

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

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

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

студента Сінкевича Данило Сергійовича

академічної групи 103-18-2

спеціальності 103 Науки про Землю
(шифр)

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Геологія

(офіційна назва)
на тему «Гідрогеологічні умови Полтавського ГЗК та обґрунтування доцільної системи водозниження на ділянці будівництва заглибленого вузла згущення»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Тимошук В.І.			
розділів:				
Загальний	Тимошук В.І.			
Спеціальний	Тимошук В.І.			
Рецензент	Довбніч М.М.			
Нормоконтролер	Загриценко А.М.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології
(повна назва)

_____ Рудаков Д.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2022 року

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

студенту Сінкевича Данило Сергійовича

(прізвище та ініціали)

академічної групи 103-18-2

(шифр)

спеціальності Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою Геологія

на тему «Гідрогеологічні умови Полтавського ГЗК та обґрунтування доцільної системи водозниження на ділянці будівництва заглибленого вузла згущення»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 15.04.22
№203-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Фізико-географічна характеристика досліджуваної території. Аналіз геологічної будови, та гідрогеологічних умов ділянки будівництва	15.04.2022- -30.04.2022
Спеціальний	Аналіз результатів прогностичного моделювання гідродинамічного режиму підземних вод в зоні впливу проектного будівництва заглибленого вузла згущення пульпи	01.05.2022- -31.05.2022
	Обґрунтування доцільного типу дренажу проекрованої споруди та параметрів водозниження	01.06.2022- -15.06.2022

Завдання видано _____

(підпис керівника)

Тимошук В.І.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

15.04.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

15.04.2022

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Сінкевич Д.С.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 60 стор., 18 рис., 3 табл., 24 джерел., 3 додатки.

В кваліфікаційній роботі виконано дослідження гідрогеологічних умов ділянки проектного будівництва вузла згущення з обґрунтуванням доцільної схеми будівельного водозниження та заходів щодо забезпечення ефективності роботи системи водозниження.

Об'єктом виконаного дослідження є геофільтраційні процеси у ґрунтовому масиві на ділянці проектного будівництва вузла згущення пульпи на Полтавському ГЗК.

Мета кваліфікаційної роботи полягає в прогностичній оцінці впливу на гідродинамічний режим підземних вод на ділянці проектного будівництва вузла згущення на основі геофільтраційних розрахунків.

Методи досліджень. Аналіз результатів гідрогеологічних досліджень, чисельне моделювання геофільтраційних процесів.

У вступі наведені мета та актуальність роботи, поставлені завдання, які необхідно вирішити в роботі.

У загальній частині представлена фізико-географічна характеристика досліджуваної території та виконаний аналіз гідрогеологічних умов ділянки проектного будівництва.

У спеціальній частині обґрунтована гідродинамічна модель ділянки проектного будівництва, виконаний аналіз результатів модельних розрахунків.

За результатами виконаних досліджень визначено доцільну схему будівельного зниження та обґрунтовані заходи щодо параметрів системи водозниження на ділянці будівництва вузла згущення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕОФІЛЬТРАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ГІДРОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ДРЕНАЖНА СИСТЕМА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ.....	7
ПРОЕКТОВАНОГО БУДІВНИЦТВА.....	10
2.1 Геологічна будова.....	10
2.2 Гідрогеологічні умови.....	12
3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І СТРУКТУРА ГЕОФІЛЬТРАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ.....	14
3.1 Математичне забезпечення і структура геофільтраційної моделі.....	14
3.2 Розрахункова схематизація модельованої області.....	20
4 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ.....	32
НА ДІЛЯНЦІ БУДІВНИЦТВА ВУЗЛА ЗГУЩЕННЯ.....	32
4.1 Параметри системи водозниження.....	32
4.2 Розрахункова схематизація і методика моделювання.....	33
4.3 Аналіз результатів модельних розрахунків.....	37
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	50
Додаток А.....	57
Додаток Б.....	59
Додаток В.....	60

ВСТУП

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню геофільтраційних процесів у ґрунтовому масиві, моделюванню роботи дренажної системи з обґрунтуванням заходів щодо забезпечення ефективності роботи системи водозниження.

Метою роботи є прогнозна оцінка впливу на гідродинамічний режим підземних вод в умовах будівництва вузла згущення на основі геофільтраційних розрахунків.

Об'єктом виконаного дослідження є геофільтраційні процеси у ґрунтовому масиві на ділянці проектного будівництва вузла згущення пульпи на Полтавському ГЗК.

В процесі виконання роботи були вирішені наступні задачі:

- виконаний аналіз і узагальнення даних про геолого-гідрогеологічні ділянки будівництва;
- розроблена загальна гідродинамічна схема досліджуваної території, обґрунтовані структура моделі і розрахункові гідродинамічні параметри;
- виконана ідентифікація чисельної моделі на основі рішень обернених гідродинамічних задач і даних про рівневий режим підземних вод;
- виконана прогнозна оцінка рівневого режиму підземних вод в умовах будівництва заглибленого вузла згущення;
- за результатами геофільтраційного моделювання виконаний прогноз змін геофільтраційного стану підземної гідросфери при різних проміжках часу на ділянці будівництва;

Вирішення поставлених в роботі задач дозволило обґрунтувати параметри системи водозниження на ділянці будівництва вузла згущення.

Для розробки прогнозу гідродинамічних умов і ефективності дренажу використаний пакет математичного моделювання гідродинамічних процесів Visual MODFLOW.

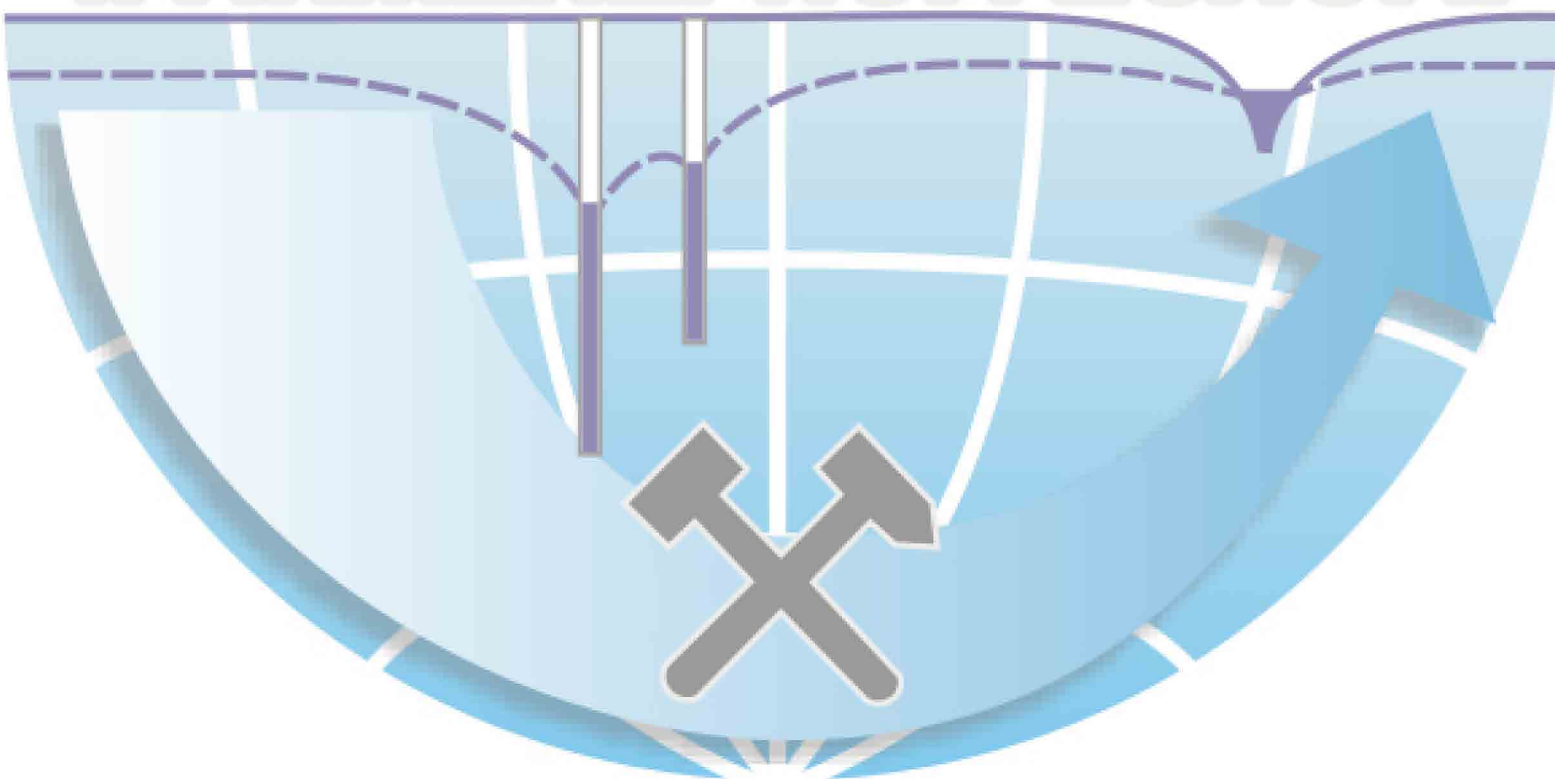
При створенні моделі були використані матеріали інженерно-геологічних і гідрогеологічних вишукувань, виконаних у різні роки ДІ "УкрНДВодоканалпроект", а також науково-дослідних робіт, проведених ПАТ "Важпроматоматика".

