

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

Факультет природничих наук та технологій
(факультет)
Кафедра гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студентки Базік Вероніки Олегівни
(ІПБ)

академічної групи 103-19-2
(шифр)

Спеціальності 103 Науки про Землю
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геологія»
(офіційна назва)

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

на тему: «Гідрогеологічні дослідження для переоцінки запасів підземних вод Причорноморського артезіанського басейну в міжріччі Дніпро-Молочна та розробка водоохоронних заходів»

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

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачка кафедри
гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)

« _____ » _____ 2023 року
(підпис) Загриценко А.М.
(прізвище, ініціали)

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

студентки Базік Вероніки Олегівни академічної групи 103-19-2
(прізвище та ініціали) _____ (шифр)

спеціальності 103 "Науки про Землю"

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

на тему «Гідрогеологічні дослідження для переоцінки запасів підземних вод
Причорноморського артезіанського басейну в міжріччі Дніпро–Молочна та
розробка водоохоронних заходів» затверджену наказом ректора НТУ
«Дніпровська політехніка» №284-с від 21.04.2023

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Охарактеризовані сучасні гідрогеологічні умови ділянок родовища та проаналізований багаторічний режим експлуатації водозаборів	17.04.2023-30.04.2023
Спеціальний	Оцінений взаємний вплив існуючих водозаборів міжріччя Дніпро-Молочна з врахуванням водовідливу Південно-Білозерського залізрудного родовища. Обґрунтований метод переоцінки запасів підземних вод та схематизовані природні гідродинамічні умови північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну. Визначені джерела формування запасів питних підземних вод та розроблені рекомендації щодо охорони надр та навколишнього природного середовища	01.05.2023-07.06.23

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Загриценко А.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

17.04.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії

07.06.2023

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Базік В.О.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 77 с., 13 рис., 8 табл, 20 джерел.

Об'єкт дослідження – гідродинамічні процеси, що формуються при експлуатації водозабірних споруд, в зоні впливу техногенних об'єктів.

Предмет досліджень – фільтраційні та ємнісні параметри продуктивних водоносних горизонтів.

Метою роботи є обґрунтування додаткових гідрогеологічних досліджень для переоцінки запасів підземних вод Причорноморського артезіанського басейну в міжріччі Дніпро–Молочна та розробка водоохоронних заходів

У вступі визначена проблема зміни гідродинамічних і гідрохімічних показників основних продуктивних водоносних горизонтів, що виникли під впливом шахтного водовідливу Південно-Білозерського залізрудного родовища (ПБЗРР) та інтенсивного відбору підземних вод для водопостачання населених пунктів. Визначена мета та задачі досліджень.

В загальній частині охарактеризовані сучасні гідрогеологічні умови ділянок родовища та проаналізований багаторічний режим експлуатації водозаборів.

В основній частині оцінений взаємний вплив існуючих водозаборів міжріччя Дніпро-Молочна з врахуванням водовідливу Південно-Білозерського залізрудного родовища. Обґрунтований метод переоцінки запасів підземних вод та схематизовані природні гідродинамічні умови північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну. Визначені джерела формування запасів питних підземних вод та розроблені рекомендації щодо охорони надр та навколишнього природного середовища.

Ключові слова: ЗАПАСИ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ВОДОПРОВІДНІСТЬ, ЄМНІСТЬ, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, СХЕМАТИЗАЦІЯ УМОВ І ПАРАМЕТРІВ, МОНІТОРИНГ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ТА РАЙОНУ РОБІТ	6
1.1 Адміністративне і географічне положення району робіт ...	8
1.2 Геоморфологія	10
1.3 Гідрографія	12
2 ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РАЙОНУ РОБІТ .	18
2.1 Стратиграфія	18
2.2 Гідрогеологічні умови	25
2.2.1 Ґрунтові води	25
2.2.2 Міжпластові води	27
3 АНАЛІЗ РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД РОДОВИЩА	35
3.1 Мелітопольський водозабір підземних вод	38
3.2 Ново-Пилипівський водозабір підземних вод	41
4 ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД	45
4.1. Характеристика території району робіт згідно умов захищеності підземних води	49
4.1.1. Характеристика слабкопроникних порід зони аерації та водотривів	49
4.1.2. Характеристика району робіт згідно умов захищеності ґрунтових та міжпластових вод	51
4.2 Геолого-екологічна характеристика ґрунтів району робіт	52
5 ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПРІСНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД	53
5.1 Схематизація природних умов	54
5.2. Визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів і обґрунтування вихідних даних для підрахунку експлуатаційних запасів підземних вод	57

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОХОРОНИ НАДР ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	66
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72
Додаток 1 Сертифікат участі в конференції	74
Додаток 2 Відгук керівника	75
Додаток 3 Відгук рецензента	76
Додаток 4 Довідка про перевірку на плагіат	77



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

ВСТУП

У Запорізькій області, що відрізняється складними природними умовами водопостачання, а саме низькою якістю води у поверхневих джерелах, їх невеликими витратами і дуже нерівномірним розподілом по площі, прісні підземні води мають вирішальне значення для водозабезпечення населення регіону питною водою.

Актуальність дійсних досліджень обумовлена значними змінами гідродинамічних і гідрохімічних показників основних продуктивних водоносних горизонтів на території досліджень, що виникли за останні роки під впливом шахтного водовідливу на Південно-Білозерському залізорудному родовищі (ПБЗРР) та інтенсивного відбору підземних вод для водопостачання населених пунктів.

Тому метою роботи є обґрунтування додаткових гідрогеологічних досліджень для переоцінки запасів підземних вод Причорноморського артезіанського басейну в міжріччі Дніпро–Молочна та розробка водоохоронних заходів. Основні завдання, вирішені в роботі наступні:

1. оцінка сучасних гідрогеологічних умов ділянок родовища та аналіз багаторічного режиму експлуатації водозаборів;
2. оцінка взаємовпливу (зрізки рівнів підземних вод) існуючих водозаборів території міжріччя Дніпро-Молочна з врахуванням водовідливу Південно-Білозерського залізорудного родовища;
3. обґрунтування методу переоцінки запасів підземних вод та схематизація природних гідродинамічних умов північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну;
4. визначення джерел формування і забезпеченості експлуатаційними запасами питних підземних вод;
5. розробка заходів і рекомендації щодо охорони надр та навколишнього природного середовища.

Об'єкт дослідження – гідродинамічні процеси, що формуються при експлуатації водозабірних споруд, в зоні впливу техногенних об'єктів.

Предмет досліджень – фільтраційні та ємнісні параметри продуктивних водоносних горизонтів.

Результати досліджень довідались на конференції «Тиждень студентської науки» (Додаток 1), тези опубліковані в електронному збірнику матеріалів конференції https://science.nnu.org.ua/ua/conferences/week_of_stud_science_archive.php



КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ТА РАЙОНУ РОБІТ

Актуальність вивчення гідрогеологічних умов південно-західної частини Запорізької області (надалі регіону), яка відноситься до північно-східного крила Причорноморської западини в межах міжріччя Дніпро–Молочна, обґрунтована масштабами змін режиму підземних вод основних водоносних горизонтів під впливом техногенних факторів.

На півночі регіон обмежений Придніпровським, на сході – Приазовським виступами кристалічного фундаменту Українського щита, на заході адміністративною границею Запорізької області, на півдні – Азовським морем.

1.1. Адміністративне і географічне положення району робіт

Район робіт розташований в південно-західній частині Запорізької області в межах Мелітопольського, частково Приазовського і Михайлівського адміністративних районів; ця територія відноситься до басейну р. Молочна і охоплює північно-східне крило Причорноморської западини (рис. 1.1).

Площа району робіт приблизно збігається з розмірами утвореної депресійної воронки в бучацькому водоносному горизонті. Границями району є: на півночі – широта, що проходить через північну околицю с. Світлодолинське; на півдні – широта північної околиці смт. Приазовське; на сході – довгота смт. Приазовське – с. Астраханка; на заході – довгота селищ Тимошівка–Золота Долина.

Детальні гідрогеологічні дослідження проведені в межах двох ділянок: Мелітопольської, яка розташована в межах адміністративних границь м. Мелітополя і Ново-Пилипівської – в районі селищ Новопилипівка, Зарічне, Травневе.

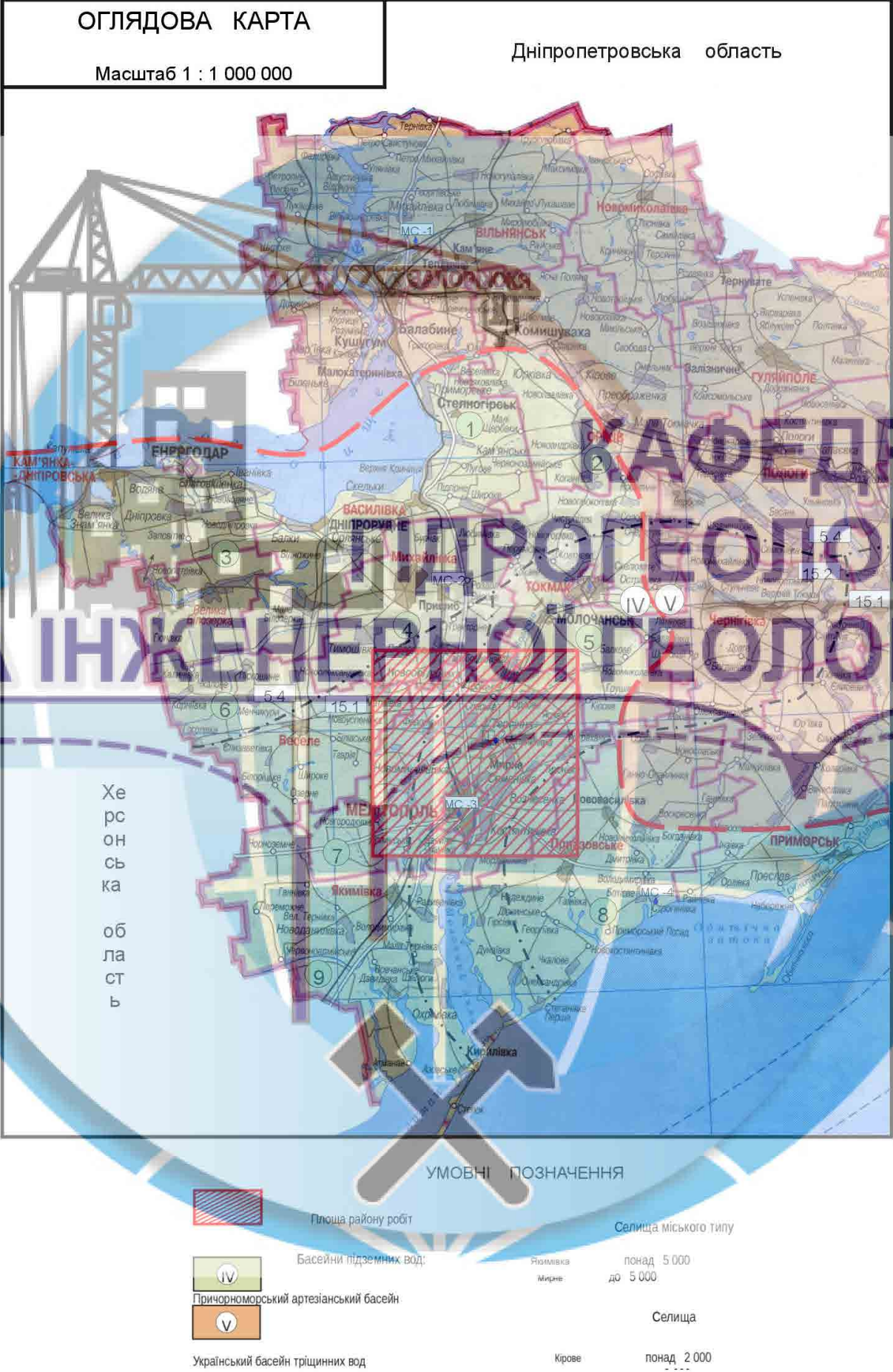


Рисунок 1.1 – Оглядова карта району досліджень

1.2. Геоморфологія

У сучасному вигляді регіону головну роль відіграють лесові акумулятивні рівнини міжрічних просторів. Рельєф місцевості в цілому одноманітний з морфологічно невиразними водно-ерозійними формами. Абсолютні позначки поверхні змінюються від 5–20 на півдні до 90 м на півночі, до 100–160 м і більш на західному схилі Приазовської височини. Основним елементом розчленування є ріки, які течуть з Приазовської височини. Високі праві береги порізані балками, рідше ярами. Перевищення вододілів над тальвегами долин рік і балок складає 20–50 м. У межах міжріччя низовина має рівну, майже нерозчленовану, а на захід від р. Молочної – безстічну поверхню, яка ускладнена пологими балками та замкнутими подовими зниженнями. Діаметр подів варіює від декількох метрів до 10 км. Глибина окремих досягає 10 м.

Район робіт в геоморфологічному відношенні відноситься до Північно-західного Приазов'я. Рельєф території являє собою слабо хвилясту степову рівнину, яка поступово знижується до Азовського моря.

На рівнинному фоні виділяються окремі геоморфологічні елементи (рис. 1.2):

1. Структурно-денудаційна лесова рівнина на кристалічному докембрійському фундаменті, з висотними позначками 100–160 м і більше — західна околиця Приазовської височини.
2. Денудаційно-акумулятивна рівнина на неогеновій основі з позначками 70–90 м — на захід від р. Молочна і на північ від с. Терпіння.
3. Пізньопліоценові алювіальні, алювіально-озерні і дельтові (VI тераси) рівнини, перекриті лесовими породами — на південь від широти с. Терпіння до Азовського моря. Позначки поверхні поступово знижуються з 50 м до 15–10 м.
4. Раньоплейстоценові алювіальні і алювіально-дельтові (V тераси) рівнини, перекриті лесовими утвореннями — долина р. Молочна.
5. Середньоплейстоценові (IV і III) алювіальні тераси перекриті пізньоплейстоценовими лесовими породами — долина р. Молочна.

6. Нерозчленований комплекс пізньоплейстоценових терас — долина р. Молочна;
7. Пізньоплейстоценові (II і I) тераси — долина р. Молочна;
8. Сучасні заплавні і лиманні тераси — долина р. Молочна.



Рисунок 1.2 – Геоморфологічна будова Запорізької області [1]

За своїм рельєфом територія Мелітопольського водозабору поділяється на нагірну (вододільну) і долинну (I-а надзаплавна тераса і заплава р. Молочна) частини.

Нагірна частина території прорізана балками Кізіярською і Піщанською, які впадають в р. Молочну. Ці балки поділяють місто на три ділянки: північну (Червону гірку), центральну і південну. Найвищі позначки поверхні припадають на північну ділянку.

Ділянка Ново-Пилипівського групового водозабору розташована на I-й та II-й надзаплавних терасах лівого берега р. Молочна, між гирлами лівих притоків Арабки і Юшанли. Позначки поверхні ділянки знаходяться в межах від 10 до 25 м. У північній околиці с. Новопилипівка, в центральній частині ділянки, розташована неглибока балка з пологими схилами.

1.3. Гідрографія

Площа регіону належить до трьох річкових басейнів (див. рис. 1.1):

- р. Дніпра від Кременчуцької ГЕС до Каховського водосховища;
- р. Молочної;
- малих річок Північного Приазов'я.

Гідрографічна сітка регіону, основні риси якої сформовані в неогені, несе чіткі сліди, пов'язані з лінією субмеридіальних тектонічних порушень, які обумовили специфіку утворення річкових долин, їх терас та лиманів. Наприклад, зона Кінцького широтного розлому є лінією головного вододілу річок Азовського моря та Дніпра. Молочанський і Азово-Павлоградський розломи оконтурюють Молочанський грабен, до якого належить долина р. Молочної.

Головною водною артерією регіону є р. Дніпро. В межах регіону в Дніпро впадає декілька притоків, з яких найбільшим є р. Кінка. До Азовського морського басейну відносяться малі степові річки Північного Приазов'я: Молочна, Тащенак, Лозуватка, Малий Утлюк, Великий Утлюк, Корсак, Домузгла.

Річки регіону, крім Дніпра мають довжину, в основному, до 100 км і тільки дві з них (Молочна і Кінка) — до 200 км. Ширина річних долин змінюється від 50–700 м у верхів'ях до 2–5 км у гирла. Схили долин більшою частиною пологі, висотою від 5–10 до 40–60 м, переважно розорані, іноді задерновані. Схили долин Дніпра, Кінки і Молочної терасовані. Заплави річок сухі, лугові, на окремих ділянках заболочені. Русла річок звивисті. Ширина водостоків змінюється в межах від 3–5 до 30–50 м. Ширина Дніпра в районі Каховського водосховища досягає 24 км.

Ухили річок незначні. Швидкість течії за звичай складає 0,1–0,3 м/сек. За своїм режимом річки відносяться до типу рівнинних, переважно снігового та дощового живлення. Як правило, є гідралічний зв'язок поверхневих вод з ґрунтовими водами алювіальних відкладів. Найбільш виразно він спостерігається в межах надзаплавних терас Дніпра в Кам'янсько-Дніпровському районі, де для зняття підпору ґрунтових вод експлуатуються дренажні системи.

Сумарний річний стік річок Північного Приазов'я менший за 1 км^3 , що початково не достатньо для розвитку регіону. Тому, ще в 1982 році було почато будівництво Приазовської зрошувальної системи для площі біля 90 тис. гектарів. Для забезпечення приазовських міст Мелітополь, Бердянськ та інших населених пунктів дніпровською водою було розпочато будівництво водоводу з Каховського водосховища.

