько Г.І. Гідрогеохімія: Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. - 255с.
3. Суярко В.Г. Гідрогеохімія (геохімія підземних вод): навчальний посібник / В.Г. Суярко, К. О. Безрук. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 112 с.
4. Костюченко М.М. Гідрогеологія та інженерна геологія: Підручник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 144 с.
5. Манюк О.Р., Семчук Я.М. Підземне захоронення високомінералізованих розсолів та основні заходи захисту від забруднень навколишнього середовища. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип.1. – с.37-42
6. Колодій В.В. Нафтогазова гідрогеологія: підручник / В.В. Колодій, І.В. Колодій, Б.Й. Маєвський. Івано-Франківськ: Факел, 2009. – 141 с.
7. Ляху М. В. Нафтогазопромислова геологія та гідрогеологія : підручник / М. В. Ляху, І. Р. Михайлів, М. І. Манюк. – Івано- Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 306 с.
8. Свіренко Л.П. Підземні води урбанізованих територій та пов'язані з ними проблеми / Л.П. Свіренко, О.І. Спирін, В.В. Яковлев // Коммунал. хоз-во городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2001. – Вип. 36. – С. 186–189.
9. Корнеєнко С.В. Методика гідрогеологічних досліджень: підручник. /[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.geology.knu.ua/media/library/docs/MHGR2015_H2P1opL.pdf, 2015 – 275 с.
10. Руденко Ф.А. Гідрогеологія / Ф.А. Руденко, О.Є. Попов. - К., 1975.
11. Лобода Н. С., Отченаш Н. Д. Підземні води, їх забруднення та вплив на навколишнє середовище : навч. посібник. – Одеса : Одеський держ. екол. ун-т, 2017. – 199 с.

12. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна геологія» (модуль 2 «Підземні води») (для студентів 3 курсу 6 семестру денної та 4 курсу 7 семестру заочної форм навчання напряму 6.040601 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Д. В. Дядін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 12 с.

13. Яцик А. В. Водогосподарська екологія : у 4 т., 7 кн. / А. В. Яцик. – Київ : Генеза, 2004. – Т. 4, кн. 6–7. – 680 с. – Книга шоста. Закони України про воду. Книга сьома. Нормативно-методичні документи про воду.

14. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2 т. / за ред. Е. А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є. О. Яковлева. – Чернівці : Букрек, 2011. – Т. 1. – 343 с. ; Т. 2. – 496 с.

15. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона / за ред. В. К. Хільчевського. – Київ : ВПЦ “Київський університет”, 2015. – 154 с.

16. ДСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”.

17. ДСТУ7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.

18. Яковлев В. В., Дмитренко Т. В., Дядін Д. В., Вергелес Ю.І. ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ СВЯТО-ПАНТЕЛЕЙМОНІВСЬКОГО ДЖЕРЕЛА У М. ХАРКІВ І СПОСІБ ЇЇ ВИРІШЕННЯ. Науковий вісник будівництва, 2020, т. 102, №4 200 doi.org/10.29295/2311-7257-2020-102-4-200-212<https://mydocx.ru/5-65184.html>

19. https://pidruchniki.com/1806020356637/ekologiya/zabrudnennya_klasifikatsiya

20. <http://www.ecologylife.ru/voda-i-zdorovje-2001/nitratne-zabrudnennya-poverhnevih-ta-gruntovih-vod-u-agrolandshaftah-lisostepu-ukrayini.html>

21. <https://uk.trendxmexico.com/novosti-i-obschestvo/75718-hto-takoe-teplovoe-zagryaznenie-okruzhayushey-sredy.html>

22. http://eprints.library.odeku.edu.ua/3406/1/Loboda_Otthenash_Pidzemni_vodi_2017.pdf

23. <https://infopedia.ua/3x899f.html>
24. <http://www.ormr.gov.ua/news/1895-rezultati-doslidzhennia-prob-vodi-richki-konka.html>
25. <http://vodavselo.info/howto/znayti-rishennya/10/>
26. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmpd/vaganov_inzhenerna_geologiya/1.3.htm
27. <https://629368.rozrobka-rekomendatsiy-schodo-pokraschennya-ohoroni-pi-dzemnih-mineralnih-zabrudnennya-visnazhennya>
28. Атлас Запорізької області / Гол. ред. Ф.В. Зузук. – К.: Укргеодезкартографія, 1997. – С. 11.
29. Геоморфологія Української РСР: навчальний посібник / За заг. ред. І.М. Рослого. - К.: Вища школа, 1990. - 287 с.
30. Фізична географія Запорізької області: Хрестоматія / Відп. ред. Л.М. Даценко. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – 200 с.
31. Стан підземних вод України, щорічник. – Київ : Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2018. – 121 с.
32. Методичні рекомендації щодо ведення моніторингу рівнів підземних вод на територіях міст та селищ (Наказ Мінкомунгоспу України від 15.09.2010 № 334).
33. Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Волкова Л. А., Пашенюк І. А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ : Генеза, 2007. – 360 с.
- Фондова література
34. Гідрогеологічний висновок за результатами робіт, які виконанні на свердловині №2009-ре (с.Вільноуланівське) з попереднім підрахуном запасів підземних питних вод. КП ПІВДЕНУКРГЕОЛОГІЯ .