Відомості щодо рівневого режиму підземних вод і їх якісного складу за даними режимних спостережень отримані від ПРАТ "Полтавський ГЗК".

Результати виконаних досліджень доповідалися на 77-ій студентській науково-технічній конференції «ТИЖДЕНЬ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКИ».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЕОФІЛЬТРАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ГІДРОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ДРЕНАЖНА СИСТЕМА.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Адміністративно досліджувана ділянка будівництва вузла згущення знаходиться в м. Горішні Плавні (Комсомольськ) на території ПрАТ «Полтавський ГЗК» (рис 1.1).



□ ділянка проектованого будівництва ● місце розташування згущувачів

Рисунок 1.1 – Оглядова карта ділянки будівництва вузла згущення

Із північно-західної сторони обмежена залізрудним кар'єром Полтавського ГЗК, на заході першим та другим відсіками хвостосховища ПрАТ Полтавського ГЗК, на південному заході- Кам'янським водосховищем.

У геоморфологічному відношенні територія хвостового господарства Полтавського ГЗК розташована в межах заплавної і першої надзаплавної тераси р. Дніпро та його притоки р. Сухий Кобелячок і представляє собою рівнину, місцями підтоплену і заболочену. Відмітки природної поверхні складають 65,00...67,00 м.

Після створення Кам'янського водосховища, будівництва міста Комсомольська (Горишні Плавні), розробки кар'єрів, утворення відвалів і хвостового господарства Полтавського ГЗК природний рельєф місцевості зазнав суттєвих змін. Первинна огорожувальна дамба хвостосховища має відмітку 75,00 м, відмітки берм наступних дамб – 78,50, 82,00, 85,00, 89,00, 91,00, 96,00 і 97,50 м.

Існуючі дамби обвалування 1-2 відсіку хвостосховища Полтавського ГЗК мають відмітки гребеню 105,0 м, тобто підіймаються на 30,0...38,0 м над поверхнею землі. По території прокладені траси інженерних комунікацій (цульпопроводи, дренажні системи та дренажний канал).

Район відноситься до Придніпровської акумулятивно-денудаційної рівнини і приурочений до південної частини лісостепової зони.

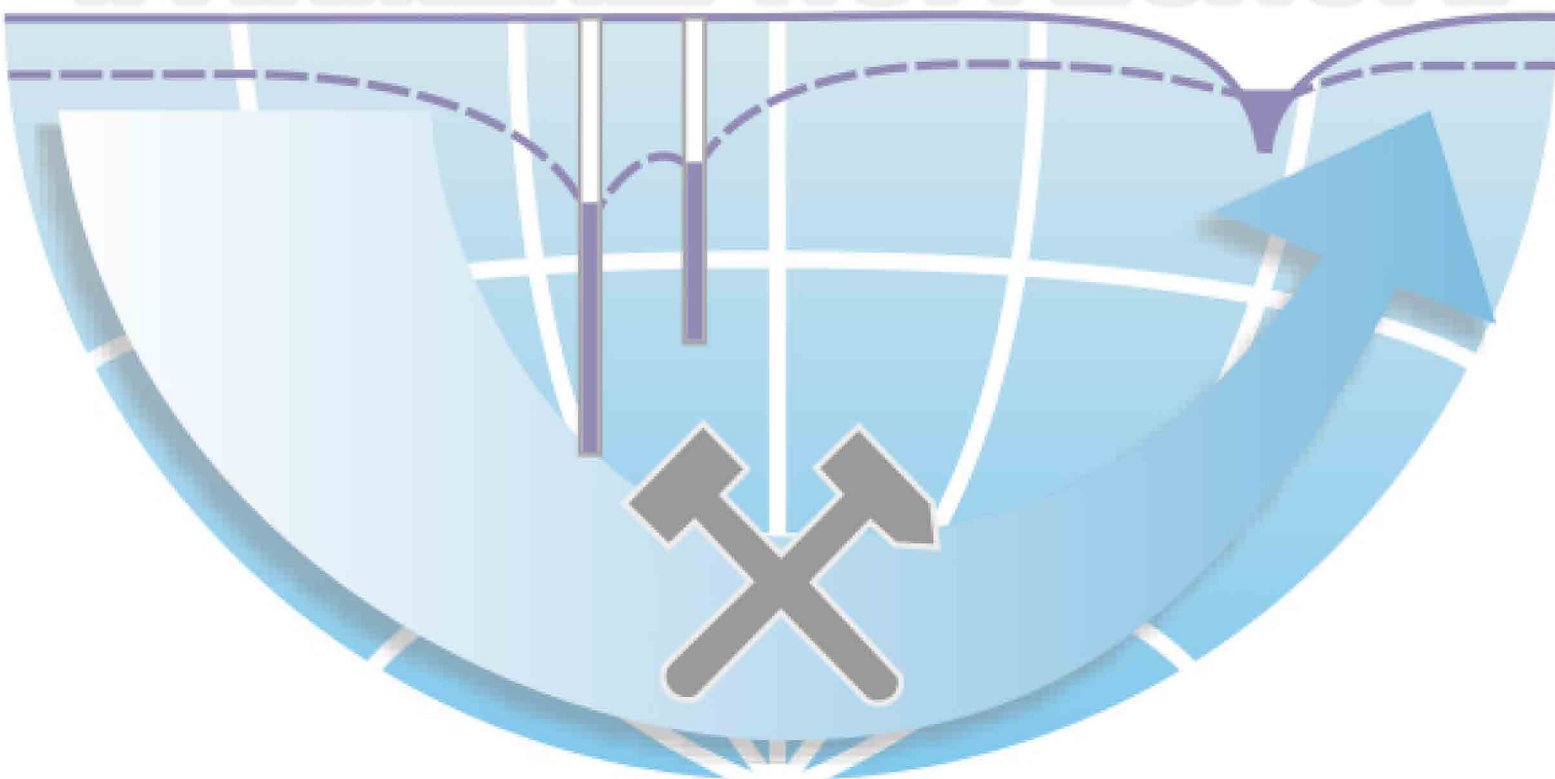
Клімат району помірно-континентальний з жарким посушливим літом і відносно теплою зимою. Середньорічна температура повітря складає 8,5 °С, абсолютний максимум +39,8 °С, абсолютний мінімум – (-)28,3 °С, середня температура найхолоднішого місяця – (-) 5,3 °С, найспекотнішого – +21,0 °С. Середня тривалість безморозного періоду складає 200 днів. Середньорічна кількість опадів – 510...530 мм.