Води річок регіону не придатні для господарчо-питного водопостачання. Вони мають мінералізацію від 2 до 5 г/дм^3 і загальну жорсткість $15\text{--}50 \text{ моль/м}^3$. Вода Дніпра, яка має мінералізацію $0,25\text{--}0,40 \text{ г/дм}^3$ і загальну жорсткість $2\text{--}4 \text{ моль/м}^3$, придатна для пиття після належної підготовки. За сумарним показником поверхневі води регіону мають помірну та підвищену ступень забрудненості. Джерелами забруднення поверхневих вод є скид забруднених господарчо-побутових вод, стічних вод промислових підприємств і тваринницьких комплексів, а також неупорядковане зберігання нафтопродуктів, мінеральних добрив і отрутохімікатів. У Дніпро і Московку в

останні роки щорічно скидається 260–290 млн. м³ забруднених та недостатньо очищених стічних вод промислових підприємств м. Запоріжжя, в Молочну 9–11 млн. м³ підприємствами міст Токмака та Мелітополя [2]. Основними забруднюючими інгредієнтами стічних вод Запоріжжя є нафтопродукти, феноли, жири, аміак, залізо, а Мелітополя — хром, цинк і мідь.

Найбільш велика річка району робіт — Молочна, бере початок на Приазовському кристалічному масиві біля смт. Чернігівка і тече на захід до м. Токмака. Надалі вона круто повертає на південь і перетинає весь район робіт біля селищ Терпіння, Семенівки, Вознесенки, Костянтинівки, Мордвинівки і міста Мелітополя. Від джерела до впадіння в Молочний лиман, річка має довжину 197 км, середнє нахилення — 1,2 м/км. Долина р. Молочної прорізає осадові відклади на глибину 20–40 м до сарматських, а на південь від м. Мелітополя до киммерійських відкладів. У долині ріки виділяються: заболочена заплава шириною до 3 км, I-а, II-а і III-тя надзаплавні тераси, поширені крім I-ої, тільки на лівому березі. Правий схил ріки дуже крутий, лівий пологий.

Загальна ширина долини р. Молочної досягає 10–15 км, ширина русла від 2–4 м у верхів'ї, до 10–20 м у середній і нижній течіях, при найбільшій глибині 3,5 м. Місце впадіння р. Молочної в лиман уявляє собою плавні. Площа водозбору складає 3450 км². З лівого боку р. Молочна приймає притоки річок Кульман, Юшанли і Арабка. Правобережні притоки відсутні. З цього берегу в її долину врізаються тільки декілька крупних балок.

Спостереження за гідрологічним режимом р. Молочна виконуються на гідрологічних постах м. Токмака і с. Терпіння (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Загальні відомості про гідрологічні пости р. Молочна

Гідропост	Місце розташування	Абсолютна позначка нуля посту, м	Площа водозбору, км ²	Період дії посту	Початок вимірювання витрат води
ГП-1	центральна частина м. Токмак, 130 км від гирла р. Молочна	36,69	760	з 04.1944 р.	з 1950 р.
ГП-2	південно-східна околиця с. Терпіння, 60 км від гирла р. Молочна	8,70	2780	з 12.1954 р.	з 1957 р.

Режим р. Молочної суттєво порушений штучно утвореними гідротехнічними спорудами (водоймищами та ставами), які акумулюють снігові талі води та води паводків (рис. 1.3). Загальна площа водоймищ становить 495 га, об'єм — 14,54 млн. м³ (табл. 1.2). Крім того в басейні є стави загальною площею 849 га, об'ємом 14,4 млн. м³.

Таблиця 1.2

Водосховища басейну р. Молочна

№№ п./п.	Назва водоймища	Розташування	Площа, га	Об'єм, млн. м ³
1	Чернігівське	р. Молочна, вище поста м. Токмак	81	2,72
2	Чингульське	р. Чингул, права притока р. Молочна	123	1,94
3	Новоказанкувате	р. Каїнкулак, права притока р. Молочна	35	1,08
4	Каїнкулакське	р. Каїнкулак, права притока р. Молочна	128	6,15
5	Юшанлинське	р. Юшанли, ліва притока р. Молочна	46	1,39
6	Кіровське	р. Крульман, ліва притока р. Молочна	82	1,26
Разом водоймища р. Молочна			495	14,54

З встановленням мінусових температур повітря на річці починаються процеси льодоутворення, які тривають 1-1,5 місяця. Початок льодоходу - в березні. Підйом рівня на весні - з кінця лютого або з початку березня. Весняний паводок характеризується інтенсивним підйомом рівня води з середньою висотою 220 см, в окремі роки досягає максимуму 400 см. Спад

паводку відбувається менш інтенсивно ніж підйом і триває до кінця квітня або початку травня. Тривалість паводку 1-2 місяця.

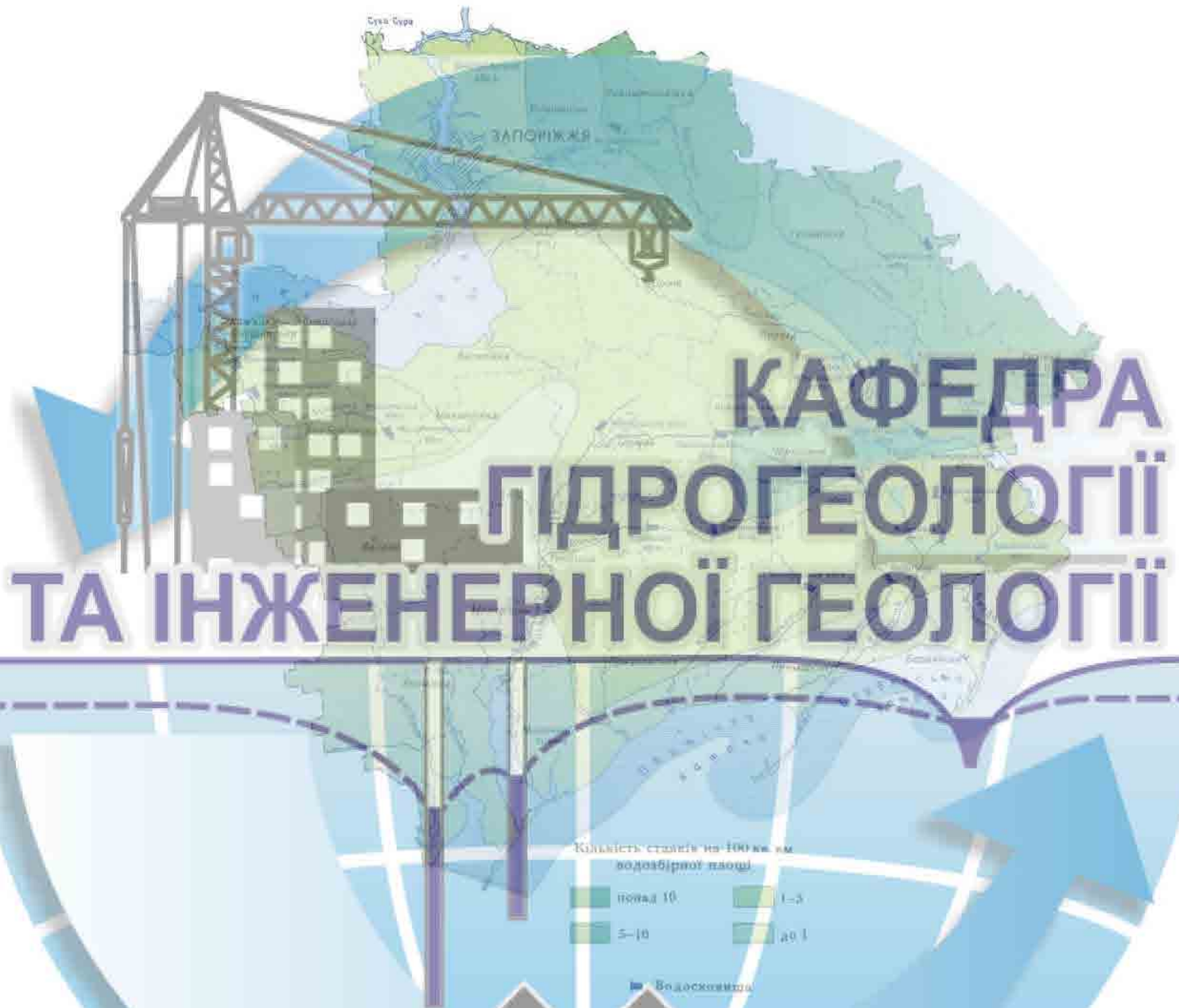


Рисунок 1.3 – Поверхневі води та гідротехнічні споруди [1]

Витрати річки незначні. За багаторічними даними, середня річна витрата води р. Молочна біля гідропосту м. Токмак склала $0,94 \text{ м}^3/\text{сек}$, біля гідропосту с. Терпіння — $1,67 \text{ м}^3/\text{сек}$. Відомості про витрати води р. Молочної різної забезпеченості наведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Витрати води р. Молочна різної забезпеченості, $m^3/сек$

Гідрологічний пост	Витрати води	Забезпеченість, %			
		50	85	90	95
ГП-1 м. Токмак	Середньорічна	0,90	0,56	0,48	0,36
	Мінімальні 30-денні зимового періоду	0,66	0,32	0,25	0,14
	Мінімальні 30-денні періоду відкритого русла	0,45	0,19	0,13	0,07
	Середньодобові зимового періоду	0,53	0,17	0,08	0,01
	Середньодобові періоду відкритого русла	0,37	0,11	0,08	0,04
ГП-2 с. Терпіння	Середньорічна	1,35	0,63	0,55	0,48
	Мінімальні 30-денні зимового періоду	0,72	0,30	0,25	0,15
	Мінімальні 30-денні періоду відкритого русла	0,14	0,02	0,01	0,00
	Середньодобові зимового періоду	0,48	0,16	0,10	0,02
	Середньодобові періоду відкритого русла	0,07	0,00	0,00	0,00

Поверхневі води р. Молочної не придатні для питних та інших цілей водопостачання. Сухий залишок перевищує 3 г/дм^3 , а загальна жорсткість 25 моль/м^3 [3]. Крім того, в річку здійснюється масовий скид забруднених і недостатньо очищених побутових та виробничих стоків, що сильно забруднює річку у санітарному і токсичному відношеннях.

З трансгресією і регресією моря пов'язано формування лиманів і озер степової рівнини Північного Приазов'я, які являють собою затоплені морем гирла річок. Найбільшими лиманами є Утлюкський та Молочний.

Молочний лиман - водоймище, утворене в нижній течії р. Молочна при впаданні в Азовське море. Довжина лиману з півночі на південь - 35 км, середня ширина - 5–10 км, площа - 168 км^2 , глибина 0,5–3 м [4]. Живлення лиману відбувається переважно за рахунок морської води.

Утлюкський лиман - велика морська затока. Федотова коса і Бірючій острів протягом 45 км відділяють його від Азовського моря. Довжина лиману від гирла р. М. Утлюк до виходу в море - 55 км, максимальна ширина - 11–13 км, площа - 700 км^2 , глибина - до 6–6,5 м, мінералізація води від 12 до 15 г/дм^3 [4]. Порівняно з Молочним лиманом Утлюкський більш глибоководний. Зв'язок лиману з морем забезпечує відносно постійний гідрологічний режим.

2. ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

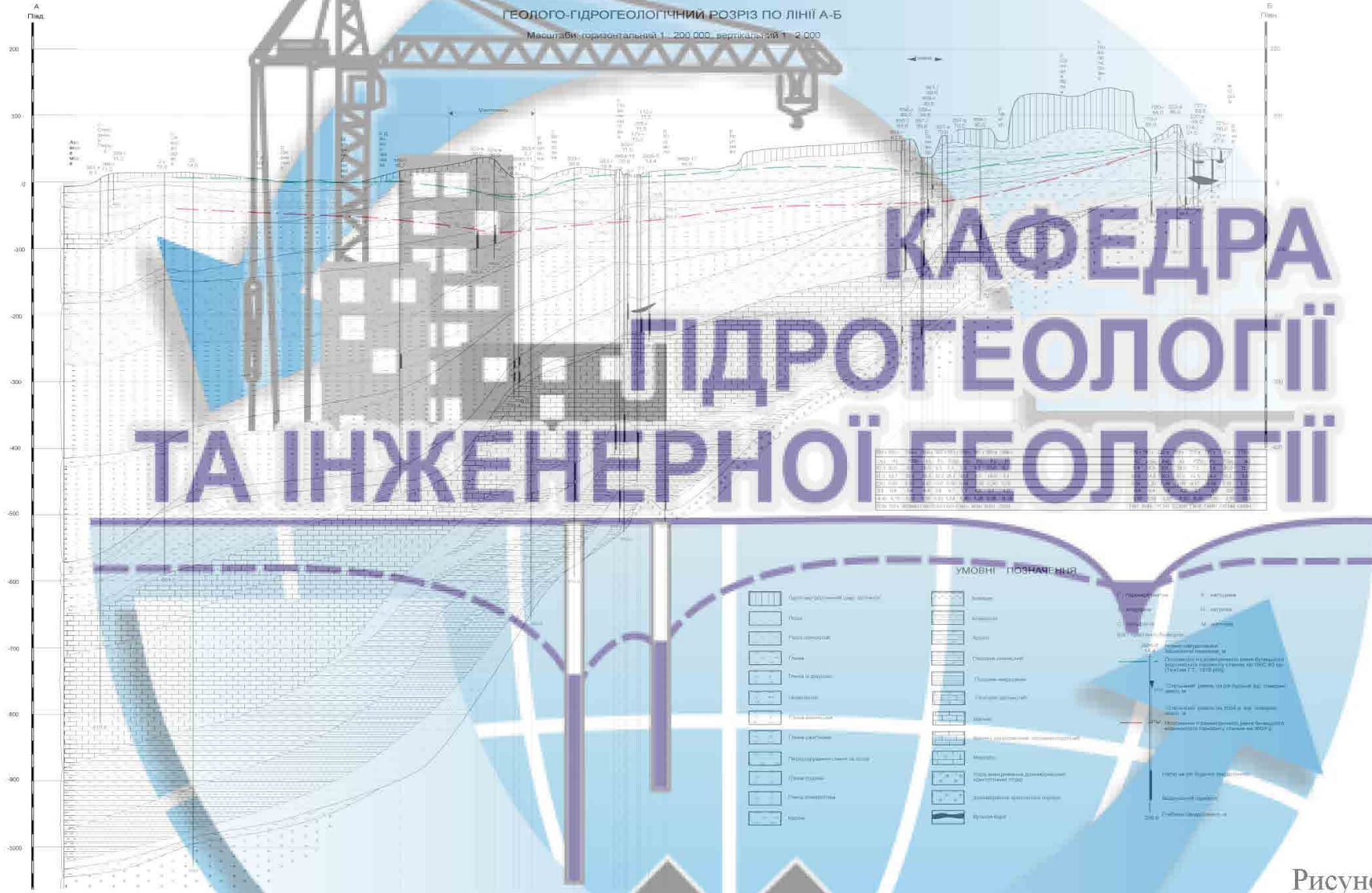
2.1. Стратиграфія

Геологічна будова регіону характеризується блоковою структурою кристалічного фундаменту; моноклинальним заляганням порід осадового комплексу; тісним зв'язком блокової будівлі фундаменту з процесами осадковідкладення; неотектонічним рухом різного напрямку. Поверхня фундаменту нахилена на південний захід і має ступінчастий характер.

Кристалічний фундамент на території покритий осадовими відкладами мезо-кайнозойського віку, розчленованими на значну кількість ярусів. Наявність відкладів палеозою в межах регіону не встановлена. Потужність осадових порід зростає від 30 м на півночі до 1000 м на південному заході.

ДОКЕМБРІЙ (РС) Породи докембрію досить добре вивчені на Приазовському кристалічному масиві; в межах Причорноморської западини розкриті окремими свердловинами. Крім того, вони детально охарактеризовані на ПБЗРР. На півночі регіону в долинах Дніпра і Кінки, кристалічні породи виходять на денну поверхню, а в південно-західному напрямку занурюються на глибину до 1000 м і більше (рис. 2.1).

МЕЗОЗОЙ-КАЙНОЗОЙ (Mz-Kz) Процесами вивітрювання охоплені всі різновиди докембрійських порід. Потужність кори вивітрювання невитримана і змінюється від 5 до 50 м. Кора вивітрювання гнейсів, мігматитів і гранітів поділяється на гідрослюдисту і каолінову, яка представлена глиноподібними рихлими і щільними породами. Колір їх білий, сірий, рожевий, зелено-сірий, інколи сіро-червоний за рахунок гідроокислів заліза. Кора вивітрювання амфіболітів відрізняється світлим сіро-зеленим кольором і меншою міцністю.



Геолого-гідрологічний профіль за напрямком Південь-Північ

Рисунок 2.1 –

МЕЗОЗОЙ (Mz) Мезозойські породи розповсюджені, головним чином, в південній і центральній частинах регіону; представлені доволі потужною товщею крейдових відкладів, які залягають, як правило, на порівняно значних глибинах під відкладами палеогену.

Породи крейдової системи (K) на денну поверхню не виходять, залягають в районі на глибинах 90–350 м.

В нижньому відділі (K_1) виділені аптській і альбський яруси. Залягають вони на кристалічних породах докембрію і продуктах їх руйнування. В районі робіт вони поширені повсюдно.

Глибина залягання покрівлі нижньокрейдових відкладів збільшується з півночі на південь від 290 до 600 м (абс. позначки мінус 270–570 м), з поступовим нахилом на південь. Потужність відкладів складає від 40 до 150 м і збільшується в південному напрямку. Нижньокрейдові відклади представлені, в основному, алевrolітами, аргілітами, глинами, пісковиками і пісками.

Відклади верхнього відділу (K_2) залягають трансресивно на відкладах нижньої крейди і перекриваються утвореннями палеогену.

Представлені відклади, переважно, мергелями, пісковиками, пісками і алевритами. Загальна потужність відкладів змінюється від 20–30 до 100–150 м, а на півдні регіону вона досягає 250 м. Абсолютні позначки покрівлі відкладів поступово збільшуються з півночі на південь від мінус 100–120 м в районі м. Токмак, мінус 300–400 м в м. Мелітополі до мінус 650 м у с. Степанівка Перша (узбережжя Азовського моря).

КАЙНОЗОЙ (Kz) Представлений палеогеновими, неогеновими та четвертинними осадовими відкладами (рис. 2.2).

Відклади палеогенової системи (P) поширені на всій площі регіону, але окремі стратиграфічні горизонти мають обмежене розповсюдження, або зовсім відсутні.

Палеоценові відклади (P_1) представлені, в основному, темно-сірими глинами і глауконітово-кварцовими пісками, вапняком, пісковиком і залягають між верхньою крейдою і буцацької світою. Потужність їх складає не більш 10

м. У Молочанському грабені потужність палеоценових пісків (м. Токмак) збільшується до 20–30 м.

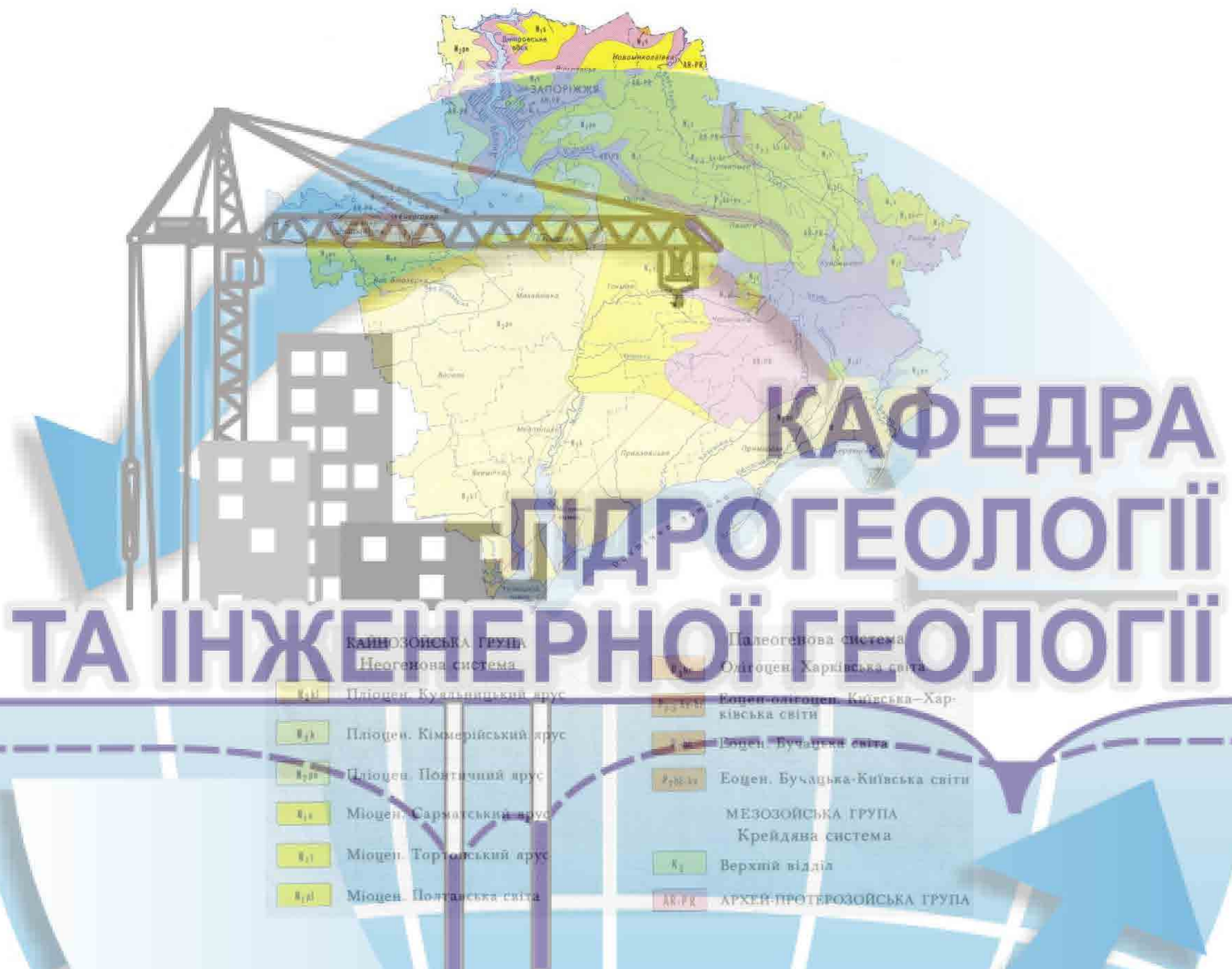


Рисунок 2.2 – Геологічна будова району досліджень [1]

Відклади середнього еоцену (бучацька світа (P_{2bc}) в межах регіону представлені морською та континентальною фаціями. Найбільш широко поширені континентальні відклади. Залягають вони з незначним нахилом на південь і південний захід.

Абсолютні позначки покрівлі бучацьких відкладів складають в районах: м. Оріхова - плюс 32 м; м. Токмака - мінус 80 м; м. Мелітополя - мінус 270 м, на південь і південний захід від м. Мелітополя позначки покрівлі різко зменшуються, що свідчить про наявність тут перегину, після якого падіння шарів становиться більш крутим. Потужність відкладів 20–50 м.

Представлені відклади, в основному, сірими і світло-сірими різнозернистими, іноді крупнозернистими, гравелістими, часто вуглистими, пісками, менше темно-сірими, чорними вуглистими глинами і каолінами.

Морські відклади встановлені на південь від м. Мелітополя. Представлені вони нумулітовими вапняками, вапняковими пісковиками і глинами. Загальна потужність не більш 10 м.

Піщані шари середнього еоцену перекриваються пластичними голубуватими мергелістими глинами верхнього еоцену (київського ярусу (P_2kv)), в нижніх частинах зустрічаються піщані прошарки. Загальна потужність відкладів зростає з півночі на південь. Наприклад, потужність відкладів київського ярусу у Василівки складає 18,1 м, в Мелітополі - 85,5 м, у с. Степанівка Перша - більш 150 м. Абсолютні позначки глибин залягання змінюються від мінус 60 м на півночі до мінус 420 м на півдні.

Значно поширені на площі регіону вище залягаючі олігоценові відклади харківського ярусу (P_3hr), складені сіро-зеленими та зеленими глинами з прошарками глауконітових пісків, а також сильно глинистими пісками. Загальна потужність відкладів зростає з півночі на південь. Абсолютні позначки глибин залягання змінюються від плюс 60 м на півночі (район м. Оріхів) до мінус 180 м на півдні.

Відклади неогенової системи (N) представлені потужною товщею міоцену і пліоцену.

У товщі міоцену найбільш древніми є відклади тортонського ярусу (N_{1t}) потужністю від декількох метрів до 100 м, які представлені дрібнозернистими пісками і зеленими піщаними глинами із залишками фауни. Абсолютні позначки поверхні поступово змінюються від плюс 30–40 м на півночі до мінус 160 м і більше на півдні.

Сарматський ярус (N_{1s}) представлений нижнім, середнім і верхнім підярусами. Нижньосарматський підярус представлений глинами з прошарками пісків і черепашки, загальною потужністю 15 м. Середньосарматський підярус найбільш широко розповсюджений з усіх відкладів міоцену, літологічний склад

його різноманітний. Мають перевагу вапняки, на півночі розвинуті глини. Потужність відкладів у північних районах біля 10 м, в південних — до 70 м. Верхньосарматський ярус представлений, у південних районах, головним чином, вапняками з прошарками глин і мергелів, а на північ вапняки заміщуються мергелями та глинами. У північній та східній частинах поширення верхньосарматських відкладів з'являються піски. Загальна потужність 5–12 м, на півночі досягає 45 м.

Відклади пліоцену (N_2) представлені понтичним, кіммерійським і куяльницьким ярусами.

Понтичний ярус (N_{2pn}) поширений на захід від долини р. Молочна і представлений переважно вапняками, у меншій мірі глинами і пісками, загальною потужністю 3–20 м. Іноді в підшві і покрівлі залягають піски. Відклади розкриваються на правому схилі долини р. Молочна.

Кімерійський ярус (N_{2km}) поширений в межах верхньопліоценової тераси Азовського моря, на південь від широти с. Новомиколаївка – с. Новопилипівка. Відклади представлені темними глинами, дрібнозернистими пісками і буровато-зеленими залізистими пісковиками. Загальна потужність коливається від 5–10 до 50–60 м. Абсолютна позначка покрівлі знаходиться в межах від 0 до мінус 24 м.

Куяльницький ярус (N_{2kj}) поширений, здебільшого, на тій самій площі, що і кіммерійський (оточуючи Приазовський кристалічний масив з півдня у вигляді смуги від 10 до 25 км). Залягають вони на кімерійських відкладах і перекриті верхньопліоценовими і ніжньопліоценовими алювіальними утвореннями. В сучасній долині нижньої течії р. Молочна і в Молочному лимані куяльницькі відклади розмиті, і сучасний алювій залягає безпосередньо на відкладах кімерійського ярусу. Куяльницькі відклади представлені глинами, дрібно- і тонкозернистими сіро-зеленими пісками, алевритами, які чергуються в розрізі. Середня потужність куяльницьких утворень 10–15 м, мінімальна (до 5 м) - на північних околицях розповсюдження, максимальна (30–40 м) - на півдні.

Верхньопліоценові континентальні відклади (N_2^3) залягають на куяльницьких відкладах, в ряді випадків на породах понта, сармата. Представлені червоно-бурими глинами, потужність яких змінюється від 1-2 до 45 м. В межах верхньопліоценової морської тераси спостерігається перешарування червоно-бурих глин і дрібнозернистих пісків, розповсюджених на всій території регіону за винятком долин рік та крупних балок.

Відклади четвертинної системи представлені морськими і континентальними утвореннями, з яких найбільш поширені лесові суглинки і значно менш – піщано-глинясті алювіальні і морські відклади.

До нижньочетвертинних відкладів (Q_I) відносяться відклади IV-ої тераси Дніпра, V-ої тераси р. Молочна, а також верхня частина червоно-бурих глин.

Середньочетвертинні відклади (Q_{II}) представлені морськими утвореннями узбережжя Азовського моря, алювієм III-ої тераси Дніпра і III, IV-ої терас р. Молочна. Алювіальні утворення представлені різнозернистими пісками, супісками і алевритами, перекритими товщею лесових суглинків. Потужність алювію р. Молочна змінюється від 6 до 15 м.

Верхньочетвертинні відклади (Q_{III}) поширені на пересипах лиманів, на узбережжі Азовського моря утворюють терасу висотою 1–2 м, а на пересипі Молочного лиману вони залягають на глибині 12–15 м. Відклади II-ої і I-ої терас і дельтові утворення Дніпра і Молочної також відносяться до верхньочетвертинних.

До сучасних (Q_{IV}) відносяться лиманно-морські утворення, представлені піщаними і мулово-глинистими відкладами кос, пересипів, пляжем і донними опадами, а також алювіальні відклади перших терас і заплав рік. Лесові суглинки бурого і пального кольору потужністю 10–20 м, а іноді до 35–40 м покривають всі більш давні відклади. Вони відносяться до нерозчленованої товщі нижньо-, середньо- і верхньочетвертинних відкладів.

2.2 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови регіону, незважаючи на порівняно просту його геологічну будову, досить складні. Невитриманість відкладів в розрізі і часте чередування водовміщуючих і водотривких порід обумовили утворення значної кількості ізольованих водоносних горизонтів та комплексів. Для території характерна також зміна мінералізації і поширення солонуватих і солоних підземних вод.

Підземні води північно-східного крила Причорноморської западини приурочені до зони тріщинуватості кристалічних порід і продуктів їх руйнації; до осадових відкладів крейди, палеогену, неогену і четвертинного віку.

За ступенем водообміну в надрах регіону виділяються зони інтенсивного і ускладненого водообміну. До зони інтенсивного водообміну, яка на півночі досягає потужності 300 м, а на півдні більше 200 м, відносяться всі водоносні горизонти на північ від широти с. Велика Білозерка; в межах смуги широтного простору між селами Велика Білозерка і Веселе вплив інтенсивного водообміну проявляється до палеогенового (бучацького) водоносного горизонту; на південь від широти с. Фрунзе до зони інтенсивного водообміну відносяться водоносні горизонти, заключені у відкладах молодше тортонського віку. Водоносні горизонти, що приурочені до відкладів палеогенового і крейдового віку на південь від м. Мелітополя відносяться до зони ускладненого і дуже ускладненого водообміну і характеризуються підвищеною мінералізацією ($5-73 \text{ г/дм}^3$) з перевагою хлоридного натрієвого складу вод [3].

2.2.1 Ґрунтові води

На території регіону ґрунтові води приурочені до сучасних, верхньо-, середньо- і нижньочетвертинних алювіальних, морських, лиманно-морських, лиманних, еолово-делювіальних і неогенових відкладів.

Водоносний горизонт сучасних, верхньо-, середньо- і нижньочетвертинних алювіальних відкладів (aQ_{I-IV}) розповсюджений в долинах рік. Водовміщуючими породами є різнозернисті

піски, супіски, котрі перешаровуються з суглинками і мулом. Водоносний горизонт безнапірний. Потужність обводнених відкладів змінюється від 0,5–1 до 8–10 м, а в долинах крупних річок досягає 20–30 м. Глибина залягання рівня поверхні ґрунтових вод коливається від 1 до 20 м і залежить від рельєфу місцевості, положення рівня поверхневих вод, а також ефективності дренажних та зрошувальних систем (свердловин, каналів). Водопровідність горизонту змінюється від 0,1 до 60 м²/добу і залежить від складу водовміщуючих порід. Води за якістю відрізняються мінливістю, величина сухого залишку змінюється від 0,2 до 9 г/дм³, а загальна жорсткість від 2,5 до 70 моль/м³. Незахищеність ґрунтових вод, забруднення з поверхні землі і тісний зв'язок з поверхневими водами обумовлює високу ймовірність забруднення вод нітратами, пестицидами, важкими металами. Нерідко відзначаються випадки відхилення за бактеріальними показниками, що зростають влітку.

Водоносний горизонт сучасних морських, лиманних і лиманно-морських відкладів (*m, l, lmQIV*) розповсюджений уздовж берегової лінії Азовського моря і лиманів. Водовміщуючими є кварцові піски з черепашкою, потужність яких змінюється від 2 до 10 м. Глибина залягання рівня ґрунтових вод змінюється від 0 до 2 м. Підземні води відрізняються підвищеною мінералізацією. Величина сухого залишку складає 5–14 г/дм³, а на окремих ділянках сягає 50–60 г/дм³.

Практичного значення для водопостачання населених пунктів не має.

Водоносний горизонт в нижньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних суглинках (*ed QI-III*) розповсюджений на всій вододільній частині регіону, крім схилів балок і долин рік. Нижнім їх водотривом є, як правило, червоно-бурі глини. Глибина їх залягання від 1 до 10–20 м. На молодих терасах червоно-бури глини відсутні і леси залягають на алювіальних пісках. Потужність обводнених порід від 0,5 до 4 м, рідше до 15–20 м. Суглинки мають низку водозбагаченість. Коефіцієнти фільтрації суглинків змінюються від 0,001 до 0,01 м/добу. Дебіти джерел складають десятки долі м³/год, а колодязів не перевищують 1 м³/год. Вода, в основному,

солонувата та солонна. Величина сухого залишку змінюється від 0,6 до 6–10 $г/дм^3$, загальна жорсткість — від 6 до 50 $моль/м^3$. Хімічний склад води, в основному, сульфатний і гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий. У водах у більшості випадків вміщуються нітрити і нітрати до 20–40 $мг/дм^3$. На площі інтенсивного застосування добрив і на забудованих територіях їх вміст збільшується до 170–220 $мг/дм^3$, що свідчить про забруднення вод.

Грунтові води, що приурочені до еолово-делювіальних суглинків, використовуються для забезпечення побутових потреб індивідуальних господарств та водопостачання малих ферм. Для централізованого водопостачання вони непридатні.

Водоносний горизонт неогенових відкладів (N) розповсюджений в долинах рік Дніпра, Кінки і Молочної. Гідравлічно він пов'язаний з ґрунтовими водами алювіальних відкладів. Водовміщуючими породами є різнозерністі піски.

2.2.2. Міжпластові води

Водоносний горизонт кюальницьких відкладів (N_{2kj}) розповсюджений уздовж узбережжя Азовського моря і приурочений до глинистих дрібно- і середньозернистих пісків, які залягають на глибині від 11–12 м до 59–63 м. Горизонт напірно-безнапірний з глибиною сталого рівня 1–43 м. Абсолютні позначки рівня знижуються на південь (до Азовського моря) від 30 до 5 м. Водозбагаченість кюальницьких відкладів різна і залежить від глинистості пісків. Дебіт свердловин зазвичай не перевищує 3–5 $м^3/год$ при зниженнях 10–20 м. Води, в основному, сильно мінералізовані. Величина сухого залишку змінюється від 2 до 17 $г/дм^3$, загальна жорсткість від 6 до 90 $моль/м^3$. На окремих ділянках в районі смт. Приазовське розкриті води з сухим залишком 0,9–1,5 $г/дм^3$ і загальною жорсткістю 6–10 $моль/м^3$.

Водоносний горизонт кімерійських відкладів (N_{2k}) розповсюджений в долині р. Молочної на південь від м. Мелітополя. Він приурочений до тріщинних залізистих пісковиків і глинястих дрібно- і

середньозернистих пісків, залягаючих на глибині 25–47 м від поверхні землі. Загальна потужність його знаходиться в межах від 1 до 11 м. Горизонт слабо напірний. Статичні рівні встановлюються на глибині 3–13 м від поверхні землі. Водозбагаченість пісків характеризується дебітами свердловин від 1 до 4,5 м³/год при зниженні на 10–15 м, питомий дебіт 0,06–4,2 м³/год*м. В підшві горизонту залягають сарматські глини. За хімічним складом води кімерійських відкладів є хлоридно-гідрокарбонатні натрієві, високо мінералізовані, жорсткі. Сухий залишок вод складає 0,8–2,5 г/дм³, в районі Молочного і Утлюкського лиманів збільшується до 12–110 г/дм³.

Водоносний горизонт понтичних відкладів (N_{2p}) приурочений, в основному, до напівкристалічних і піщанистих вапняків новоросійського під'ярусу. Глибина залягання водовміщуючих вапняків складає 15–75 м. Загальна потужність змінюється від 1 до 13 м. Водоносний горизонт характеризується слабким напором. Дебіт свердловин знаходиться в межах від 0,7 до 10,5 м³/год при зниженні до 10 м. За хімічним складом підземні води на більшій частині території змішані за аніонним і катіонним складом. Сухий залишок вод складає 1–3 г/дм³, загальна жорсткість — 4–27 моль/м³.