Найбільша глибина промерзання ґрунту за зиму – 120 см, середня – 60...65 см, найбільша глибина проникнення 0 °С температури в ґрунт – 173 см. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів розрахована за формулою теплотехнічних розрахунків 76...94 см.

Досліджена територія знаходиться на відстані 1,1...2,0 км від берега Кам'янського водосховища, яке є однією з ланок каскаду водосховищ на середньому та нижньому Дніпрі. Нормальний підпірний рівень (НПР) водосховища становить 64,00 м, рівень мертвого об'єму (РМО) – 63,00 м, форсований підпірний рівень (ФПУ) – 66,0 м, середня глибина – 4,3 м, максимальна – 16,0 м. Найвищий зафіксований рівень води у підпірних умовах – 67,29 м (1970 р.).

У створі м. Горишні Плавні максимальні розрахункові відмітки горизонту води при забезпеченості 1% складають 66,47 м, 10% – 65,63 м. Дном водосховища в його верхній частині є русло річки Дніпро, його заплава і, частково, друга тераса. Дно піщане, піщано-мулисте з ложем з глин та глауконітових пісків харківської світи.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



2 ГЕОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ПРОЕКТОВАНОГО БУДІВНИЦТВА

2.1 Геологічна будова

У геолого-структурному відношенні досліджувана територія розташована в межах Середньодніпровського схилу Українського кристалічного масиву (УКМ), до якого віднесений Криворізько-Кременчуцький синкліній. Для даної структури характерно перемежування порід залізородної формації з гнейсами і гранітами. Схил УКМ ускладнений численними тектонічними порушеннями субмеридіального напрямку і накладеними на них молодшими субширотними дислокаціями.

Специфічною особливістю району є наявність потужних кір вивітрювання кристалічних порід. Представлені вони каолінами, глинами блакитно-сірими та жорствою.

У геологічній будові досліджуваної території беруть участь четвертинні та палеогенові осадові відкладення, що залягають на корі вивітрювання кристалічних порід докембрію. У складі палеогену в межах досліджуваної території виділяються відклади бучацької, київської і харківської (межигірської) світ, які приурочені, в основному, до заглиблених ділянок покрівлі докембрію.

Бучацька світа (P_2bc) на розглянутій території представлена вуглистими глинами, різнозернистими пісками, зеленувато-сірими тріщинуватими сланцями. Потужність піщаних відкладів бучацької світи варіює незначно – від 6,3 м до 7,0 м. В основі світи часто простежується осадова брекчія, що складається з уламків кристалічних порід, слабо зцементованих піщано-глинистим матеріалом.

Київська світа (P_2kv) складена сірувато-білими, нерідко із блакитнуватим відтінком мергелястими, місцями слюдистими безкарбонатними глинами. Розкрита потужність відкладів київської світи на розглянутій території сягає

21,0 м. Покрівля світи зустрінута на відмітках 28,0...37,0 м.

Харківська світа (P_3hr) досить широко розвинена в межах даного району. Харківські відкладення представлені глинами та суглинками кварцово-глауконітовими сірувато-зеленого кольору. На окремих ділянках на відмітках 43,80...51,10 м вони переходять у кварцово-глауконітові ясно-зелені алевроліти та пісковики, а в підшві – у пухкі піщано-глинисті гравелісті відкладення, нерідко з уламками кристалічних порід. Місцями зустрічаються прошарки піску м'якого та пилюватого потужністю до 7,0 м. Загальна потужність відкладів харківської світи по площі досліджуваної території досягає 30,0 м (за даними вишукувань минулих років). Покрівля світи зустрінута на відмітках 51,0...6,00 м.

Четвертинні відкладення (QI-IV) розвинені по всій ділянці досліджень і утворюють суцільний покрив.

Четвертинні алювіальні відкладення у верхній частині розрізу представлені супісками, суглинками та глинами темно-сірого, зеленувато-сірого кольору, місцями з домішкою органічних речовин та заторфованими, потужністю до 9,6 м. Нижче простежується шар пісків різного гранулометричного складу потужністю до 19,0 м.

Дамби хвостосховища складені техногенними намивними та насипними пісками, які закріплені з поверхні шаром щербенисто-глибистого ґрунту, утвореного з уламків кварцитів. Хвости, що заповнюють чашу хвостосховища, літологічно представлені пісками від пилюватих до середньої крупності, супісками та суглинками, зрідка глинами.

2.2 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови характеризуються наявністю декількох водоносних горизонтів, що приурочені до четвертинних техногенних та алювіальних відкладень, кварц-глауконітових пісків та пісковиків харківської світи, пісків київської та бучацької світ, а також до порід кори вивітрювання.

Водовмісними породами четвертинного водоносного горизонту є техногенні відкладення ("хвости" та алювіальні піски і супіски, водотривом – глини та суглинки харківської світи. Гідравлічно четвертинний горизонт пов'язаний з Кам'янським водосховищем.

Після введення в експлуатацію промислових підприємств, у технологічних циклах яких використовуються значні обсяги води, а також хвостосховища, режим фільтрації горизонту формується переважно під впливом техногенних факторів. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і поливних вод на зрошуваних територіях, фільтраційних втрат із хвостосховища, ставків, витоків з водонесучих комунікацій, а також – за рахунок додаткового інфільтраційного живлення на території відвалів розкривних порід.

У природних умовах потік ґрунтових вод був спрямований з північного сходу на південний захід, у долину р. Дніпро. На сьогодні розвантаження ґрунтових вод відбувається в долину р. Дніпро та у кар'єр ПГЗК, в обводнені якого горизонт є основним. Найбільш інтенсивне локальне розвантаження ґрунтових вод спостерігається по південно-східному борту кар'єру, тобто з боку хвостосховища.

Глибина залягання рівнів ґрунтових вод визначається, насамперед, розвантаженням ґрунтових вод у кар'єр, величиною фільтраційних витоків на території проммайданчика, фільтраційними втратами на площі хвостосховища.

На невеликих за площею ділянках, де водотривкі породи, що підстилають алювіальні відклади, відсутні, четвертинний горизонт має прямий гідравлічний зв'язок з горизонтом харківських відкладень.

За хімічним складом ґрунтові води відносяться до хлоридно-сульфатного натрієво-калієвого типу з сухим залишком 1,0...5,0 г/дм³.

Харківський водоносний горизонт, який є другим горизонтом у вертикальному перерізі, зафіксований у товщі харківської світи. Перешарування пісків з глинами та пісковиками обумовлює утворення у цій товщі двох-трьох водоносних шарів, які формують єдиний комплекс. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок водообміну з горизонтом четвертинних алювіальних відкладень та водами Кам'янського водосховища.

За хімічним складом води гідрокарбонатно-хлоридні натрієві. Підшовою харківського водоносного горизонту слугують мергелясті глини київської світи, в місцях їх відсутності здійснюється гідравлічний зв'язок з горизонтом бучацьких відкладень.