Водоносний горизонт сарматських відкладів (N_{1s}) відсутній тільки на північ від м. Токмак, де він дренується гідрографічною сіткою. Водовміщуючими породами є вапняки та дрібнозернисті (іноді тонко- і середньозернисті) слабо глинисті піски. Глибина залягання горизонту змінюється від 30 до 100 м. Потужність водоносної товщі досягає 50 м.

Водоносний горизонт на північ від м. Василівки безнапірний, на південь - мало напірний, далі на південь напір поступово збільшується до 20–100 м. Глибина залягання сталого рівня води в північній частині складає 20–60 м, в південній - 0–30 м.

За хімічним складом підземних вод на більшій частині території регіону розповсюджені змішані за аніонами і катіонами мінералізовані і жорсткі води. На північ від широти міста Мелітополя іонний склад сарматських вод — сульфатно-хлоридного кальцієво-натрієвого типу. Мінералізація підземних вод

горизонту змінюється по площі, з виділенням трьох смуг меридіонального напрямку. Режим водоносного горизонту на більшій частині регіону характеризується як природний (не порушений).

Водоносний горизонт тортонських відкладів (N_{It}) має значне поширення в південно-західній частині області. Водовміщуючими породами є різнозернисті піски, на окремих ділянках глинисті. Загальна потужність водовміщуючих порід складає в середньому 10–20 м, збільшення потужності спостерігається в південному напрямку.

Глибина залягання поверхні водоносного горизонту збільшується з півночі на південь від 20–30 м до 130–140 м, а в крайній південно-західній частині Запорізької області - 170–240 м. Горизонт напірний. Величина напору змінюється від 2 м на півночі до 100 м на півдні.

За хімічним складом води тортонських відкладів можливо віднести до декількох типів. Південна частина від м. Мелітополя до Молочного лиману і прилягаюча до лиману частина Якимівського району характеризується наявністю сульфатно-хлоридних натрієвих вод. У північній частині Приазовського району в середній течії рр. Домузгла і Корсак поширені гідрокарбонатно-хлоридні натрієві води. На південь від смт. Якимівка – с. Гірсовка – с. Інзівка води хлоридного натрієвого типу. Мінералізація води, в основному, підвищена. Так, у Веселівському, Василівському, Токмацькому районах поширені води з сухим залишком близько $1,2\text{--}1,5 \text{ г/дм}^3$, на захід від м. Мелітополя і в районі смт. Якимівка $1,5\text{--}3 \text{ г/дм}^3$, на південь від смт. Якимівка більше 3 г/дм^3 . Прісні і солонуваті води з сухим залишком до $1,5 \text{ г/дм}^3$ і загальною жорсткістю $0,2\text{--}0,5 \text{ моль/м}^3$ поширені тільки в Приазовському адміністративному районі, на окремих ділянках біля с. Ботієво, с. Бабанівки і на захід від смт. Приазовське.

Режим водоносного горизонту на більшій частині регіону характеризується як природний (не порушений). Підземні води тортонських відкладів мають велике значення для водопостачання населених пунктів в межах поширення. У Приазовському, Якимівському і південній частині

Мелітопольського району є основними. На базі вод даного горизонту здійснюється водопостачання смт. Приазовське, частково смт. Якимівка. Станом на 01.01.2004 р. видобуток підземних вод тортонського водоносного горизонту в межах регіону складає 7,8 тис. м³/добу.

Водоносний горизонт київсько-харківських відкладів (P_3 kv-hr) у зв'язку з малою потужністю і глинистістю пісків, мало вивчений, практичного значення для господарчо-питного водопостачання в межах регіону і району робіт не має.

Водоносний горизонт буцацьких відкладів (P_2bc) в межах регіону має практично повсюдне поширення, його границя збігається з границею Причорноморської западини (рис. 2.3).

Водовміщуючі породи представлені різнозернистими, грубозернистими, гравелістими пісками, які на окремих ділянках перешаровуються з глинами і прошарками бурого вугілля. Глибина залягання поверхні горизонту збільшується з півночі на південь від 30 м в районі м. Оріхів до 500 м і більш у районі узбережжя Азовського моря. Потужність водовміщуючих пісків у середньому складає 20–30 м, на півночі зменшується до 10 м, в південно-західній частині області збільшується до 50–90 м.

Горизонт напірний. Величина напору змінюється від декількох метрів до 250 м, а на самому півдні досягає 590 м.

За хімічним складом підземні води горизонту змішаного типу з перевагою іонів хлору та натрію. Мінералізація підземних вод на північ від м. Мелітополя, як правило, не перевищує 1 г/дм³, в межах міста м. Мелітополь змінюється від 0,9 до 1,5 г/дм³. У південному і західному напрямку від м. Мелітополя спостерігається зростання мінералізації, яка складає біля с. Новгородівки - 3,1 г/дм³, біля с. Чкалово - 7,1 г/дм³, біля с. Кирпичне - 15,2 г/дм³ і в с. Володимірівка - 20 г/дм³.

Підземні води буцацьких відкладів мають велике значення для водопостачання населених пунктів на північ від широти м. Мелітополь.

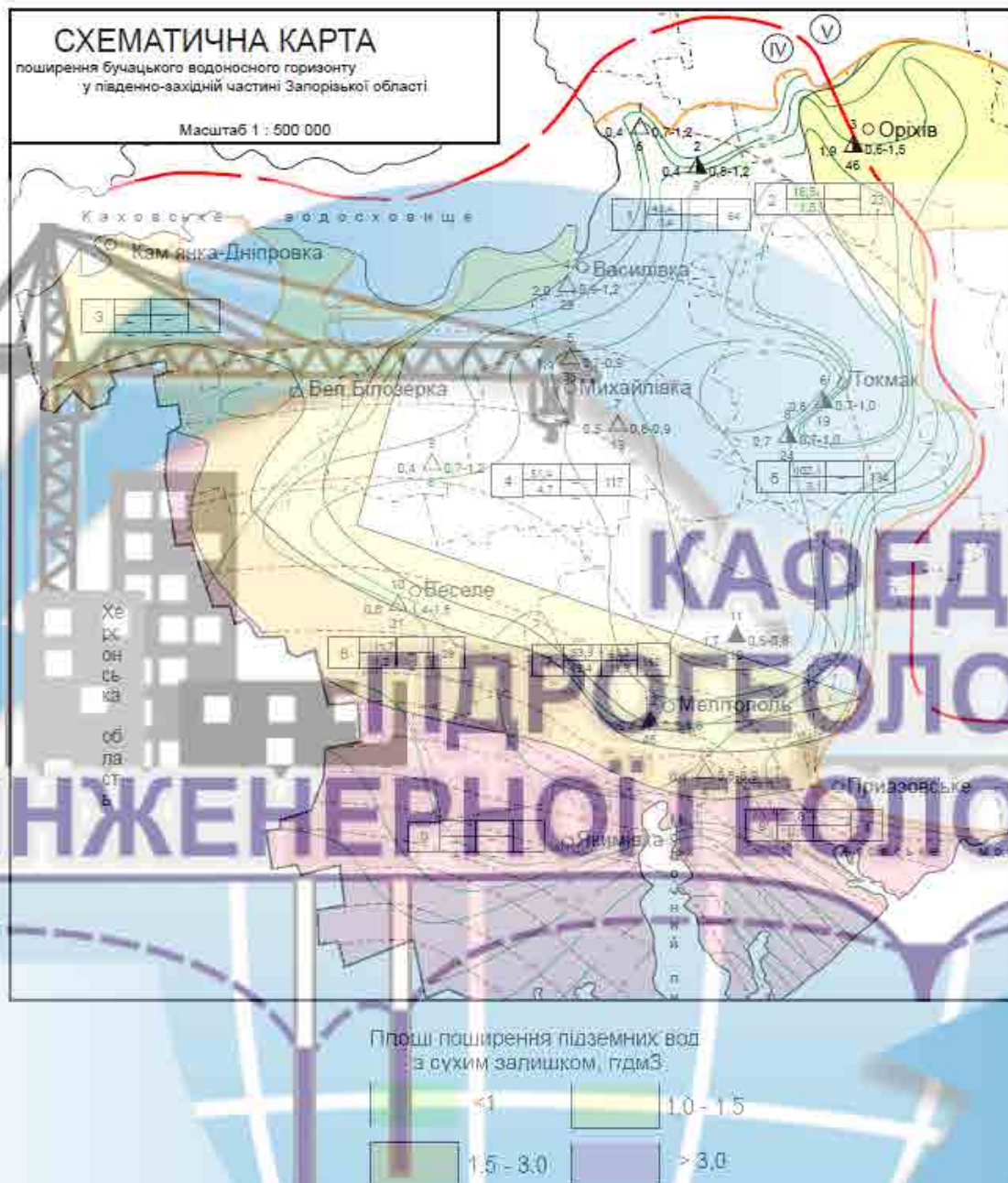


Рисунок 2.3 – Схематична карта буцацького водоносному горизонті

Основна область живлення водоносного горизонту знаходиться в північно-східній частині регіону, на границі зчленування Кінцько-Ялинської западини з Причорноморською, де буцацький водоносний горизонт залягає на глибинах 30–150 м, на окремих ділянках виходить безпосередньо під алювіальні піски долини р. Кінка, що утворює сприятливі умови для інфільтрації атмосферних опадів. Крім того живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок підтоку вод з Кінцько-Ялинського малого артезіанського басейну, через перешийок в районі м. Оріхів, де величина

відміток рівня води горизонту досягає плюс 120 м. Незначним джерелом живлення і поповнення запасів бучацького горизонту є підток води з нижче залягаючих палеоценового і верхньокрейдяного водоносних горизонтів на ділянках їх стикання, наприклад в районі м. Токмака. Основне розвантаження горизонту відбувається в Азовське море. До того ж, значна частина підземного потоку перехоплюється каптажними спорудами в містах Мелітополь, Токмак, Молочанськ, Оріхів, Василівка та інших населених пунктах регіону, а також дренажними системами на ПБЗРР.

Водоносний горизонт палеоценових відкладів (P_1) має обмежене поширення в межах регіону, вивчений на території м. Токмака, де він є основним джерелом централізованого господарчо-питного водопостачання. В межах Токмацького водозабору горизонт має повсюдне поширення. Водовміщуючі породи представлені різнозернистими кварцово-глауконітовими пісками, залягаючими на глибинах від 86–106 м (на сході м. Токмака) до 144–163 м (на заході), середня – 145 м. Потужність водоносного горизонту порівняно витримана: на заході вона досягає 28–35 м, зменшуючись на сході до 16 м, середня – 30 м. У поверхні горизонту залягає піщано-глиниста товща бучацької свити, у підшві – тонкозернисті пісковики верхньої крейди. Потужність водотривких порід не витримана в розрізі та плані, тому води палеоценового горизонту мають гідравлічний зв'язок з вище і нижче залягаючими горизонтами.

Водоносний горизонт напірний. За хімічним складом води змішаного типу – сульфатно-гідрокарбонатно-хлоридні, кальцієво-натрієві. Мінералізація – 0,7–0,9 г/дм³, загальна жорсткість 3,8–6,5 моль/м³. У процесі експлуатації якість вод палеоценового горизонту залишається стабільною.

Водоносний горизонт верхньокрейдяних відкладів (K_2) розповсюджений у межах Молочанського грабену. Водовміщуючі породи представлені глауконітово-кварцовими середньозернистими пісками. Потужність горизонту збільшується з півночі на південний захід від 2–5 до 30–70 м, найбільша відмічена в м. Мелітополі — 77 м. Глибина залягання

горизонту також поступово збільшується з півночі на південний захід від 350–380 до 500–530 м.

Горизонт високо напірний. Величина напору поступово збільшується в південно-західному напрямку від 300 до 500 м. Водозбагаченість горизонту порівняно висока. Питомі дебіти свердловин складають 2–6,7 м³/год*м. Середній коефіцієнт водопровідності - 258 м²/добу, коефіцієнт п'єзопровідності - $3,2 \cdot 10^{-6}$ м²/добу.

Водоносний горизонт нижньокрейдових відкладів (K₁) поширений на південь від м. Василівка і м. Оріхів, у межах Молочанського грабену, а також на північ від ПБЗРР. Водовміщуючі породи представлені континентальними кварцовими різнозернистими пісками, потужністю від 5 до 45 м, а в Ульяновській депресії до 80 м. Глибина горизонту поступово збільшується на південь від 330 до 650 м.

Горизонт високо напірний. Величина напору збільшується в південно-західному напрямку від 300 до 600 м.

За хімічним складом води горизонту змішані за аніонами (з перевагою іонів хлору) кальцієво-натрієві. Мінералізація води коливається в межах 0,7–0,9 г/дм³ (Новопилипівська ділянка Мелітопольського родовища), загальна жорсткість 2–5 моль/м³. Режим водоносного горизонту порушений під впливом водовідбору для водопостачання м. Мелітополь, м. Токмак і дренажних робіт ЗЗРК.

Підземні води кристалічних порід докембрію (РЄ) мають неглибоке залягання на території Приазовського кристалічного масиву на схід від м. Мелітополя. Водоносний горизонт має нерівномірну, переважно, низьку водозбагаченість, дебіти свердловин не перевищують 5–10 м³/добу, часто свердловини безводні. Води мають високу мінералізацію і жорсткість. Для централізованого водопостачання горизонт безперспективний.

З наведеної інформації про підземні води південно-західної частини Запорізької області вимальовуються наступна геолого-гідрогеологічна схема використання підземних вод різних горизонтів.

Води куюльницьких відкладів, здебільшого, сильно мінералізовані, жорсткі (сухий залишок $2-7 \text{ г/дм}^3$, загальна жорсткість $6-90 \text{ моль/м}^3$), практичного значення для централізованого господарчо-питного водопостачання в межах регіону і району робіт не мають.

Води кімерійського горизонту солоні, лужні та інтенсивного кольору, поширені у Приазовському районі й експлуатуються поодинокими свердловинами лише там, де вода інших горизонтів має більш високу мінералізацію.

Води понтичного горизонту жорсткі і мало напірні, практичного значення для централізованого водопостачання не мають.

Підземні води сарматських відкладів на більшій частині території мають підвищену мінералізацію і жорсткість, але грають велику роль у водопостачанні населених пунктів Веселівського, Мелітопольського, Михайлівського, Приморського і Якимівського районів. Води горизонту є об'єктом централізованого водопостачання м. Мелітополя, м. Дніпрорудного, смт. Кирилівка.

Водоносний горизонт київсько-харківських відкладів у зв'язку з малою потужністю і глинистістю пісків практичного значення для господарчо-питного водопостачання в межах регіону і району робіт не має.

Води буцацького водоносного горизонту в районі м. Мелітополя і на північ від нього мають добру якість і є основним джерелом водопостачання на півдні Орхівського, Токмацького, Василівського, півночі Мелітопольського і Веселівського адміністративних районів. Найбільш великі групові водозабори - Мелітопольський і Ново-Пилипівський.

Прісні підземні води крейдових відкладів поширені на північ від м. Мелітополя і залягають на значних глибинах (250–400 м). Вони експлуатуються переважно в долині р. Молочна. Найбільш великий груповий водозбір - Ново-Пилипівський.

3 АНАЛІЗ РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД РОДОВИЩА

Основним джерелом господарчо-питного та технічного водопостачання населення і підприємств м. Мелітополя є підземні води.

Відбір підземних вод для водопостачання м. Мелітополя складає 25,13 тис. м³/добу, в тому числі на Мелітопольському водозаборі 14,45 тис. м³/добу, на Ново-Пилипівському водозаборі 10,68 тис. м³/добу (табл. 3.1). Для господарчо-питного водопостачання (ГПВ) використовується 84% від загального водовідбору, для виробничо-технічних потреб (ВТП) –15%, для зрошування земель (ЗРЗ) – 1 %.

Таблиця 3.1
Загальні відомості про видобуток і використання підземних вод для водопостачання м. Мелітополя

Водозабір	Водоносний горизонт	Кількість свердловин	Потреба тис. м ³ /добу	Водовідбір		Використання підземних вод, тис. м ³ /добу		
				тис. м ³ /добу	млн. м ³ /рік	ГПВ	ВТВ	ЗРЗ
Мелітопольський	сарматський	46	8,11	3,94	1,438	2,86	0,72	0,36
—“—	тортонський	10	0,94	0,38	0,139	0,10	0,08	0,20
—“—	бучацький	46	18,2	10,12	3,694	7,28	2,74	0,10
—“—	крейдяний	3	0,30	0,01	0,004	—	0,01	—
Разом по Мелітопольському водозабору		105	27,6	14,45	5,274	10,2	3,55	0,66
Ново-Пилипівський	бучацький	10	6,61	1,74	0,635	1,74	—	—
—“—	верхньокрейдяний	2	11,0	2,10	0,767	2,10	—	—
—“—	нижньокрейдяний	4		6,84	2,497	6,84	—	—
Разом по Ново-Пилипівському водозабору		16	17,6	10,68	3,879	10,6	—	—
Всього для водопостачання Мелітополя		121	45,2	25,13	9,172	20,9	3,55	0,66

Порівняно з 80-ми роками водовідбір зменшився на 50–60%, в тому числі на Мелітопольському водозаборі на 55-65 %, на Ново-Пилипівському на 45–55 %. Це пов'язують з впливом інтенсивного водовідбору для водопостачання населених пунктів регіону, експлуатацією водознижуючих свердловин і дренажного ефекту підземних засобів осушення гірничих виробок на ПБЗРР — найпотужнішого джерела гідродинамічного збурення на даній території. За останні 30-40 років режим підземних вод цільових горизонтів опинився порушеним. Це відбилося в утворенні крупних депресійних воронок за площею і глибиною (рис. 3.1).

Південно-Білозерське залізорудне родовище розташовано в 47 км на північний захід від м. Мелітополя. Дренажні роботи на родовищі розпочато у 1962 році й продовжуються у теперішній час. Весь цей період можна поділити на два етапи. На першому етапі головна роль належить поверхневому засобу осушення, на другому, починаючи з 1971 р. — переважним став підземний засіб осушення.

Основне зняття напору почалось з 1964 р., коли загальний поверхневий водовідлив (через 80 водознижуючих свердловин) став інтенсивно збільшуватися і досяг у 1966 р. максимальної величини 100,8 тис. м³/добу. Надалі, після вводу в дію у 1966 р. підземної системи дренажу, водовідбір з свердловин поступово почав знижуватися від 52,8 тис. м³/добу в 1970 р. — до 1,0 тис. м³/добу в 1995 р.

Середньорічний водоприток до підземної системи дренажу зростає від 1,2 тис. м³/добу в 1966 р. до 50–55 тис. м³/добу в 1989-98 рр., при цьому його максимум відмічений у 1991 р. - 57 тис. м³/добу. Останні роки підземний водовідлив стабілізувався і складає 46–48 тис. м³/добу. Сумарний об'єм води, що відкачаний з водоносних горизонтів дренажними системами, склав відповідно 834,3 млн. м³, в тому числі: поверхневий - 261,9 млн. м³; підземний - 572,4 млн. м³.



Рисунок 3.1 – Формування депресійної воронки в буцацькому водоносному горизонті

Вплив дренавальних робіт на Південно-Білозерському родовищі вже у 1968 р. досягнув Мелітопольського водозабору. Надалі відбувається

формування регіональної депресійної воронки площею 10,5 тис. км², якою охоплено 73% території поширення прісних вод у північно-східній частині Причорноморського артезіанського басейну. П'єзометричний рівень води бучацького водоносного горизонту в районі ПБЗРР відповідає абс. позначкам - 113...-110 м; на Мелітопольському водозаборі мінус 76... -74 м (рис. 3.1). Поверхня воронки депресії в цілому полого. На шахтному полі її нахили змінюються від 0,01 до 0,05, в центрі Мелітопольського водозабору - від 0,002 до 0,006, на іншій території - від 0,0008 до 0,0025.

Далі наведений детальний аналіз багаторічного режиму експлуатації для кожного водозабору окремо.

3.1. Мелітопольський водозабір підземних вод

Мелітопольський водозабір - це група водозабірних свердловин різної відомчої належності, розташованих в межах адміністративних границь міста Мелітополя і обладнаних на водоносні горизонти сарматських, тортонських, бучацьких і крейдових відкладів.

Станом на 01.01.2004 р на водозаборі розташовано 105 свердловин, в тому числі діючих - 77 (табл. 3.2, рис. 3.2) з загальним водовідбором 14,4 тис. м³/добу. Підземні води використовуються для господарчо-питного водопостачання у кількості 10,24 тис. м³/добу (71,5 % від загального водовідбору), виробничо-технічних потреб - 3,49 тис. м³/добу (24,2 %), зрошування земель 0,61 тис. м³/добу (4,3 %).

Таблиця 3.2

Загальні відомості Мелітопольського водозабору

Водоносний горизонт	Кількість експлуатаційних свердловин		Середній водовідбір., тис. м ³ /добу	Продуктивність водозабору, тис. м ³ /добу
	пробурених	діючих		
сарматський	46	30	3,90	14,76
тортонський	10	7	0,32	3,34
бучацький	46	39	10,12	24,96
крейдянний	3	1	0,01	1,51
Разом	105	77	14,35	44,57

Геологічний розріз Мелітопольської ділянки наведений в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Середній геологічний розріз ділянки Мелітопольського групового водозабору

№.№ п./п.	Геологічний індекс	Коротке найменування порід	Верхня частина міста			Нижня (долинна) частина міста			Категорія буріння
			глибина залягання, м		потужність, м	глибина залягання, м		потужність, м	
			від	до		від	до		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Q	Грунтово-рослинний шар, суглинок, супісок жовто-бурий	0	9	9	0	3	3	II
2	—	Пісок світло-жовтий, р/з, глинистий	9	17	8	3	12	9	II
3	—	Глина червоно-бура, щільна, пластична	17	25	8	—	—	—	III
4	N ₂ kj	Глина сіро-зелена, піщана	25	54	29	12	20	8	III
5	N ₂ km	Пісковик буро-зелений, слабко-зцементований	54	71	18	20	31	11	IV
6	N ₁ s	Глина сіро-зелена, піщана	71	73	2	—	—	—	III
7	—	Пісок зелено-сірий, р/з, з	73	87	14	31	44	13	II
8	—	Глина світло-зелена, щільна, піщана	—	—	—	44	51	7	III
9	N ₁ t	Пісок зелено-сірий, р/з, з прошарками черепашки	87	103	16	51	68	17	II
10	—	Глина світло-зелена, щільна, піщана	103	110	7	68	82	14	III
11	—	Пісок зелено-сірий, м/з, глинистий з прошарками глини і черепашки	110	125	25	82	102	30	II
12	P ₃ hr	Пісок світло-сірий, м/з, глинистий	125	136	11	102	128	26	II
13	—	Глина жовто-зелена, алевритова, тонкопіщана,	136	234	98	128	205	77	III
14	P ₂ kv	Глина вапнякова, переходяча у мергель	234	297	63	205	280	75	III
15	—	Пісок зелено-сірий, р/з і к/з	296	310	14	—	—	—	II
16	P ₂ bc	Глина зелена, каолінова, піщана з прошарками лігніту	310	317	7	280	282	2	III
17	—	Пісок сірий р/з	317	330	13	282	294	12	II
18	—	Глина темно-зелена, чорна, щільна, жирна, з прошарками лігніту	330	335	5	294	296	3	III
19	—	Пісок зелено-сірий, р/з, глинистий	335	351	16	296	312	16	II

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	Р ₁	Глина зелено-сіра, сланцювата, щільна, жирна	352	363	11	312	324	12	III
21	К ₂	Вапняк органогенний, пісковикоподібний	363	396	33	324	340	16	VI
22	—	Мергель світло-сірий, крейдовоподібний	396	518	128	340	424	84	VII
23	—	Алевроліт на кремнієво-вапняковому цементі	518	542	26	424	450	26	VI
24	—	Пісок кварцовий, сірий, с/з і к/з	542	568	26	450	472	22	II
25	—	Вапняк органогенний, пісковикоподібний	—	—	—	472	484	12	VI
26	—	Алевроліт на кремнієво-вапняковому цементі	568	574	6	484	498	14	VI
27	—	Пісок кварцовий, сірий, р/з і к/з, глинистий, з прошарками глини	574	597	23	498	530	32	II
28	К ₁	Перешарування алевроліту і аргіліту	597	654	57	530	621	91	VII
29	—	Пісок темно-зелений, с/з і р/з, глинистий	654	662	8	621	632	11	II
30	—	Глина сіра, алевритова	662	681	19	—	—	—	IV
31	—	Алевроліт на кремнієво-вапняковому цементі	681	703	17	632	638	6	VII
32	—	Пісок темно-зелений, с/з і р/з, глинистий	—	—	—	638	645	7	IV
33	Mz-Kz	Кора вивітрування кристалічних порід докембрію	703	—	—	645	—	—	V

На фоні сезонних коливань п'єзометричних рівнів підземних вод, які пов'язані, головним чином, зі зміною величини видобутку підземних вод цільових водоносних горизонтів протягом календарного року, спостерігається тенденція до:

- відносної стабілізації рівня води олігоцен-неогенового водоносного горизонту (абс. позначка плюс 3–7 м);
- подальшого відновлення рівня води бучацького водоносного горизонту (інтенсивність 0,5–1,0 м/рік);
- тимчасової стабілізації рівня води верхньокрейдяного водоносного горизонту (абс. позначка мінус 29,5–28,5 м)



Рисунок 3.2 — Схема розташування свердловин Мелітопільського водозабору

3.2. Ново-Пилипівський водозабір підземних вод

Ново-Пилипівський водозабір введений в експлуатацію в 1973 році на базі розвіданих і затверджених запасів підземних вод водоносних горизонтів буцацьких і крейдових відкладів.

Ділянка розташована в долині р. Молочна, в 10–12 км на північний схід від м. Мелітополя, біля с. Новопилипівка Запорізької області (рис. 3.3). Просторові границі водозабору в меридіональному напрямку уздовж річки близько 10 км, площа 22,8 км².

В межах ділянки поширені водоносні горизонти приурочені до: алювіальних четвертинних, олігоцен-неогенових, бучацьких, верхньо- і нижньокрейдових відкладів. Цільовими для дійсних гідрогеологічних досліджень є бучацький, верхньо- і нижньокрейдяний водоносні горизонти.



Рисунок 3.3 – Схема розташування свердловин Ново-Пилипівського водозабору

На водозаборі розташовано 16 свердловин, в тому числі діючих - 9 (табл. 3.4). Загальний водовідбір складає 10,68 тис. м³/добу. Підземні води використовуються для господарчо-питного водопостачання м. Мелітополя. Основні дані цільових водоносних горизонтів наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.4

Загальні відомості про Ново-Пилипівський водозабір

Водоносний горизонт	К-ть свердл.		Питомий дебіт свердловин на рік буріння, м ³ /год*м			Водовідбір в 2003 р., тис. м ³ /добу			Потреба, тис. м ³ /добу	Продуктивність водозабору, тис. м ³ /добу
	пробурених	діючих	середній	максимальний	мінімальний	середній	максимальний	мінімальний		
бучацький	10	3	1,17	1,96	0,88	1,74	3,25	1,03	18,00	4,32
верхньокрейдяний	2	2	2,08	3,14	1,02	2,10	3,21	1,37	18,00	4,39
нижньокрейдяний	4	4	6,89	12,00	3,33	6,84	10,13	4,42	18,00	12,48
Сумарні показники	16	9				10,68	14,58	8,56	18,00	21,19

Таблиця 3.5

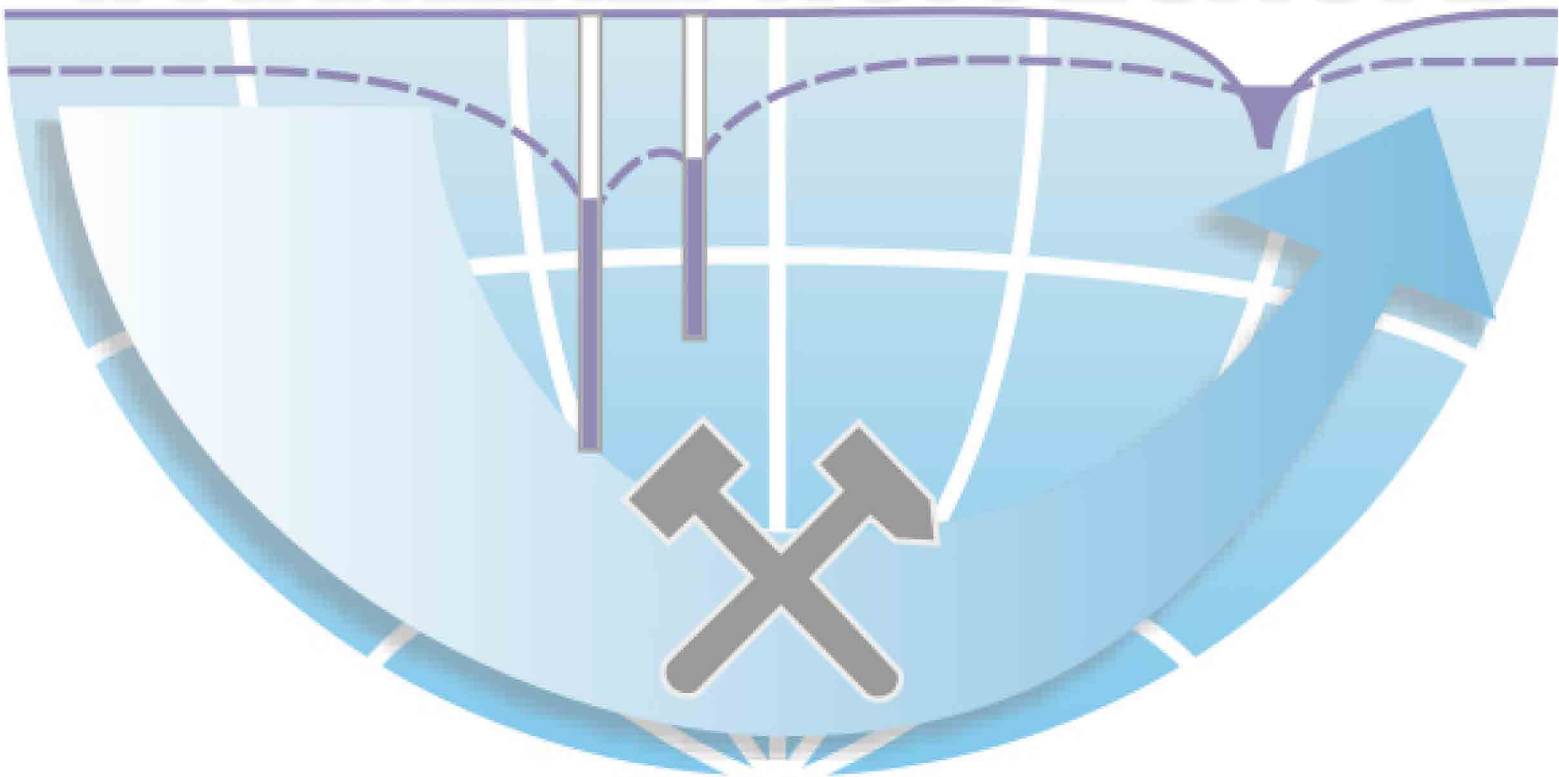
Характеристика цільових водоносних горизонтів

Найменування показника	Одиниця виміру	Водоносний горизонт								
		бучацький			верхньокрейдяний			нижньокрейдяний		
		мін.	макс.	серед.	мін.	макс.	серед.	мін.	макс.	серед.
Глибина залягання покрівлі вод. гор.	м	184	196	190	372	423	399	483	518	498
Потужність вод. гор.	м	20	53	41,5	16,5	44	27,6	16	45	26,1
Глибина залягання „статичного” рівня води від поверхні землі станом на VI. 2004 р.	м	69,6	82,9	75,3	63,1	66,3	64,7	68,4	75,4	72,5
Абс. позначка „статичного” рівня від поверхні землі станом на VI. 2004 р.	м	-60	-56,7	-58,8	-52,6	-	-51,9	-56,5	-54,4	-55,1
Залишкова величина напору станом на VI. 2004 р.	м	102,1	119,1	112,2	319,7	332,9	326,3	407,6	426,6	418,8
Питомі дебіти свердловин	м ³ /год*м	0,88	3,05	1,46	1,03	3,65	2,31	0,25	12,00	4,68
Водовміщуючі породи		піски кварцові, с/з і к/з, місцями вуглисті, розчинені прошарками бурого вугілля і каолінових глин			піски кварцові, глауконітово-кварцові, с/з і р/з, різної ступені глинистості			піски кварцові р/з і к/з, місцями з прошарками д/з, глинистих і вуглистих пісків		

На фоні сезонних коливань п'езометричних рівнів підземних вод, які пов'язані, головним чином, зі зміною величини видобутку підземних вод цільових водоносних горизонтів протягом календарного року, на Ново-Пилипівському водозаборі спостерігається тенденція до:

- відновлення рівня води буцацького водоносного горизонту (інтенсивність 0,3–0,9 м/рік);
- зниження рівня води верхньокрейдяного водоносного горизонту з річною інтенсивністю 0,3–0,4 м;
- зниження рівня води нижньокрейдяного водоносного горизонту з річною інтенсивністю 0,2–0,3 м.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



4. ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Мелітопольська і Ново-Пилипівська ділянки розташовані в північно-східній частині Причорноморської западини, яка у відповідності з структурно-геологічною будовою, може бути віднесена до напіврозкритих артезіанських басейнів, тобто басейнів з чіткою областю живлення і без явної області розвантаження. У процесі геологічного розвитку її територія багато разів відчувала трансгресії моря, при яких накопичувались насичені морськими солоними водами відклади, а також регресії, - коли ці відклади частково або повністю розмивалися, виникало витиснення та опріснення морських вод інфільтраційними. Після виходу території регіону з під рівня моря у неогені й до сучасного часу відбувається послідовне витиснення із занурених порід морських вод і в результаті їх перемішування з прісними інфільтраційними водами, відновлення сульфатів і катіонного обміну, формуються підземні води різного хімічного складу.

У роботі [5] виділені чотири основних джерела живлення підземних вод північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну: 1) надходження підземних вод з боку Українського кристалічного масиву; 2) інфільтрація атмосферних опадів у товщу гірських порід; 3) фільтрація з Каховського водосховища; 4) фільтрація з каналів на ділянках зрошування земель. При цьому, основною областю міжпластових живлення підземних вод і формування напору є південно-західна частина Кінцько-Ялинської западини, що обумовлено неглибоким (до 30–100 м) заляганням тут основних водоносних горизонтів (сарматського, бучацького, крейдяного), які мають інтенсивне живлення в долинах річок і балок, де вони перекриті тільки піщаним алювієм. Прибортові частини Придніпровського і Приазовського кристалічних масивів грають меншу роль у формуванні підземного стоку внаслідок обмеженої області живлення вказаних горизонтів, а також низької проникності покривних відкладів, представлених переважно суглинками.

Формування хімічного складу підземних вод на території досліджень проходить в умовах розкритої, напіврозкритої і закритої структур, тобто в умовах інтенсивного, активного, уповільненого і дуже уповільненого водообміну.

Зона інтенсивного водообміну охоплює верхню товщу порід в межах всієї площі досліджень. В ній можуть бути виділені дві підзони. Перша підзона дренавання місцевою ерозійною сіткою включає четвертинні горизонти, поширені вище верхньопліоцен-нижньочетвертинних червоно-бурих глин, що утворюють перший місцевий водотрив. Поширені тут ґрунтові водоносні горизонти характеризуються тісним взаємозв'язком рівневого режиму та хімічного складу вод з кліматом, який визначає інтенсивність їх живлення, а також з рельєфом, літологією покривних і водоносних порід. Внаслідок взаємодії вище зазначених факторів, для вод характерна мінливість хімічного складу, розвиток процесів інтенсивного засолення, складна форма рівневої поверхні, яка контролюється частіше рельєфом. Друга підзона дренавання основною річною сіткою включає олігоцен-неогеновий водоносний комплекс, який залягає під регіональними водотривами, має напірний режим. Потік направлений від Дніпра і Кінцько-Ялинської западини до долин річок Молочної і Токмак. Загальний напрямок потоку — до Азовського моря і Сивашу, тобто відбиває вплив структурно-геологічної будови (моноклинальне занурення до півдня, близькість зон живлення і розвантаження). Деформація потоку спостерігається у нижній течії річок Молочна і Токмак і обумовлена місцевою орієнтацією потоку до русел вказаних рік, які чинять дренажний вплив. Води даної підзони мають підвищену мінералізацію внаслідок надходження до горизонтів розчинених солей із суглинків і наявності у ґрунтових горизонтах зон засолення.