Водоносний горизонт напірно-безнапірний.

Бучацький водоносний горизонт приурочений до дрібнозернистих вуглисто-глинистих пісків бучацької світи. Горизонт розвинений локально.

Піщана товща бучацьких відкладів підстиляється товщею зеленуватих щільних глин, які служать відносним водотривом, розділяючи, разом із глинами та первинними каолінами кори вивітрювання, горизонти бучацьких відкладів і кристалічних порід.

Водоносний комплекс кристалічних порід докембрію приурочений до кори вивітрювання, що представлена пісками та жорствою, а також до верхньої тріщинуватої зони порід Криворізької серії, гранітів і мігматитів. Поширення цього комплексу по вертикалі обмежується глибиною розвитку тріщинуватих кристалічних порід. Горизонт напірний, висота напору сягає місцями 10,0...16,0 м. На деяких ділянках горизонт має гідравлічний зв'язок з горизонтом палеогенових відкладень, що пояснюється наявністю "гідрогеологічних вікон".

3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І СТРУКТУРА ГЕОФІЛЬТРАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

3.1 Математичне забезпечення і структура геофільтраційної моделі

Для оцінки гідродинамічного режиму на ділянці проєктованого будівництва використана реалізована у програмному комплексі Visual MODFLOW чисельна модель геофільтрації, яка представляє собою модель тривимірного потоку підземних вод постійної щільності в пористому середовищі і описується частковим диференціальним рівнянням:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (3.1)$$

де k_{xx} , k_{yy} і k_{zz} – гідравлічна проникність у напрямку координатних осей X , Y і Z ; (L/T); h – шукана функція напору (L); W – одинична витрата потоку (T⁻¹): для вхідного потоку $W > 0$, для вихідного потоку $W < 0$; S_s – питома ємність пористого середовища (L⁻¹); t – час (T).

Рівняння (3.1) разом з граничними і початковими умовами описує тривимірний нестационарний потік підземних вод в гетерогенному і анізотропному середовищі за умови, що основні напрямки гідравлічної проникності співпадають з напрямками координатних осей.

Для вирішення рівняння (3.1) в чисельній моделі використовується метод кінцевих різностей, для чого виконується дискретизація області фільтрації прямокутною сіткою на окремі розрахункові блоки. В межах кожного блоку існує лише одна точка, яка називається вузловою, і для якої розраховується значення напору.

Параметри сітки визначаються розмірами окремих блоків DEL_R і DEL_C . Колонки блоків нумеруються, починаючи з лівої сторони, рядки пронумеровані починаючи з верхнього краю сітки (в плановому представленні). DEL_R_j – ширина блоків в колонці j . Точно також DEL_C_i – ширина блоків (зверху донизу в плановому представленні) в межах кожного з рядів сітки $NROW$.

Нумерація розрахункових шарів у вертикальному розрізі виконується зверху донизу.

Рівняння в кінцевих різницях для розрахункових блоків області фільтрації має вигляд:

$$\begin{aligned}
 & CR_{i,j-\frac{1}{2},k} (h_{i,j-1,k}^m - h_{i,j,k}^m) + CR_{i,j+\frac{1}{2},k} (h_{i,j+1,k}^m - h_{i,j,k}^m) + \\
 & + CC_{i-\frac{1}{2},j,k} (h_{i-1,j,k}^m - h_{i,j,k}^m) + CC_{i+\frac{1}{2},j,k} (h_{i+1,j,k}^m - h_{i,j,k}^m) + \\
 & + CV_{i,j,k-\frac{1}{2}} (h_{i,j,k-1}^m - h_{i,j,k}^m) + CV_{i,j,k+\frac{1}{2}} (h_{i,j,k+1}^m - h_{i,j,k}^m) + \\
 & + P_{i,j,k} h_{i,j,k}^m + Q_{i,j,k} = SS_{i,j,k} \left(DELR_j \cdot DELC_i \cdot THICK_{i,j,k} \right) \frac{h_{i,j,k}^m - h_{i,j,k}^{m-1}}{t^m - t^{m-1}}, \quad (3.2)
 \end{aligned}$$

де $h_{i,j,k}^m$ – напір в блоці i, j, k на часовому кроці m (L); CV , CR и CC – гідрравлічні провідності, або провідності в інтервалі між вузлом i, j, k і сусіднім вузлом (L^2/T); $P_{i,j,k}$ – сума коефіцієнтів при напорі, які визначають витрати притока-відтоку в блоці (L^2/T); $Q_{i,j,k}$ – сумарні значення витрат притока-відтоку (L^3/T): $Q_{i,j,k} > 0,0$ – приток, $Q_{i,j,k} < 0,0$ – відтік; $SS_{i,j,k}$ – питома ємність (L^{-1}); $DELR_j$ – ширина блоку j -ої колонки у всіх рядах (L); $DELC_i$ – ширина блоку i -го ряду у всіх колонках (L); $THICK_{i,j,k}$ – вертикальна товщина блоку i, j, k (L); t^m – час на часовому кроці m (T).

Для визначення гідрравлічної провідності між вузлами, на відміну від гідрравлічної провідності в межах розрахункового блоку, використовується нижній індекс "1/2". Наприклад, $CR_{i,j+\frac{1}{2},k}$ представляє провідність між вузлами i, j, k і $i, j+1, k$.

В умовах стаціонарного потоку ємність постійна, тому права частина рівняння (3.2) прирівнюється до нуля.

Застосування рівняння (3.2) одночасно до всіх блоків модельованої області визначає формування системи рівнянь, рішення якої дозволяє

встановити напір у вузловій точці кожного розрахункового блоку.

Для чисельного рішення рівняння (3.2) приведено до вигляду:

$$\begin{aligned}
 & CV_{i,j,k-\frac{1}{2}} h_{i,j,k-1} + CC_{i-\frac{1}{2},j,k} + CR_{i,j-\frac{1}{2},k} h_{i,j-1,k} + \\
 & + (-CV_{i,j,k-\frac{1}{2}} - CC_{i-\frac{1}{2},j,k} - CR_{i,j-\frac{1}{2},k} - \\
 & - CR_{i,j+\frac{1}{2},k} - CC_{i+\frac{1}{2},j,k} - CV_{i,j,k+\frac{1}{2}} + HCOF_{i,j,k}) h_{i,j,k} + \\
 & + CR_{i,j+\frac{1}{2},k} h_{i,j+1,k} + CC_{i+\frac{1}{2},j,k} h_{i+1,j,k} + CV_{i,j,k+\frac{1}{2}} h_{i,j,k+1} = RHS_{i,j,k}. \quad (3.3)
 \end{aligned}$$

Це рівняння відноситься до часового кроку m , однак параметр часу опущений для спрощення наведеного виразу.

В рівнянні (3.3) $HCOF_{i,j,k}$ містить $P_{i,j,k}$ і складову ємності, яка визначається напором на поточному часовому кроці (від'ємний знак з'являється через перенесення доданка в ліву частину рівняння). $RHS_{i,j,k}$ містить витрату потоку Q (від'ємний знак з'являється через перенесення доданка в праву частину рівняння), і частина питомої ємності, яка помножена на значення напору на часовому кроці $m-1$.

Параметри CV , CR і CC та пов'язані зі складовою ємності параметри $HCOF$ і RHS розраховуються в одному пакеті, який називається внутрішнім пакетом потоку.