Зона активного водообміну включає водоносні горизонти буцацьких і крейдових відкладів (цільові об'єкти дійсних досліджень на ділянках Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів) в межах поширення вод з мінералізацією до $1-3 \text{ г/дм}^3$. Характеризується глибоким (до

500 м) поширенням прісних підземних вод, надійною ізоляцією від вище залягаючих водоносних горизонтів товщею олігоценових водотривких глинистих порід і мергелів загальною потужністю до 100–150 м, яка в умовах широкого розвитку у плані та великою потужністю, формує витриманий регіональний водотрив і чинить ведучий вплив на гідродинамічні та гідрохімічні умови району. Основна область живлення водоносних горизонтів буцацьких і крейдових відкладів знаходиться на північному сході регіону в районі м. Оріхова, у зоні зчленування Причорноморської і Кінцько-Ялинської западин. Областями розвантаження у теперішній час є Азовське море, р. Дніпро, шахтні дренажні системи на ПБЗРР, групові водозабори і численні поодинокі свердловини. В природних умовах п'езометричний рівень водоносних горизонтів другої зони перевищує рівні першої зони, що обумовлено більш високим положенням основної області живлення (Кінцько-Ялинська западина) і ускладненим розвантаженням в зоні Азовського моря. Різка відміна мінералізації вод горизонтів першої і другої зони вказує на практичну

відсутність гідравлічного взаємозв'язку між горизонтами в області формування стоку. Формуванню прісних підземних вод у глибоких водоносних горизонтах (на глибинах більше 300 м) сприяє висока однорідність і витриманість водовміщуючих порід, підвищена водопровідність, значний ухил і швидкість підземного потоку, які забезпечують швидкий рух вод від області живлення до області розвантаження.

Умови живлення глибоко залягаючих міжпластових водоносних горизонтів північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну вивченні недостатньо. Зокрема відсутня інформація про величини перетоку між водоносними горизонтами палеоценових і крейдових відкладів. Тому, питання водного балансу розглядаються за результатами математичного моделювання у наступному розділі звіту.

При фільтрації атмосферних опадів через зону аерації, що складена лесовими суглинками, вміщуючими значну кількість легко розчинених солей у вигляді гіпсу і галіту, на північно-східній окраїні басейну в буцацькому

горизонті формуються води багатоконпонентного складу з перевагою сульфатів і хлоридів натрію, кальцію, магнію. В умовах руху в напрямку западини ці води виявляються перекритими водотривкими олігоценовими глинами і київськими мергелями, тобто порушується їх зв'язок з вище залягаючими водоносними горизонтами. Різко змінюються гідрогеодинамічні умови: практично призупиняється вертикальний водообмін і в значній ступені зменшується швидкість латерального потоку, що знаходить своє відображення і у гідрогеохімічній обстановці. За рахунок окислювання розсіяної органічної речовини, яка вміщується у перекриваючих і підстилаючих водотривких породах, виникає збіднення підземних вод киснем, ідуть процеси десульфатизації, сприяючи зменшенню мінералізації води і збагаченню їх гідрокарбонатним іоном. Водночас у воді можуть бути утворені карбонати кальцію і магнію, які випадають у осад. У кінцевому вигляді у воді різко зменшується вміст кальцію та магнію, і на північ від Мелітополя формуються прісні води з перевагою гідрокарбонатів і натрію. Далі на південь при зануренні водоносних горизонтів, прісні хлоридно-гідрокарбонатні натрієві води збагачуються хлоридами натрію з недостатньо промитого морського комплексу порід. В районі м. Мелітополя води перетворюються на гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, а південніше - хлоридні натрієві, переходячи в розсоли у зоні уповільненого водообміну.

Під впливом інтенсивного відбору підземних вод для цілей водопостачання і шахтний водовідливу на ПБЗРР відбулися значні зміни в природній гідрогеологічній обстановці регіону. Обумовлене значним водовідбором зниження рівня підземних вод водоносних горизонтів буцацьких і крейдових відкладів, призвело до утворення глибоких місцевих і регіональних депресій п'єзометричної поверхні і значних градієнтів підземного потоку, а на окремих ділянках — до зміни його напрямку, і як наслідок, — до формування місцевої області живлення у зоні низхідного розвантаження (Азовське море—Сиваш), деякого підсилення стоку з боку Українського кристалічного щита. Це призвело до зміни гідрохімічної обстановки за рахунок зміщення на північ

контуров вод підвищеної мінералізації, що у свою чергу, викликало погіршення якості води бучацького горизонту на Мелітопольському, а також Веселівському водозаборах. Зміна гідрохімічної обстановки водоносних горизонтів верхньо- і нижньокрейдових відкладів за площею і у часі в умовах малої кількості водозабірних і спостережних свердловин залишається досить не вивченою.

У зоні уповільненого і дуже уповільненого водообміну знаходяться глибоко залягаючі підземні води, поширені в Північно-Західному Приазов'ї (на південь від Мелітополя) у низах палеогенової товщі, крейдових відкладах і в тріщинній зоні кристалічних порід. В зв'язку з відсутністю даних ця зона охарактеризована виходячи з загальної структурно-геологічної будови і за даними поодиноких свердловин, якими випробувані вище вказані горизонти.

В зоні уповільненого водообміну поширені переважно хлоридні натрієві води з мінералізацією від 5–10 до 35–45 г/дм³, сингенетичні води що раніше вміщувались у водоносних горизонтах, в основному, витисненні; формування хімічного складу вод відбувається у результаті промивання гірських порід водами, поступаючими з вище залеглих відкладів. У зоні дуже уповільненого водообміну поширені високо мінералізовані (більше 40 г/дм³) хлоридні натрієві води з вміщенням йоду і броду. Можливо припустити, що в цій зоні вміщуються метаморфізовані і високо мінералізовані води древніх морів.

4.1 Характеристика території району робіт згідно умов захищеності підземних вод

4.1.1. Характеристика слабопроникних порід зони аерації та водотривів

Основними факторами, що визначають умови захищеності підземних вод ґрунтового і перших міжпластових водоносних горизонтів, є літологічний склад, характер розповсюдження, фільтраційні властивості і потужність слабопроникних порід зони аерації та перших міжпластових водотривів.

Зона аерації району робіт представлена утвореннями різного віку та літологічного складу: нижньо-верхньочетвертинними еолово-делювіальними,

верхньочетвертинними та сучасними делювіальними суглинками, четвертинними алювіальними пісками та супісками.

Слабкопроникні породи зони аерації представлені еолово-делювіальними суглинками. Потужність суглинків зменшується від 10–20 м на вододілах до 1–2 м до долин рік. В залежності від вмісту глинистих часток суглинки підрозділяються на легкі, середні та важкі; в верхній частині розрізу залягають, як правило, легкі та середні, а нижче за розрізом — важкі суглинки. В зв'язку з цим коефіцієнти фільтрації їх зверху до низу змінюються від 1 до 0,004 м/добу. Фільтраційні властивості визначені методом наливів у шурфи.

Слабкопроникні відклади зони аерації, що розповсюджені в річкових долинах, представлені невитриманими по площі та в розрізі алювіально-делювіальними суглинками і глинами з прошарками пісків. Потужність зони аерації в річкових долинах змінюється від 0,5–2 м у заплаві і на першій надзаплавній терасі до 6–10 м на більш високих терасах. Коефіцієнт фільтрації змінюється від 0,002 м/добу у глин до 0,3 м/добу у суглинків.

Таким чином, зона аерації Мелітопольського родовища представлена невитриманими за площею суглинками, які відрізняються зміною фільтраційних характеристик як за площею, так і в розрізі, що визначає слабкі екрануючі властивості.

Першим місцевим водотривом території Мелітопольського родовища є верхньопліоцен-нижньочетвертинні червоно-бурі, неогенові куюльницькі та сарматські глини.

Верхньопліоценово-нижньочетвертинні червоно-бурі глини розповсюджені в межах вододільних просторів. В долинах рік і в крупних балок вони відсутні. Червоно-бурі глини нерівномірно заісочені як за площею, так і в вертикальному розрізі. Потужність червоно-бурих глин на вододілах 20–30 м і зменшується у напрямку до долин рік і крупних балок до 1–3 м. Коефіцієнти фільтрації їх змінюється від 0,01 до 0,0001 м/добу, причому переважають значення 0,0001 м/добу.

Сарматські глини є першим регіональним водотривом в межах схилів і долин рік [6]. В долині річки Молочної цим водотривом слугують нижньосарматські глини. Потужність глин змінюється від декілька метрів до 20 м. Коефіцієнт фільтрації складає $4,2 \cdot 10^{-5}$ м/добу.

4.1.2 Характеристика району робіт згідно умов захищеності ґрунтових та міжпластових вод

Ґрунтові води в межах району робіт є незахищеними від забруднення з поверхні землі. Потужність зони аерації змінюється від 1 до 20 м. Однак суглинки, які мають місцями значну потужність і низькі фільтраційні властивості, поширені на обмежених ділянках і не витримані за потужністю. Тому на території, що розглядається, не виділяються ділянки поширення ґрунтових вод, які є захищеними або умовно захищеними від забруднення.

Міжпластові води поширені на всій площі району робіт. Вони приурочені до куяльницьких, кіммерійських, олігоцен-неогенових, буцацьких і крейдових відкладів.

Водоносний горизонт приурочений до куяльницьких відкладів (N_2kj) поширений на Приазовській низовині. Першим місцевим водотривом є куяльницькі зелено-сірі глини потужністю від 1–10 до 15 м. В долині р. Молочна вони розмиті. Водоносний горизонт є переважно незахищеним і умовно захищеним. Але зустрічаються захищені ділянки.

Водоносний горизонт приурочений до кіммерійських відкладів (N_2km) поширений в долині р. Молочна на південь від м. Мелітополя. Водотривом слугують куяльницькі глини, потужність яких більш 10 м. Горизонт є захищеним.

Водоносний комплекс приурочений до олігоцен-неогенових відкладів (P_3-N_1) широко поширений в межах всього регіону. Відсутній тільки на Приазовському кристалічному масиві. Водотривом, в основному, є червоно-бурі і куяльницькі глини, потужність яких змінюється від 3 до 30–40 м.

На площі району робіт водоносний горизонт є захищеним і тільки у долинах річок — умовно захищеним і захищеним.

Водоносний горизонт приурочений до бучацьких відкладів (P_2bc) поширений на всій площі району робіт. Регіональним водотривом є харківські глини, київські глини і мергелі, загальною потужністю більш ніж 100 м, які визначають надійну захищеність підземних вод горизонту. За межами району робіт в долині р. Кінки верхнім водотривом водоносного горизонту є бучацькі глини потужністю 1–3 м, що визначає незахищеність підземних вод на цій ділянці.

Водоносний комплекс приурочений до крейдових відкладів (K) в районі робіт перекритий потужною товщею (100–150 м) верхньокрейдових мергелів і алевролітів, що

4.2 Геолого-екологічна характеристика ґрунтів району робіт

За даними геолого-екологічних досліджень з деталізацією території м.м.

Мелітополь, Токмаку і смт. Михайлівки [7], в основному ґрунти мають мінімальну ступінь забруднення. Однак на невеликих ділянках СПК ґрунтів коливається від 20 до 64 одиниць. Пріоритетний ряд забруднювачів в інтервалі 0–15 см виглядає наступним чином:

- загальна площа $Pb > Sn > Co > Cu > Ti$;
- м. Мелітополь $Zn > Pb > Sn > Sr > Ag$.

З них Zn, Pb — першого класу безпеки; Co, Cu — другого класу безпеки; Sr — третього класу безпеки.

Високі концентрації в одиничних пробах мають Cr, Mo, Ni, Y . Незначні аномалії спостерігаються по Zr, Co .

Не мають аномалій на території регіону $Ba, Be, P, Y, Yb, La, Bi, Nb$.

Не виявлені спектральним аналізом сурма, тантал, ртуть, кадмій, золото, талій, скандій.

Найбільш контрастними забруднюючими елементами як на площі району в цілому, так і на території м. Мелітополя є свинець та олово.

Вміст свинцю в ґрунтах коливається від 19,4 до 30 мг/кг. В районі смт. Якимівка вміст свинцю в ґрунтах перевищує ГДК і сягає 45 мг/кг. На окремих ділянках території району вміст олова змінюється від 6 до 12 мг/кг.

Сумарний показник концентрації елементів в ґрунтах в інтервалі 0–15 см знаходиться в межах 0–8 одиниць, що відноситься до мінімального ступеня забрудненості. Але на південний захід від с. Новомиколаївка і на південь від с. Терпіння, а також на невеликих ділянках в районі Молочного лиману цей показник коливається від 8 до 19 одиниць. На даній території ґрунти мають слабку ступінь забруднення.

ґрунти в м. Мелітополі в інтервалі 0–15 см, здебільшого, мають мінімальну ступінь забрудненості (СПК не перевищує 8 одиниць). Тільки на західній околиці та в центрі на невеликих ділянках є середньо- і сильно забруднені ґрунти.

ґрунти зони аерації не забруднені важкими металами. Концентрація хімічних елементів в пробах всіх випробуваних свердловин не перевищує 1,5 фонового вмісту. Динаміка розповсюдження хімічних елементів в тих чи інших породах має, як правило, хаотичний характер [8].

В атмосферних опадах систематично присутні високі концентрації Fe, Al, Mn, Br. Радіаційний фон території м. Мелітополя коливається в межах 10–17 мкр/год.

5 ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПЕРЕОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА

Зважаючи на багат шаровість геолого-гідрогеологічної будови земної кори в районі Мелітопільського родовища підземних вод, багатофакторність умов формування підземних вод і неспівпадіння границь розповсюдження різних водоносних шарів для переоцінки експлуатаційних запасів прісних підземних вод цього родовища раціонально використання методу чисельного математичного моделювання з застосуванням сучасних комп'ютерних

технологій. Методологія досліджень на основі чисельного математичного моделювання дозволяє об'єднати разом переваги автоматизованих чисельних розрахунків, теоретичних методів оцінки експлуатаційних запасів підземних вод, натурних випробувань і спостережень, а також лабораторних експериментів, повніше ув'язати якісні і кількісні характеристики природних умов гідрогеологічного об'єкту, отримати про нього цілісне і несуперечливе уявлення [8-11].

В основу гідродинамічної моделі району досліджень покладена кінцево-різницева апроксимація систем диференціальних рівнянь в часткових похідних геофільтрації підземних вод [12]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T_i \frac{\partial H_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_i \frac{\partial H_i}{\partial y} \right) + \Theta_{i,i+1} (H_i - H_{i+1}) + W = \mu_i \frac{\partial H_i}{\partial t}; \quad (5.1)$$

$$i = 1, 2, \dots, m;$$

де H_i та H_{i+1} - абсолютні позначки рівнів підземних вод в i -му та $(i+1)$ -му водоносних шарах, m ; T_i - коефіцієнт водопровідності порід i -го водоносного шару, $m^2/\text{добу}$; $\Theta_{i,i+1}$ - питома проникність роздільного прошарку поміж i -им та $(i+1)$ -им водоносними шарами ($\Theta_{i,i+1} = (K_0/M_0)_{i,i+1}$), $1/\text{добу}$; $(K_0$ і $M_0)_{i,i+1}$ — відповідно, водопроникність (в $m/\text{добу}$) і потужність (в m) порід роздільного слабкопроникного прошарку поміж i -им та $(i+1)$ -им водоносними шарами на моделі; W - інфільтраційне живлення підземних вод, $m/\text{добу}$; m - загальна кількість водоносних шарів на моделі; μ_i - коефіцієнт водовіддачі порід водоносного шару.

5.1. Схематизація природних умов

Для схематизації природних умов території досліджень на гідродинамічній моделі в розрізі осадового чохла виділені чотири поверхово залягаючі один над одним водоносні шари (неогеновий, бучацький, верхньокрейдяний і нижньокрейдяний), відокремлені один від одного відносно

слабкопроникними роздільними прошарками. По цим водоносним горизонтам існують дані польових випробно-фільтраційних досліджень і режимних спостережень.

Згідно регіональних гідрохімічних даних на формування прісних підземних вод бучацького і крейдяних водоносних горизонтів важливу роль може відігравати докембрійська розломна тектоніка. Тому, щоб врахувати вплив регіональних розломів на формування прісних підземних вод описуваної території, до вищезгаданих чотирьох розрахункових шарів в осадовому чохла було додано ще п'ятий шар в докембрійському фундаменті.

До першого водоносного шару на моделі були віднесені водоносні відклади сарматського і тортонського віків (неогеновий водоносний комплекс). Взагалі за даними геологічних досліджень роздільний слабкопроникний прошарок між сарматським і тортонським водоносними горизонтами відсутній лише в районі м. Мелітополя. Але, враховуючи те, що депресійна воронка Мелітопольського водозабору поширюється далеко за межі "вікна" в цьому прошарку і те, що сарматський і тортонський водоносні горизонти не відносяться до продуктивних щодо видобування прісних підземних вод для централізованого водопостачання м. Мелітополя, ці горизонти на моделі об'єднуються в один розрахунковий водоносний шар.

В підшві неогенового водоносного комплексу залягає прошарок дуже слабкопроникних мергелів кївської світи.

Другий водоносний шар на гідродинамічній моделі відображає напірні підземні води у відкладах бучацької світи еоцену.

В підшві бучацького водоносного горизонту знаходиться слабкопроникна мергельно-крейдова товща.

Під цим слабкопроникним прошарком на моделі виділено третій шар водоносних порід верхньокрейдяного віку.

В підшві третього водоносного шару залягає ще один слабкопроникний прошарок, складений щільними алевролітами і глинами, під яким на моделі було виділено четвертий водоносний шар у породах нижньокрейдяного віку.