При розрахунку вертикальної провідності $VCONT$ в MODFLOW використовуються вертикальні гідравлічні провідності k_{zz} і товщини різних гідрогеологічних одиниць (розрахункових шарів) в межах блоків, а розрахунок провідності виконується за формулою:

$$VCONT_{i,j,k+\frac{1}{2}} = \frac{1}{\frac{(THICK_{i,j,k})/2}{k_{i,j,k}^z} + \frac{(THICK_{i,k,k+1})/2}{k_{i,j,k+1}^z}}, \quad (3.4)$$

де $VCONT_{i,j,k+\frac{1}{2}}$ – вертикальна провідність між верхнім та нижнім

розрахунковими шарами $(1/T)$, $k_{i,j,k}^z$, $k_{i,j,k+1}^z$, $THICK_{i,j,k}$, $THICK_{i,j,k+1}$ – вертикальні гідравлічні провідності, (L/T) , і товщини відповідно верхнього та нижнього розрахункових шарів, (L) .

В структурі чисельної моделі при використанні одного пакета параметрів внутрішнього потоку (далі пакета) використовуються пакети характеристик витрат, до яких відносяться живлення в межах модельованої області і на її контурах, інфільтраційне живлення, робота лінійних і площинних дренажних споруд та інше.

Кожен пакет, який містить різні джерела живлення або розвантаження, називається пакетом характеристик витрат, при цьому розвантаження розглядається як від'ємне живлення.

Пакет розподіленого по площі живлення використовується для моделювання поповнення запасів підземних вод, як за рахунок інфільтраційного живлення атмосферними водами, так і надходження на поверхню підземних вод притоку з інших джерел площинного характеру. В чисельній моделі пакет вимагає двовимірного масиву значень живлення для кожного блоку сітки в горизонтальній площині і додатково двовимірного масиву для розрахункового шару, де поповнення буде застосовуватися для кожного блоку сітки в горизонтальній площині.

За замовчуванням інфільтраційне живлення в пакеті витрат застосовується до самого верхнього активного (водонасиченого) шару моделі в межах кожного вертикального стовпа розрахункових блоків сітки.

Для врахування впливу поверхневих водних об'єктів на підземні води в чисельній моделі використовується пакет, який дозволяє реалізовувати в розрахунковій схемі модельованої області роботу граничної умови третього роду. Поверхневі водні об'єкти можуть або сприяти поповненню запасів води в загальній системі підземних вод, не виступаючи в якості зон розвантаження останніх (в залежності від гідравлічного градієнта між поверхнею води в річках і в системі підземних вод), або виступати в якості контурів дренавання

підземних вод на ділянці їх гідравлічного взаємозв'язку.

Пакет враховує взаємодію в системі "поверхневі води – підземні води" за рахунок просочування води через шар, що розділяє поверхневий водотік і систему підземних вод. Для роботи пакета в кожному блоці сітки, що містить дану граничну умову, повинна бути задана наступна інформація: відмітка вільної поверхні води в річці; відмітка нижньої частини шару просочування (підруслових відкладень), і числовий параметр провідності, який представляє собою опір потоку між поверхневими і підземними водами через розділяючий шар підруслових відкладень.

Значення провідності може бути розраховане за протяжністю і шириною річки в розрахунковому блоці, потужністю підруслових відкладень і вертикальною провідністю матеріалу русла з використанням наступної формули:

$$C = \frac{L \cdot W \cdot K}{M}, \quad (3.5)$$

де C – провідність, (L^2/T); L и W – відповідно протяжність і ширина річки в розрахунковому блоці, (L); M – потужність підруслових відкладень, (L); K – вертикальна гідравлічна провідність матеріалу русла (L/T).

Завдання граничних умов на контурі модельованої області у випадку значного віддалення реальних джерел живлення і/або розвантаження від контурів досліджуваної ділянки (об'єкта) реалізовано в пакеті, який моделює віддалену границю із забезпеченим живленням ($H = Const$). Потік в/із розрахунковий блок від зовнішнього джерела встановлюється пропорційно різниці між напорами в блоці на зовнішньому контурі моделі і напором на контурі забезпеченого живлення і відстані між ними.

Застосування цієї граничної умови доцільно у тому випадку, коли необхідно уникнути зайвого розширення досліджуваної області для досягнення її контурами елементів, які розташовані поза межами моделі і впливають на напори в розрахункових блоках.

Вплив віддаленої границі із забезпеченим живленням на напори в блоках модельованої області враховується завданням на її контурі величини гідравлічної провідності, яка може бути розрахована за формулою:

$$C = \frac{(L \cdot W) \cdot K}{D}, \quad (3.6)$$

де $L \cdot W$ – площа переріза потоку в блоці на зовнішньому контурі модельованої області, (L^2); K – середня гідравлічна провідність водоносного шару в інтервалі між контуром моделі і джерелом забезпеченого живлення, (L/T); D – відстань між контуром моделі і джерелом забезпеченого живлення, (L).

Пакет дренажу в чисельній моделі використовується для врахування ефекту контурного або площинного водозниження, в результаті якого із водоносного шару видаляється вода у кількості, пропорційній різниці між відміткою рівня води у водоносному горизонті і деякою фіксованою відміткою в межах контуру (площі) водозниження. Пакет підтримує тільки можливість відтоку і його робота не має ніякого ефекту, якщо рівень води у водоносному горизонті знижується нижче заданої фіксованої відмітки на контурі стоку.

Для роботи пакета в якості вихідних даних для кожного блоку, який містить цю граничну умову, використовується наступна інформація: відмітки вільної поверхні води по контуру або площі дрени (при потужності потоку на контурі дренажування, що забезпечує відтік води), провідність на ділянці відтоку, що описує втрати напору між контуром дренажування і системою підземних вод.

Провідність, як числовий параметр, що відображує опір потоку між контуром дренажування і системою підземних вод, розраховується за формулами:

- для провідності на одиницю довжини

$$COND = RCHLNG \cdot LCOND; \quad (3.7)$$

- для провідності на одиницю площі

$$COND = DX \cdot DY \cdot SCOND, \quad (3.8)$$

де $COND$ – провідність, (L^2/T), $RCHLNG$ – довжина контуру дренажування в кожному осередку сітки, (L); $LCOND$ – провідність на одиницю довжини

контур дренування в кожному блоці сітки, (L/T); DX – довжина блоку сітки в X -напрямку, (L); DY – довжина блоку сітки в Y -напрямку, (L); $SCOND$ – провідність на одиницю площі дренування в кожному блоці сітки, (1/T).

Головним компонентом часової дискретизації є часовий крок. Часові кроки групуються в розрахункові періоди, причому, вихідні дані можуть змінюватися в межах кожного розрахункового періоду.

Для кожного розрахункового періоду визначається його повна довжина ($PERLEN$), число часових кроків ($NSTP$) і множник для довжини послідовних часових кроків ($TSMULT$). Таким чином, крок n -го відрізка часу – довжина часового кроку $n-1$ часу $TSMULT$ раз. Тривалість першого часового кроку Δt_1 може бути визначена із наступного виразу:

$$\Delta t_1 = PERLEN \left(\frac{TSMULT - 1}{TSMULT^{NSTP} - 1} \right) \quad (3.9)$$

В нестационарних рішеннях тривалість окремих розрахункових періодів встановлюється у відповідності до набору часових змін розрахункових параметрів моделі і пакетів характеристик витрат.

3.2 Розрахункова схематизація модельованої області

Розміри моделі з урахуванням очікуваного впливу діючого хвостосховища і проектного будівництва 4-го відсіку на прилеглі територію визначені в прямокутних координатах 6548000...6558000 м в широтному напрямку і 5425000...5329000 м – в меридіональному, загальна площа моделі – 140,0 км² (рис. 3.1).

В процесі підготовки моделі модельована область дискретизована розрахунковими блоками 100 x 100 м, що дозволило з достатньою точністю відобразити конфігурацію модельованих інженерних гідротехнічних споруд і контури природних гідродинамічних границь, якими для досліджуваної території є: на півночі – вододільне плато долини р. Дніпро, на півдні –

Кам'янське водосховище, на заході залізорудний кар'єр Полтавського ГЗК (рис. 3.2).



Рисунок 3.1 – Модельована область території розташування хвостосховища Полтавського ГЗК

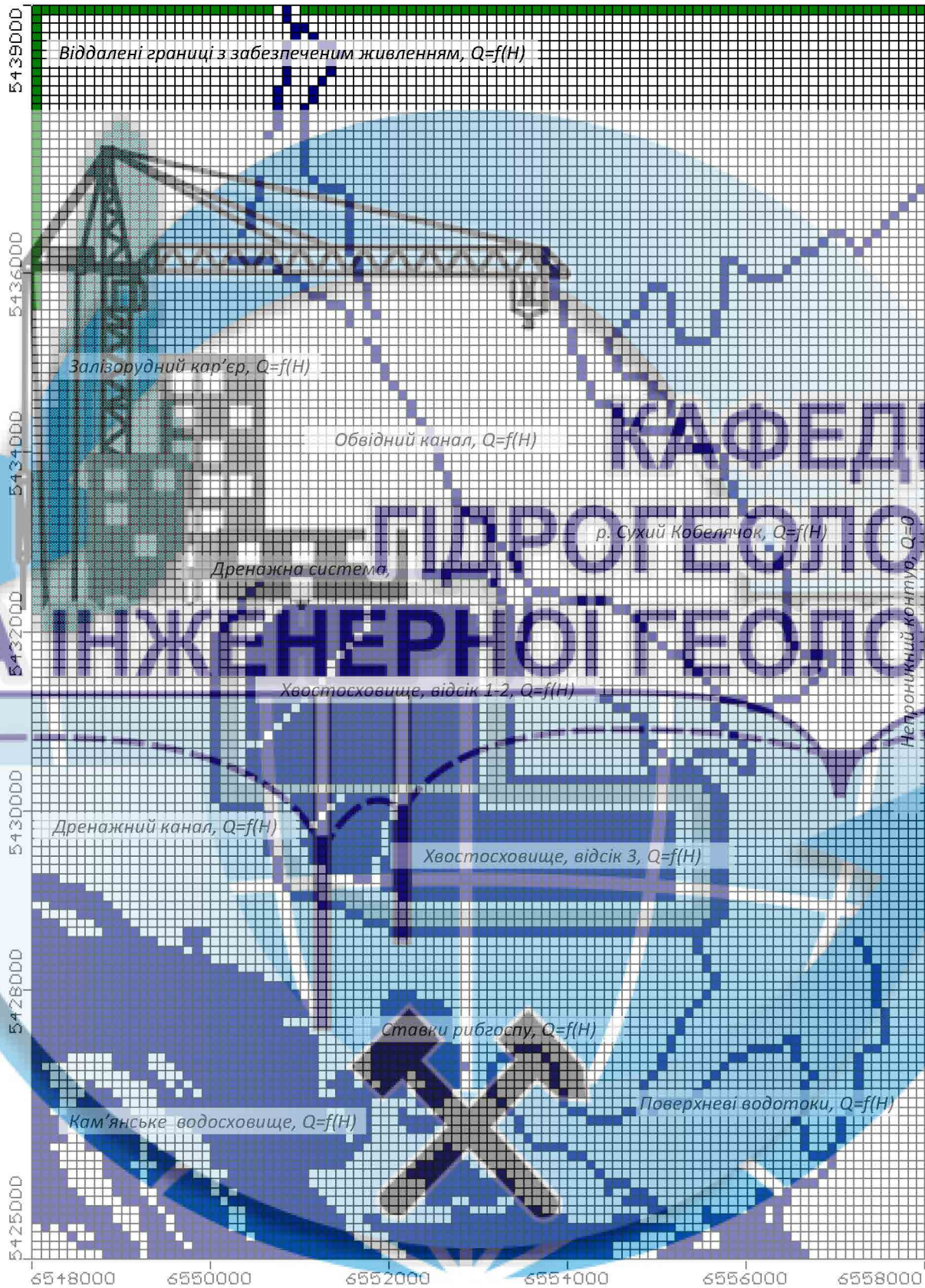


Рисунок 3.2 - Розрахункова гідродинамічна схема території Полтавського ГЗК

Структура чисельної моделі у відповідності до геолого-гідрологічної будови досліджуваної території представлена семишаровою товщею, що моделює верхню частину товщі четвертинних відкладень і породні масиви хвостосховища і породних відвалів (розрахунковий шар 1), водоносні горизонти четвертинних алювіальних відкладень (розрахунковий шар 2), відкладень харківської світи палеогену (розрахунковий шар 4), а також відкладень буцацької світи палеогену і кори вивітрювання кристалічного масиву (розрахунковий шар 6), що розділені водотривкими утвореннями харківської і київської світи палеогену (розрахункові шари 3 і 5) – рис. 3.3.

Природні границі модельованої області – Кам'янське водосховище і вододільне плато на півночі, прийняті у якості границь третього роду з умовою $Q = f(H)$. Східна границя, з урахуванням загального напрямку потоку підземних вод до Кам'янського водосховища, в чисельній моделі за замовчуванням прийнята граничною умовою другого роду $Q = 0$.

Внутрішні границі, якими є річка Сухий Кобелячок, обвідні і дренажні канали, ставки рибгоспу і поверхневі водотоки в заплаві частині р. Дніпро, в чисельній моделі задані граничною умовою третього роду $Q = f(H)$. Граничні умови в межах площі діючого хвостосховища, до яких відносяться верхня і нижня горизонтальні дрени в огорожувальних спорудах, представлені двома лінійними контурами з граничною умовою третього роду $Q = f(H)$.

Аналогічним чином в геофільтраційній моделі задані граничні умови на контурах дренажу водоносних горизонтів в межах бортів діючого кар'єру Полтавського ГЗК.

Розрахункові напори на гідродинамічних границях, а також величини водопровідності, що визначають рівень взаємозв'язку контурів живлення і розвантаження з водоносними горизонтами, прийняті згідно з фактичними даними та уточнені за результатами вирішення обернених задач, наведені в табл. 3.1 и 3.2.

а)



б)



Рисунок 3.3 – Структура геофільтраційної моделі у вертикальному перерізі: а – меридіональний напрямок; б – широтний напрямок

КАФЕДРА ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ ГІДРОГЕОЛОГІЇ

Значення розрахункових фільтраційних параметрів чисельної моделі встановлені за результатами дослідно-фільтраційних робіт і даними лабораторних визначень з урахуванням характерних для модельованих порідних різностей величин гідравлічної проникності (табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Розрахункові гідродинамічні параметри на контурах бортів залізрудного кар'єру і дренажних споруд діючого хвостосховища

Дренажні контури	Абсолютні відмітки контуру дренажування, м	Водопровідність на контурі дренажування, м ² /добу
Огороджувальні споруди		
хвостосховища:		
- верхній дренаж	73,45...75,00	60,0
- нижній дренаж	65,50...66,50	60,0
Борти кар'єру ПГЗК:		
- четвортинний горизонт	51,45...55,02	650,0
- харківський горизонт	32,87...39,40	280,0
- бучацький горизонт	8,36...14,10	500,0