Між четвертим, а там, де його нема, третім або другим, і п'ятим водоносним шаром існує досить тісний гідравлічний зв'язок крізь нерівномірно розповсюдженій по площі прошарок кольтатації тріщин зони вивітрення докембрійських порід.

П'ятим водоносним шаром на моделі виступає зона вивітрення (зона підвищеної тріщинуватості) докембрійських утворень. Особливість розподілу водопровідності порід п'ятого шару полягає в існуванні вузьких і довгих зон з відносно високою водопроникністю порід на тлі відносно низької. Зони з високою водопровідністю просторово розташовані відповідно з локалізацією розломних зон і розломів на території досліджень.

Зазначимо, що межі розповсюдження водоносних горизонтів взагалі не збігаються між собою.

Загальна область моделювання з північного боку обмежена, в основному, контуром південного берега Каховського водосховища і руслом р. Кінка. З півдня ця область обмежена береговим контуром Азовського моря і лінією вздовж географічної широти, що проходить на рівні с.с.Петрівка і Павлівка.

На сході область моделювання в цілому обмежена контуром поширення неогенового і еоценового водоносних комплексів; на заході — лінією смт. Кам'янка-Дніпровська – с. Іванівка.

Таким чином, моделюванням охоплена площа, приблизно у 12000 км².

Загальна область моделювання поділена на 17595 розрахункових блоків нерівномірною прямокутною сіткою, орієнтованою вздовж меридіанів і широт. У межах м. Мелітополя і с. Новопипілівка та прилеглої до них території сітка ущільнена до розмірів розрахункових блоків 0,25*0,25 км. В напрямку периферійних частин області моделювання розміри блоків поступово збільшуються до 8*8 км.

Гідрометрична мережа, а також контури Каховського водосховища і Азовського моря на моделі задаються граничною умовою 3-го роду ($Q = f(\Delta H)$), де Q — витрати води крізь границю, м³/добу; $f(\Delta H)$ — функція від різниці абсолютних позначок рівнів води в водоймі і підземних вод в найближчому до

дна водойми водоносному шарі). На контурах виклинювання водоносних горизонтів задавалась гранична умова 2-го роду ($Q = 0$). Вздовж західного і південно-західного краю області моделювання для усіх водоносних шарів теж задається гранична умова 2-го роду ($Q = 0$).

5.2. Визначення розрахункових гідрогеологічних параметрів і обґрунтування вихідних даних для підрахунку експлуатаційних запасів підземних вод

Для параметричного наповнення гідродинамічної моделі Мелітопольського родовища використані фондові дані та схеми зі звітів гідрогеологічних робіт, проведених на території дійсних досліджень в минулі часи, в т. ч. розвідувальні роботи, виконані безпосередньо для оцінки експлуатаційних запасів прісних підземних вод в межах нині діючих Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів [2, 3, 5].

Багаторічні режимні спостереження показали, що загальна депресійна воронка Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів охоплює велику площу і взаємодіє з аналогічними воронками інших водозаборів і дренажною системою Південно-Білозерського залізорудного родовища.

Враховуючи можливості методу математичного (чисельного) моделювання геофільтрації на сучасній комп'ютерній техніці і просторову змінність водопровідності порід на розглядуваній території, для параметричного наповнення моделі мають певну перевагу результати і узагальнюючі схеми раніше виконаних регіональних гідрогеологічних робіт.

Серед регіональних схем водопровідності порід водоносних шарів неогенового, палеогенового і крейдового віків території межріччя Дніпро-Молочна найбільш об'єктивно з урахуванням фактичного матеріалу побудовані ті, що подані в роботі [13]. Зокрема на цих схемах відображені результати визначення водопровідності порід буцацького, верхньокрейдяного і нижньокрейдяного водоносних горизонтів за даними раніше виконаних розвідувальних робіт на ділянках нині діючих Мелітопольського і Ново-

Пилипівського водозаборів, де водопровідність порід бучацького горизонту варіює у діапазоні 100–200 $m^2/добу$ при середньому значенні 150 $m^2/добу$, а водопровідність порід крейдянних водоносних горизонтів варіює в межах 200–400 $m^2/добу$ при середньому значенні 250 $m^2/добу$.

Зазначимо, що в роботі [14] були виконані оцінки водопровідності порід бучацького і крейдянних водоносних горизонтів за досвідом багаторічної роботи Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів. Результати показали, що для різних експлуатаційних свердловин Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів значення коефіцієнта водопровідності порід бучацького водоносного горизонту коливаються в межах 100–200 $m^2/добу$ з середнім значенням 160 $m^2/добу$, а для різних свердловин Ново-Пилипівського водозабору значення коефіцієнта водопровідності крейдянних водоносних горизонтів змінюються в межах 200–400 $m^2/добу$ з середнім значенням 270 $m^2/добу$. Вищенаведені цифри мало відрізняються від відповідних значень в межах Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів на регіональних картах, що містяться в роботі [13].

За межами вищезгаданих водозаборів водопровідність порід неогенового і бучацького водоносних горизонтів була оцінена за даними поодиноких свердловин і має певні просторові закономірності.

Так водопровідність порід неогенового горизонту з півночі на південь збільшується від 30 $m^2/добу$ до 700–1500 $m^2/добу$ (рис. 5.1), а водопровідність порід бучацького водоносного горизонту з периферійних частин території досліджень до її центру має тенденцію до збільшення від 25–75 $m^2/добу$ до 200–800 $m^2/добу$ (рис. 5.2).

Водопровідність порід крейдянних водоносних горизонтів за даними випробно-фільтраційних робіт в свердловинах вивчена переважно в межах водозаборів, де вона має значення дещо підвищені відносно периферійних частин площі поширення цих горизонтів, в середньому відповідно 250 і 10–30 $m^2/добу$ (рис. 5.3-5.4). Частково це обумовлено обмеженістю інформації щодо

відповідних фактичних даних за межами Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів.

З невеликим доповненням регіональні схеми водопровідності порід неогенового, бучацького і крейдових водоносних горизонтів з роботи [13] були використані нами для побудови модельних схем водопровідності порід і у подальшому не змінювались при підборі інших параметрів, кондиційність вивчення яких є значно нижчою.



Рисунок 5.1 – Схема водопровідності ($\text{м}^3/\text{добу}$) порід неогенового водоносного горизонту: 1 – 1500, 2 – 700, 3 – 300, 4 – 150, 5 – 70, 6 – 30, 7 – зона поза межами поширення водоносного комплексу; 8 – поверхневі водотоки та водосховища; 9 – населені пункти, 10 – Південно-Білозерське залізорудне родовище; 11 – свердловина (знизу – водопровідність, зверху номер за джерелом 13)



Рисунок 5.2 – Схема водопровідності ($\text{м}^3/\text{добу}$) порід бучацького водоносного горизонту: 1 – 800, 2 – 600, 3 – 250, 4 – 200, 5 – 150, 6 – 75, 7 – 25; 8 – зона поза межами поширення водоносного комплексу; 9 – поверхневі водотоки та водосховища; 10 – населені пункти, 11 – Південно-Білозерське залізрудне родовище; 12 – свердловина (знизу – водопровідність, зверху номер за джерелом 13)

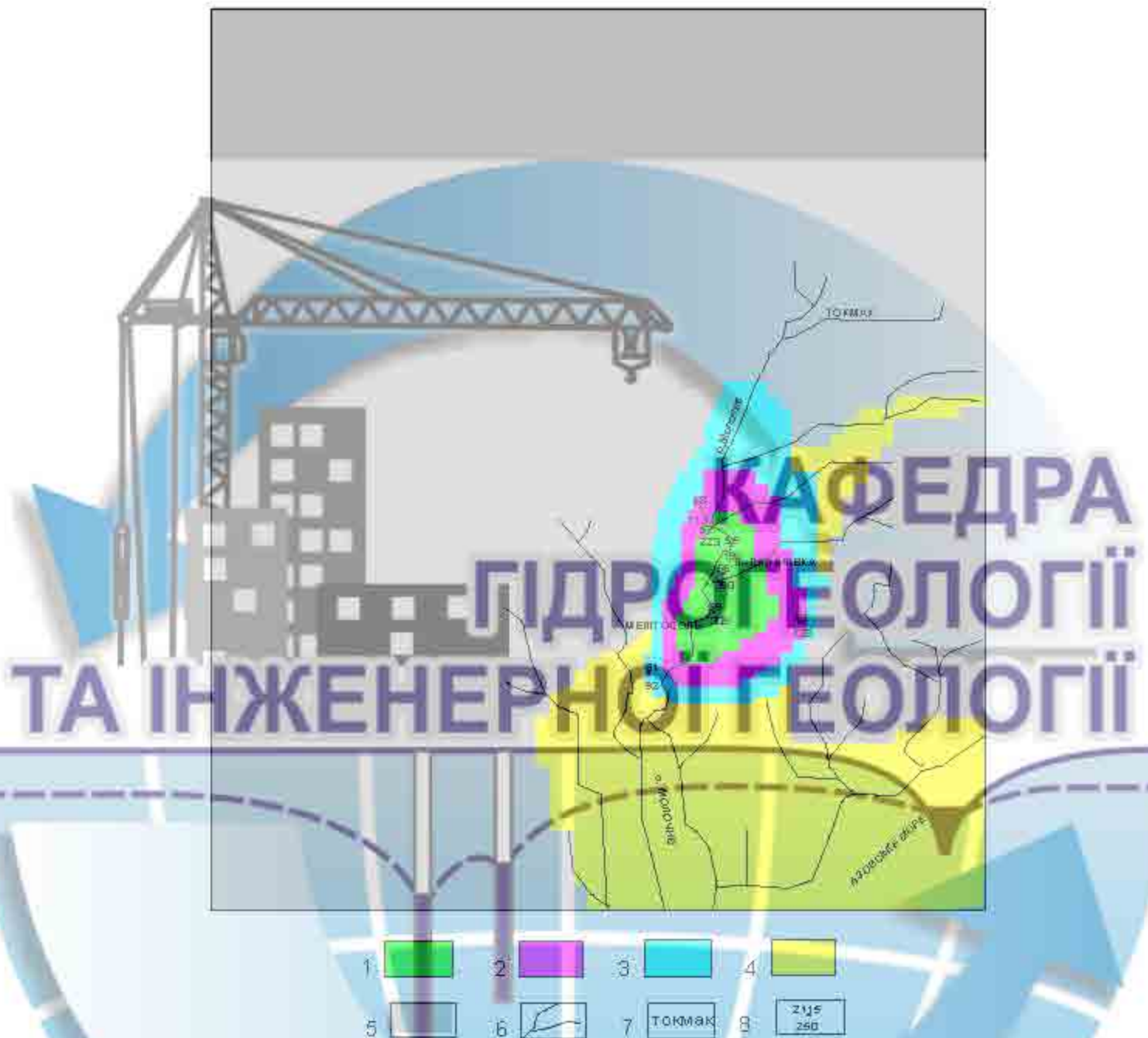


Рисунок 5:3 Схема водопровідності ($\text{м}^3/\text{добу}$) порід верхньокрейдяного водоносного горизонту: 1 – 250, 2 – 150, 3 – 70, 4 – 30; 5 – зона поза межами поширення водоносного комплексу; 6 – поверхні водотоки та водосховища; 7 – населені пункти; 8 – свердловина (знизу – водопровідність, зверху номер за джерелом 13)

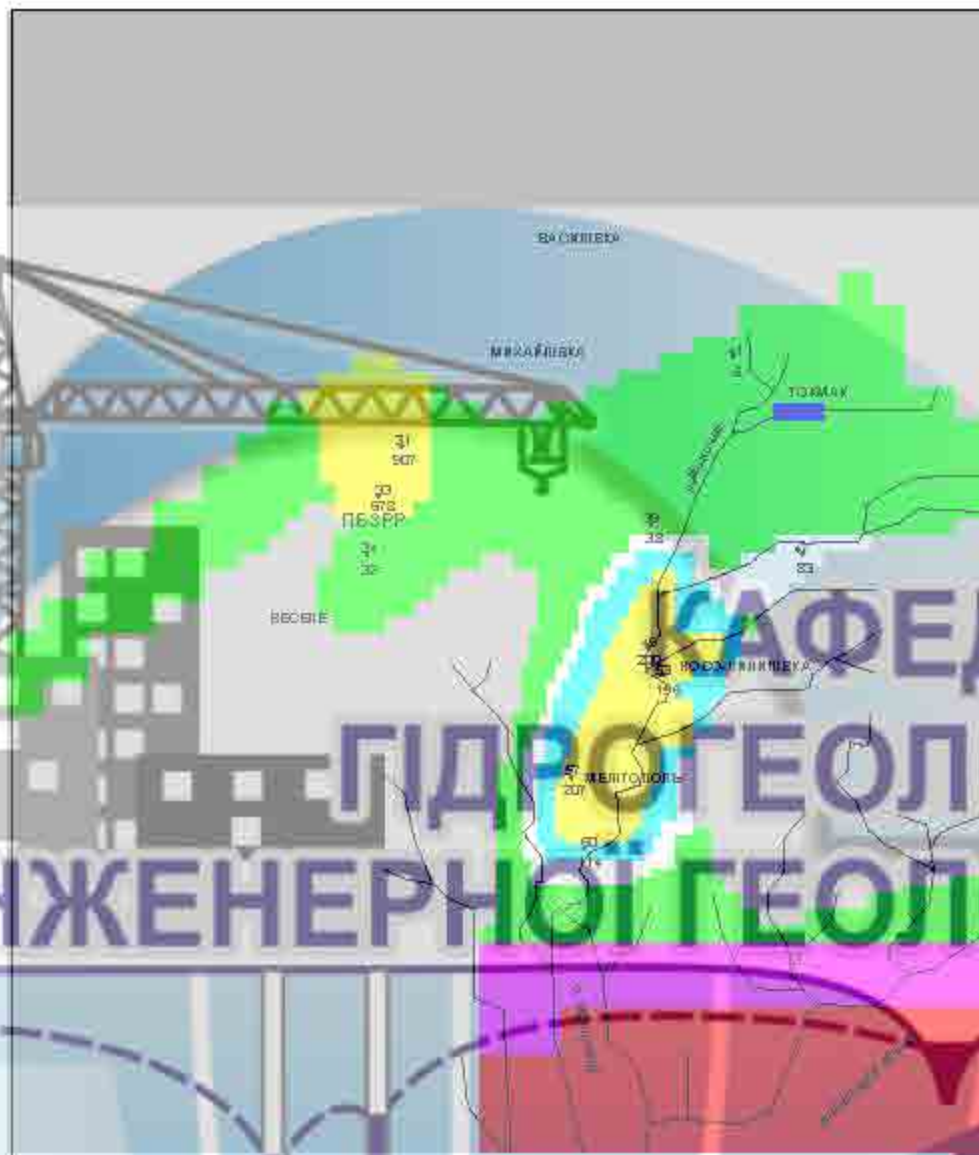


Рисунок 5.4 Схема водопровідності ($\text{м}^3/\text{добу}$) порід верхньокрейдяного водоносного горизонту: 1 – 250, 2 – 200, 3 – 150, 4 – 70, 5 – 30, 6 – 20, 7 – 10, 8 – зона поза межами поширення водоносного комплексу; 9 – поверхневі водотоки та водосховища; 10 – населені пункти; 11 - Південно-Білозерське залізорудне родовище; 12 – свердловина (знизу – водопровідність, зверху номер за джерелом 13)

У звіті [13] про регіональну оцінку запасів підземних вод Причорноморського артезіанського басейну відзначено, що геологічні дані

вказують на те, що між крейдяним водоносним комплексом і підземними водами докембрійської розломної зони, розташованої вздовж русла річки Молочна має існувати тісний гідравлічний зв'язок. Це важливо, з тієї точки зору, що докембрійські тектонічні розломи на території досліджень можуть відігравати роль додаткових ефективних провідників прісних підземних вод від місць з відносно більш сприятливими до місць з менш сприятливими умовами живлення підземних вод. Тому при створенні гідродинамічної моделі Мелітопольського родовища прісних вод було передбачено виділення водоносного горизонту в тріщинній зоні докембрійських утворень з визначенням геофільтраційних параметрів його порід по аналогії і підбором за результатами порівняння фактичного і модельного режиму рівнів підземних вод згідно досвіду експлуатації Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів протягом ряду років.

Так, по аналогії, виходячи з досвіду гідрогіологічних досліджень в кристалічних породах УІЦ [15] в просторах між розломами, згідно статистичної обробки регіональних фактичних даних, середнє значення водопровідності порід тріщинного водоносного горизонту можна брати на рівні $10 \text{ м}^2/\text{добу}$.

Щодо водопровідності порід в межах розломних зон, локалізація яких виявлена і зафіксована на тектонічній схемі території досліджень масштабу 1:500 000 [14], то фактичних даних про неї нема. Серед розломних зон на ресурси підземних вод продуктивних горизонтів Мелітопольського родовища найбільший вплив має Молочанський розлом, розташований вздовж русла р.Молочна з півночі на південь, про що зауважено в роботі [14], а також Кінцько-Цебриковський розлом, розташований поблизу Південно-Білозерського залізо-рудного родовища, дренажна система якого відбирає велику кількість (порядка $50 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$) ресурсів підземних вод з продуктивних горизонтів регіону. Тому ці два розломи мають бути виділені окремо в водоносному горизонті, приуроченому до зони підвищеної тріщинуватості докембрійських утворень, у вигляді довгих вузьких зон з високою водопровідністю порід

відносно порід прилеглих територій. Обидва розломи пересікаються в районі с.Василівка і гідравлічно пов'язані з Каховським водосховищем.

В фондових матеріалах [2, 3, 8, 13] фактичні дані про такий параметр, як пружна водовіддача порід, в основному, подані через значення їх п'єзопровідності. Використовуючи дані про водопровідність порід легко підрахувати значення пружної водовіддачі за формулою:

$$\mu_n = \frac{T}{a_n} \quad (5.2)$$

де μ_n — пружна водовіддача водоносних порід; T — водопровідність порід, $m^2/добу$; a_n — п'єзопровідність водоносних порід, $m^2/добу$.