Таблиця 3.2

Розрахункові гідродинамічні параметри чисельної моделі

Розрахунковий шар	Гідродинамічні параметри		
	Коефіцієнт фільтрації, $K (K_X = K_Y / K_Z)$, м/добу	Коефіцієнт гравітаційної водовіддачі, μ , дол. од.	Коефіцієнт пружної водовіддачі, μ^* , дол. од.
Шар 1 – Слабопроникні четвертинні і техногенні відкладення: - четвертинні відкладення - породні відвали	0,3 / 0,3 0,3 / 0,3	0,10 0,10	0,001 0,001
Шар 2 – Водопроникні відкладення четвертинного віку (Q) – піски алювіальні дрібно- і різнозерністі	6,5 / 6,5	0,20	0,0001
Шар 3 – Водотривкі відкладення харківської світи палеогену (P_{3hr}) – глини алевритові	0,5...0,0005 0,5...0,0005	0,05	0,001
Шар 4 – Водопроникні відкладення харківської світи палеогену (P_{3hr}) – піски дрібнозерністі і піщаники	2,8 / 2,8	0,12	0,0001
Шар 5 – Водотривкі відкладення київської світи палеогену (P_{2kv}) – глини мергелясті	0,5...0,005 0,5...0,005	0,05	0,001
Шар 6 – Водопроникні відкладення бучацької світи палеогену (P_{3bc}) і кори вивітрювання (AR-PR) – піски дрібнозерністі і різнозерністі	5,0 / 5,0	0,15	0,0001
Шар 7 – Водотривкі відкладення кори вивітрювання (AR-PR) – глини щільні	$1,0 \cdot 10^{-6} / 1,0 \cdot 10^{-6}$	0,01	0,001

При оцінці фільтраційної провідності товщі складованого до хвостосховища матеріалу до розгляду були прийняті наявні дані про фільтраційну проникність шламів в чаші хвостосховища, причому, наявність в масиві складованого матеріалу шарів і прошарків відносно слабопроникних порід враховувалася зниженням на два порядки значенням вертикальної проникності на границі першого і другого розрахункових шарів (рис. 3.4).

Ділянки з підвищеною гідравлічною проникністю в геофільтраційній моделі виділені в межах площ розташування східного порідного відвалу, південно-східного контуру 3-ї діючого хвостосховища, а також проектного будівництва 4 відсіку для складування зневоднених відходів. Виділені ділянки приурочені до зон відсутності водотривких глинистих відкладень в межах порідних товщ харківської і київської світ палеогену, положення яких встановлено за даними інженерно-геологічних вишукувань і підтверджено результатами вирішення обернених задач (рис. 3.5).

Інфільтраційне живлення на переважній площі модельованої області, зважаючи на різноспрямовану дію сукупності основних чинників – характеру рельєфу, наявності рослинності, проникності зони аерації, глибини залягання рівня ґрунтових вод, встановлено рівним 26,0 мм/рік, що відповідає близько 5,0% від загальної кількості атмосферних опадів – 510...530 мм/рік.

При оцінці природного інфільтраційного живлення до уваги були прийняті дані досліджень [2,5], виконаних на балансових станціях Причорноморського артезіанського басейну (Асканійська, Інгулецька, Шкодогірська, Казанська). Згідно з цими даними величина поповнення ґрунтових вод змінюється від 3,0 до 60,0 мм/рік, а відповідна їй величина інфільтрації в межах оцінюваної території змінюється від 13,0 до 42,0 мм/рік.

Виділення в межах досліджуваної території ділянок з підвищеним рівнем інфільтраційного живлення виконано за результатами вирішення обернених задач. До таких ділянок віднесені площі розташування діючого шалмонакопичувача, порідних відвалів і проммайданчика.

Величини інфільтраційного живлення в межах вказаних площ прийняті з урахуванням рекомендацій, наведених у [10], і складають: на ділянці хвостосховища – 52 мм/рік, на ділянках породних відвалів і проммайданчика – 260 мм/рік, що становить відповідно 10% і 50% від загальної багаторічної кількості атмосферних опадів (рис. 3.6).

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

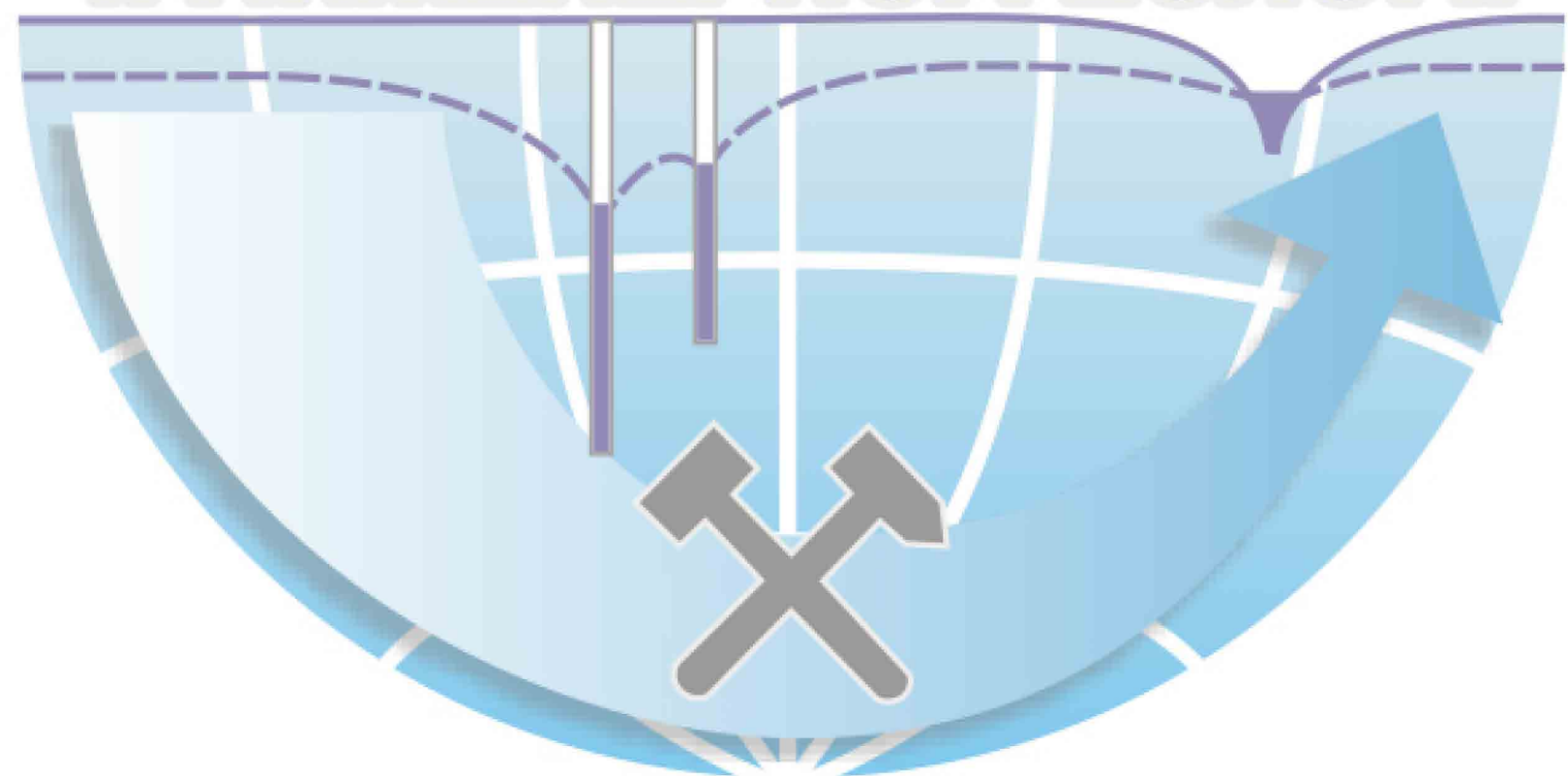




Рисунок 3.4 – Фільтраційна зональність території розташування хвостосховища, розрахунковий шар 1