Підрахунки дають такі результати. Значення пружної водовіддачі порід бучацького і крейдяних водоносних горизонтів в області напірних вод коливаються в межах від $0,5 \times 10^{-3}$ до 1×10^{-5} з середнім значенням порядку 1×10^{-4} , а неогенового водоносного комплексу — в межах від $0,4 \times 10^{-2}$ до 2×10^{-4} з середнім значенням порядку 1×10^{-3} . В області безнапірних вод (крайня північно-східна частина області моделювання) гравітаційна водовіддача дорівнює 0,1.

Фактичних даних відносно питомої проникності порід слабопроникних прошарків, що розповсюджені на території досліджень, бракує.

Гідрохімічні дані, а також досвід експлуатації водозаборів і дренажних систем ПБЗРР, що відбирають підземні води з бучацького водоносного горизонту, дають непряму підставу говорити про слабкий гідравлічний зв'язок між неогеновим водоносним комплексом і бучацьким водоносним горизонтом.

Так, існування відносно високої мінералізації підземних вод неогенового комплексу (до 3 г/дм^3) при цілком задовільній мінералізації підземних вод бучацького водоносного горизонту ($0,8\text{--}1,2 \text{ г/дм}^3$), при різниці абсолютних позначок рівнів підземних вод поміж цими комплексами до 100 м протягом декількох десятків років відносно інтенсивної експлуатації бучацького водоносного горизонту Мелітопольським водозабором, досі не призвела до

помітного засолення бучацьких вод за рахунок вертикального перетоку з неогену.

Про малі значення питомої проникності роздільного прошарку поміж бучацьким і крейдяними водоносними горизонтами в районі Мелітопольського і Ново-Пилипівського водозаборів відзначено в звітах щодо минулих розвідницьких робіт, що стало підставою тоді для використання розрахункових схем запасів підземних вод бучацького і крейдяних водоносних горизонтів без врахування гідравлічного зв'язку поміж ними і припущення формування запасів за рахунок залучення вод з північної частини регіону, де бучацькі відклади виходять на поверхню землі.

В якості відправних даних для підбору питомої проникності порід роздільних прошарків на сучасній моделі може бути використана насамперед схема п'єзоізогіпс бучацького водоносного горизонту, побудована ще до початку інтенсивної експлуатації і дренавання підземних вод бучацького горизонту на ПБЗРР, а також режимні дані про рівні підземних вод за період 1947–2003 рр. в умовах водовідбору з бучацького і крейдяних водоносних горизонтів [16].

Про інфільтраційне живлення підземних вод на території досліджень існує розрізнена інформація. В основному, вона стосується живлення ґрунтових вод в четвертинних відкладах і вимірюється величинами порядку 5–40 мм/рік. Більші величини приурочені до зон вздовж іригаційних каналів, а також до північно-східної частини території досліджень на вододілі між річками Молочна і Кінка. Крім того, існують дані про стік р. Молочна на державних водпостах біля м.Токмак і с.Терпіння. Якщо значення середньорічного стоку 95%-ої забезпеченості взяти за еквівалент підземного стоку, то інфільтраційне живлення підземних вод у верхній частині долини р.Молочна має дорівнювати 15–20 мм/рік, а на решті цієї долини — 3–6 мм/рік. Ця інформація може бути використана в якості вихідної для подальшого уточнення в процесі рішення зворотніх задач.

6 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОХОРОНИ НАДР ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Основою діючого законодавства України у сфері питної води та питного водопостачання є: Закон України „Про питну воду та питне водопостачання”; Водний Кодекс України; Кодекс України про надра; Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища”; Закон України „Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”; Положення про державну систему моніторингу довкілля; Державні санітарні правила і норми „Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарчо-питного водопостачання”; Правила користування системами водопостачання та водовідведення в містах і селищах України; Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України та інші нормативно-правові акти, що регулюють відносини у цій сфері [17, 18].

Підприємства пов'язані з питним водопостачанням здійснюють свою діяльність на підставі таких основних документів: дозволу на спеціальне водокористування або дозволу на користування надрами; ліцензії на централізоване водопостачання та водовідведення; державного акту на право постійного користування землею, або на право власності на землю; технічного проекту на розміщення водопровідних мереж, споруд та устаткування, погодженого і затвердженого за встановленим порядком [17, ст. 16].

Екологічно безпечним є такий стан природного середовища, при якому не спостерігається погіршення екологічних умов і виникнення небезпеки для здоров'я людини (ст. 50 Закону України „Про охорону навколишнього природного середовища”).

З метою запобігання можливому виснаженню запасів питних підземних вод у межах Мелітопольської та Ново-Пилипівської ділянок діючих водозаборів рекомендується виконання наступного комплексу природоохоронних заходів:

1) Ведення моніторингу підземних вод та продовження робіт з оптимізації спостережної мережі у північно-східній частині Причорноморського артезіанського басейну в межах Запорізької області.

2) Ведення державного обліку підземних вод, з метою систематизації поточної інформації про джерела водопостачання, кількість і якість води, обсяги використання води і скидання стічних вод, водокористувачів підземних вод, підприємства централізованого питного водопостачання.

3) Організація зон санітарної охорони водозаборів та дотримання їх правового режиму.

4) Обмеження або заборона видобутку та використання підземних вод питної якості бучацького водоносного горизонту для виробничо-технічних потреб на території м. Мелітополя.

5) Відшкодування збитків нанесених ресурсам підземних вод регіону дренажними роботами ЗЗРК, з цільовим їх використанням у подальшому на поліпшення водопостачання населених пунктів регіону.

6) Виявлення та ліквідаційний тампонаж свердловин непридатних до подальшої експлуатації, консервація свердловин, що тимчасово не експлуатуються на території прилеглої до водозаборів.

7) Ремонт і відновлення існуючих водозабірних свердловин та буріння нових - взамін, що вийшли з ладу - як на ділянках оцінюваних водозаборів, так і в зоні їх впливу.

8) Включення до перспективного плану природоохоронних заходів Запорізької області проведення інвентаризації водозаборів у південно-західній частині області (по 10-ті адміністративних районах).

Фоновий моніторинг підземних вод на регіональному рівні здійснюють геологічні територіальні організації Державного комітету природних ресурсів шляхом систематичних спостережень за підземними водами на спеціальній мережі свердловин з метою одержання інформації для оцінок і прогнозування змін водних об'єктів внаслідок промислової та господарської діяльності. За спеціально розробленими методичними рекомендаціями [19-20], періодичність

вимірів рівня води 1–5 разів на місяць по водопунктах природного і порушеного режиму. Проби води на хімічний аналіз підземних вод відбираються залежно від складності гідохімічного стану і поставлених завдань 1–4 рази на рік.

За результатами щомісячного аналізу та узагальнення матеріалів вивчення режиму підземних вод геологічні територіальні організації щорічно надають інформацію до районних та обласних держадміністрацій про зміни стану водних об'єктів з конкретними пропозиціями для прийняття заходів з раціонального використання підземних вод і охорони геологічного середовища.

Для контролю за станом підземних вод на Мелітопольському і Ново-Пилипівському водозаборах і своєчасного прийняття заходів щодо їх охорони та захисту має бути обладнана локальна (відомча) мережа свердловин для проведення систематичних спостережень за рівнем підземних вод як на ділянках, так і на прилеглих територіях (у зоні впливу). Основна мета контролю - виявлення впливу водозабору на довкілля, в т.ч. на інші джерела водопостачання, своєчасне визначення і прогноз надходження до водозабору забруднених або природних некондиційних вод з півдня.

Згідно методичних рекомендацій [19], для водозаборів розташованих у межах артезіанських басейнів платформеного типу при наявності значної кількості свердловин, рекомендується обладнання двох взаємо перехресних створів спостережних свердловин для ведення локального моніторингу підземних вод. Центр перехрестя створів повинен співпадати з центром депресійної воронки. У кожному створі слід заложити 5 свердловин: одну в центрі, дві всередині „великого колодязя” на відстані, рівному 0,25–0,5 його радіусу, дві - на відстані 1,5-2 радіусу, відповідно в обидві сторони.

Виміри рівнів та витрат води у свердловинах проводяться 1–3 рази на місяць (10, 20 і 30 числа) завжди в той самий встановлений час. Результати спостережень фіксуються у первинній документації (журнал вимірювань). Якісний склад води контролюється відомчими лабораторіями водокористувачів.

ВИСНОВКИ

Актуальність теми кваліфікаційної роботи з вивчення гідрогеологічних умов міжріччя Дніпро–Молочна визначена масштабами змін режиму підземних вод основних водоносних горизонтів під впливом техногенних факторів. Тому предметом дослідження є фільтраційні та ємнісні параметри продуктивних водоносних горизонтів, а об'єктом - гідродинамічні процеси, що формуються при експлуатації водозабірних споруд і шахтного водовідливу.

Район робіт розташований в південно-західній частині Запорізької області відноситься до басейну р. Молочна і охоплює північно-східне крило Причорноморської западини. Детальні гідрогеологічні дослідження проведені в межах двох ділянок: Мелітопольської і Ново-Пилипівської. На півночі регіон обмежений Придніпровським, на сході – Приазовським виступами кристалічного фундаменту Українського щита, на заході Каховським водосховищем, на півдні – Азовським морем.

Гідрографічна мережа регіону має чіткий зв'язок з лінією тектонічних порушень. Річка Молочна відноситься до Азовського морського басейну. Від джерела до впадіння в Молочний лиман, річка має довжину 197 км. Долина прорізає осадові відклади на глибину 20–40 м до сарматських, а на південь від м. Мелітополя до киммерійських відкладів.

Режим р. Молочної суттєво порушений штучно утвореними гідротехнічними спорудами (водоймищами та ставами), які акумулюють паводкові та дощові води.

В геолого-структурному відношенні район досліджень розташований у північно-східній частині Причорноморської западини, і характеризується блоковою структурою кристалічного фундаменту та моноклинальним заляганням порід осадового комплексу з загальним нахилом на південь.

В геологічній будові западини приймають участь осадові відклади крейдової, палеогенової, неогенової і четвертинної систем.

В гідрогеологічному відношенні район досліджень відноситься до північно-східної частини Причорноморського артезіанського басейну, в межах

якого відокремлено дев'ять водоносних горизонтів. Основне значення для господарсько-питного водопостачання населених пунктів мають підземні води неогенових, бучацьких і крейдових відкладів.

Живлення водоносних горизонтів бучацьких і крейдових відкладів відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів в області неглибокого залягання водовміщуючих порід на північному сході регіону та надходження підземних вод з боку Українського кристалічного щита. Розвантаження здійснюється в Азовське море, р. Дніпро, шахтний водовідлив, численні водозабори. За ступенем водообміну виділяються зони інтенсивного і ускладненого водообміну.

За вмістом основних хімічних компонентів, токсичних речовин та бактеріологічними показниками підземні води, в цілому, відповідають вимогам для питної води. При цьому слід зазначити, що на півдні і південному заході Мелітопольського водозабору в бучацькому та верхньокрейдяному водоносному горизонті поширені солонуваті води - сухий залишок сягає до 1500 мг/дм^3 .

Мелітопольський водозабір - це група водозабірних свердловин в кількості 105 шт (діючих 77) обладнані на водоносні горизонти сарматських, тортонських, бучацьких і крейдових відкладів.

Ново-Пилипівський водозабір представлений 16 водозабірними свердловинами на водоносні горизонти, бучацьких і крейдових відкладів.

Відбір підземних вод для водопостачання м. Мелітополя, складає $25 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$, в тому числі на Мелітопольському водозаборі $14 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$, на Ново-Пилипівському водозаборі $11 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$. Для господарчо-питного водопостачання використовується 84%, для виробничо-технічних потреб - 15%, для зрошування земель - 1%.

Порівняно з 80-ми роками водовідбір зменшився на 50-60%. Це пов'язують з впливом водовідбору для водопостачання та експлуатацією водознижуючих свердловин і дренажного ефекту гірничих виробок на Південно-Білозерського залізорудного родовища. Південно-Білозерське

залізорудне родовище розташовано в 47 км на північний захід від м. Мелітополя. Це проявилось в утворенні крупних депресійних воронок за площею і глибиною. П'езометричний рівень води бучацького водоносного горизонту в районі залізорудного родовища відповідає абс. позначкам -113...-110 м; на Мелітопольському водозаборі -76 -74 м.

Зважаючи на багатшаровість геолого-гідрогеологічної будови Мелітопольського родовища підземних вод, багатфакторність умов формування підземних вод і різні границі розповсюдження різних водоносних шарів для переоцінки експлуатаційних запасів прісних підземних вод цього родовища раціонально використання методу чисельного математичного моделювання.

Важливим етапом створення моделей геофільтрації є схематизація умов, фільтраційних та ємнісних параметрів. За аналізом даних на гідродинамічній моделі в осадовому чохлі виділені водоносні шари (неогеновий, бучацький, верхньокрейдяний і нижньокрейдяний), відокремлені один від одного відносно слабопроникними роздільними прошарками і п'ятий шар - зона вивітрення (зона підвищеної тріщинуватості).

За аналізом фондів матеріалів виділені наступні зони водопровідності основних водоносних горизонтів. Для неогенових відкладів водопровідність змінюється від 1500 до 70 м²/добу з півдня на північ, для бучацьких переважають зони 150 – 75 м²/добу.

Гідрометрична мережа, а також контури Каховського водосховища і Азовського моря на моделі задаються граничною умовою 3-го роду. Вздовж західного і південно-західного краю області моделювання задається гранична умова 2-го роду ($Q = 0$).

До основних водоохоронних заходів слід рекомендувати ведення моніторингу підземних вод, організацію зон санітарної охорони водозаборів, ліквідацію та тампонаж свердловин, непридатних для експлуатації.

1. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фізична географія Запорізької області: Хрестоматія / Відп. ред. Л.М. Даценко. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – 200 с.
2. Лялько В.І. Водообмін підземних вод у межиріччі Дніпро – Молочна // Водообмін у гідрогеологічних структурах України. Водообмін у природних умовах / Шестопалов В.М. та ін - К.: Наукова думка, 1989 - С. 203-214.
3. Рябих О.В. Звіт про роботи з ведення АІС ДВК, держобліку та вивчення режиму підземних вод в зонах впливу водозаборів на території Запорізької області в 1999-2001 рр. - Бердянськ: БКГПГП, 2001. Фонди ДНВП „Геоінформ України”.
4. Екологічні проблеми природних вод України. Масштаб 1: 2 000 000. - К.: Київська військово-картографічна фабрика, 2000
5. Кондратенко М.П. Звіт на тему 790 „Підземні води Запорізької області”. - Дн-ск: тр. Дніпрогеологія, 1970. Фонди ДНВП „Геоінформ України”.
6. Мапа природної захищеності підземних вод Української РСР. М-б 1:200 000. Запорізька область. - Київ, 1985. Фонди ДНВП „Геоінформ України”.
7. М'ягченко О.П. Екологія Північного Приазов'я. - Запоріжжя: ВПК „Запоріжжя”, 1999. - 206 с.
8. Волоха Ю.М. Геолого-екологічні дослідження (ГЕД-200) листів L-36-XII, L-36-XVIII з деталізацією території мм. Мелітополю, Токмаку і смт. Михайлівки (1993-2003 рр.) - смт. Михайлівка Запорізької області, 2003. Фонди ДНВП „Геоінформ України”.
9. Рубан С.А., Шинкаревський М.А. Гідрогеологічні оцінки і прогнози режиму підземних вод України (за результатами спостережень). Довідково-методичний посібник. — Дн-ськ: ДВ Укр. ДГРІ, 2000. — 144 с.
10. Лялько В.І., Шнейдерман Г.А. Формування та прогноз ресурсів підземних вод посушливих районів. - К.: Наук. думка, 1965. - 181 с.
11. Антропцев А.М., Дробнохід Н.І. Зміна водообміну на території Південно-Білозерського родовища. Водообмін у гідрогеологічних структурах України. Водообмін у порушених умовах. /Шестопалов В.М., Огнянник Н.С.,

Дробнохід Н.І. та ін./ . Відп. ред. Шестопа-лов В.М. - Київ: Наукова думка, 1991. - С. 450-459.

12. Giang W.H. and W.Kinzelbach. Processing Modflow (PM), Pre-and postprocessors for the simulation of flow and contaminants transport in groundwater system with MODFLOW, MODPATH and MT3D. 1993.

13. Капінос Н.М., Колодинська В.І. та ін. Звіт про регіональну оцінку запасів підземних вод Причорноморського артезіанського басейну (Української частини). - Дніпропетровськ, 1977. Фонди ДНВП „Геоінформ України”.

14. Цимбаревич М.М. Висновок щодо оцінки збіжності гідрогеологічних прогнозів, виконаних за даними розвідувальних робіт, з даними експлуатації Мелітопольського та Токмацького водозаборів. - Павлоград, 1979.

15. Шестопалов В.М. та інші. Звіт про НДР „Виконання структурно-геодинамічного та гідрогеологічного районування території зони відчуження Коростеньського Плутону з метою виявлення структур найбільш перспективних для глибинної ізоляції РАВ, МНС, 1998.

16. Звіт Про гідрогеологічні дослідження з переоцінки запасів питних підземних вод мелітопольського родовища в границях Мелітопольського та Ново-Пилипівського водозаборів Запорізької області / Руденко Ю.Ф., Рябих О.В., Стеценко Б.Д., Чайка В.Г. - ПП «Аква» Бердянськ. - 2004 р.

17. Закон України „Про питну воду та питне водопостачання” №2918-III від 10.01.2002 р.

18. Державні санітарні правила і норми (ДСанПН). Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання (Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23 грудня 1996 р. №383).

19. Методичні рекомендації щодо проведення спостережень за режимом підземних вод по відомчій мережі свердловин. - Дн-ск: ДО ІМР, 1986. - 41 с.

20. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. — Київ, 2001. — 54 с.



Сертифікат №242

А.В. Павличенко

Голова організаційного комітету,
перший проректор

24-28.04.2023





The logo is a circular emblem with a blue and white color scheme. The top half shows a construction crane and a building. The bottom half shows a cross-section of the earth with a grid, a large blue arrow pointing right, and a crossed hammer and pickaxe. The text is overlaid on the right side of the emblem.

**КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**



**КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**