КАФЕДРА ТА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЇ ГІДРОГЕОЛОГІЇ

а)



б)



Рисунок 3.5 – Фільтраційна зональність

модельованої товщі у вертикальному перерізі: а – меридіональний напрямок; б – широтний напрямок

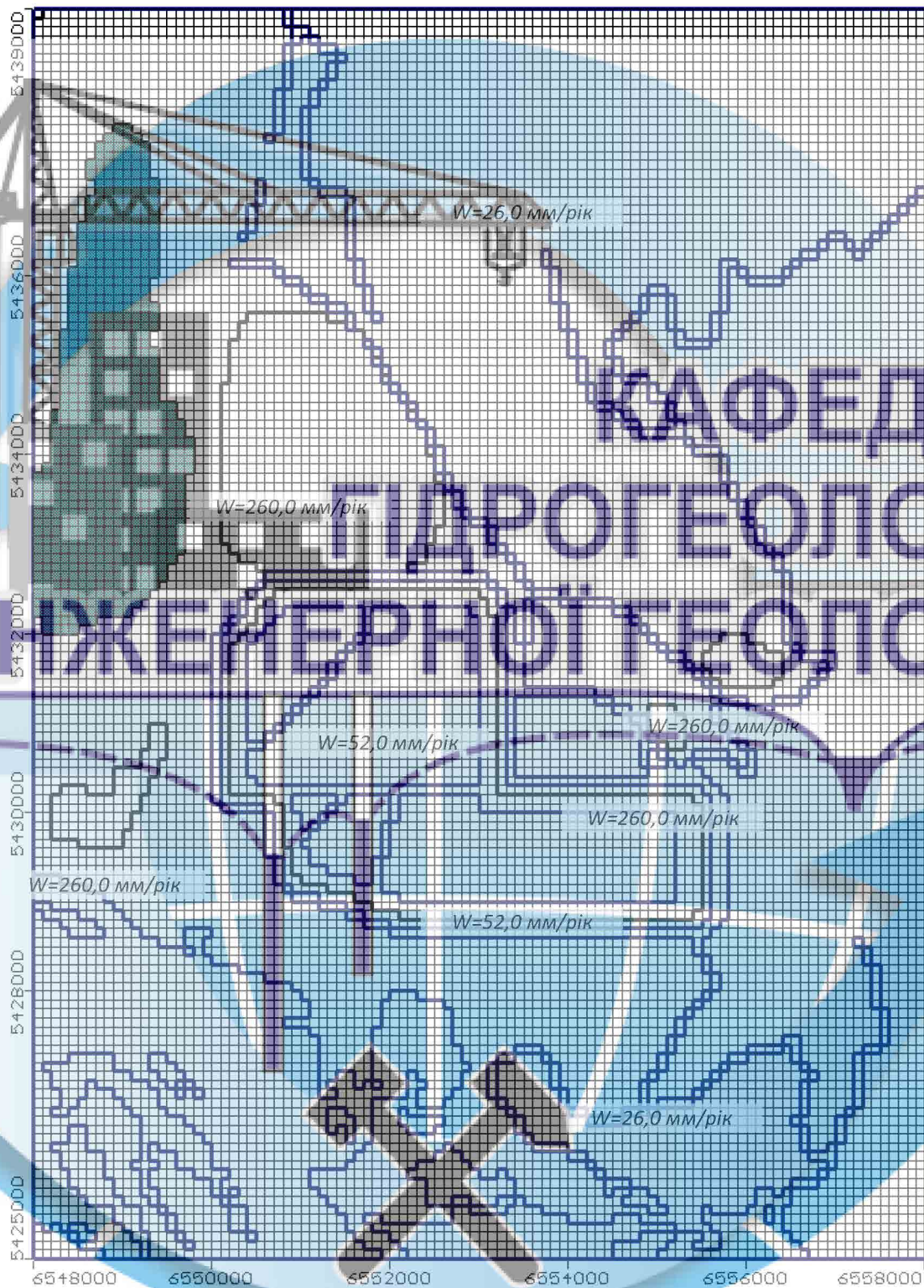


Рисунок 3.6 – Розрахункове інфільтраційне живлення по площі модельованої області

4 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ НА ДІЛЯНЦІ БУДІВНИЦТВА ВУЗЛА ЗГУЩЕННЯ

4.1 Параметри системи водозниження

Система водозниження призначена для зниження будівельного рівня води на ділянці проєктованого вузла згущення. Абсолютні відмітки поверхні на ділянці будівництва змінюються від 67.1 м до 70.6 м.

Конструктивні особливості проєктованого будівництва, гідрогеологічні і гірничотехнічні умови ділянки будівництва, вказують про доцільне застосування вертикального дренажу. Згідно з прийнятою у проєкті будівництва вузла згущення схемою дренажу, доцільне зниження рівня води на глибину не менше як 1 м від відмітки дна будівельного котловану згущувачів, що відповідає абсолютній відмітці 43 м.

Вертикальний дренаж повинен забезпечувати водозниження по контуру навколо ділянки будівництва для четвертинного техногенного водоносного горизонту, а також по контуру ділянки будівництва трьох згущувачів для неогенового водоносного горизонту.

Для четвертинного техногенного водоносного горизонту рекомендоване водозниження відповідає абсолютній відмітці 59 м. Для неогенового водоносного горизонту, рекомендоване водозниження становить до абсолютної відмітки 43 м.

Згідно з прийнятою схемою вертикального дренажу для четвертинного техногенного водоносного горизонту, навколо будівельного майданика 240x240 м, на відстані 40 м одна від одної були розміщені 24 водознижувальні свердловини, для забезпечення зниження рівня води у верхньому четвертинному водоносному горизонті.

Положення фільтру у свердловинах знаходиться в інтервалі абсолютних відміток від 67.9 м до 53.5 м.

Для неогенового напірно-безнапірного водоносного горизонту по колу діаметром 50 м, були розміщені по 8 водознижувальних свердловин навколо кожного згущувача, для забезпечення зниження рівня води у неогеновому водоносному горизонті.

Положення фільтру знаходиться в інтервалі абсолютних відміток від 46.3 м до 38.2 м.

Загальна площа ділянки водозниження становить 57,6 тис. м².

4.2 Розрахункова схематизація і методика моделювання

За основу розрахункової схематизації гідродинамічної моделі була взята модельована область очікуваного впливу діючого хвостосховища і проектного будівництва 4-го відсіку на території Полтавського ГЗК, визначені в прямокутних координатах 6548000...6558000 м в широтному напрямку і 5425000...5329000 м – в меридіональному, загальна площа моделі – 140,0 км² (рис.4.1).

Крупномасштабна геофільтраційна модель будівництва вузла згущення визначена в прямокутних координатах 6549280... 6550000 в широтному напрямку і 5430000... 5430480 в меридіальному напрямку. Для відображення в розрахунковій схемі основних елементів на ділянці будівництва, модельована область розмірами 720 x 480 м дискретизована розрахунковими блоками 20 x 20 м. (рис. 4.2).

Загальна площа модельованої області – 345, 6 тис. м².

Розрахункова схематизація ділянки будівництва вузла згущення виконана з огляду на просторове положення будівельного майданчика, гідравлічної проникності водовмісних шарів, потужності та характеру залягання водотривких

шарів і характеру взаємозв'язку поверхневих та підземних вод.

Просторове положення будівельного майданчика в межах території Полтавського ГЗК наведено на рис. 4.2. та 4.3.

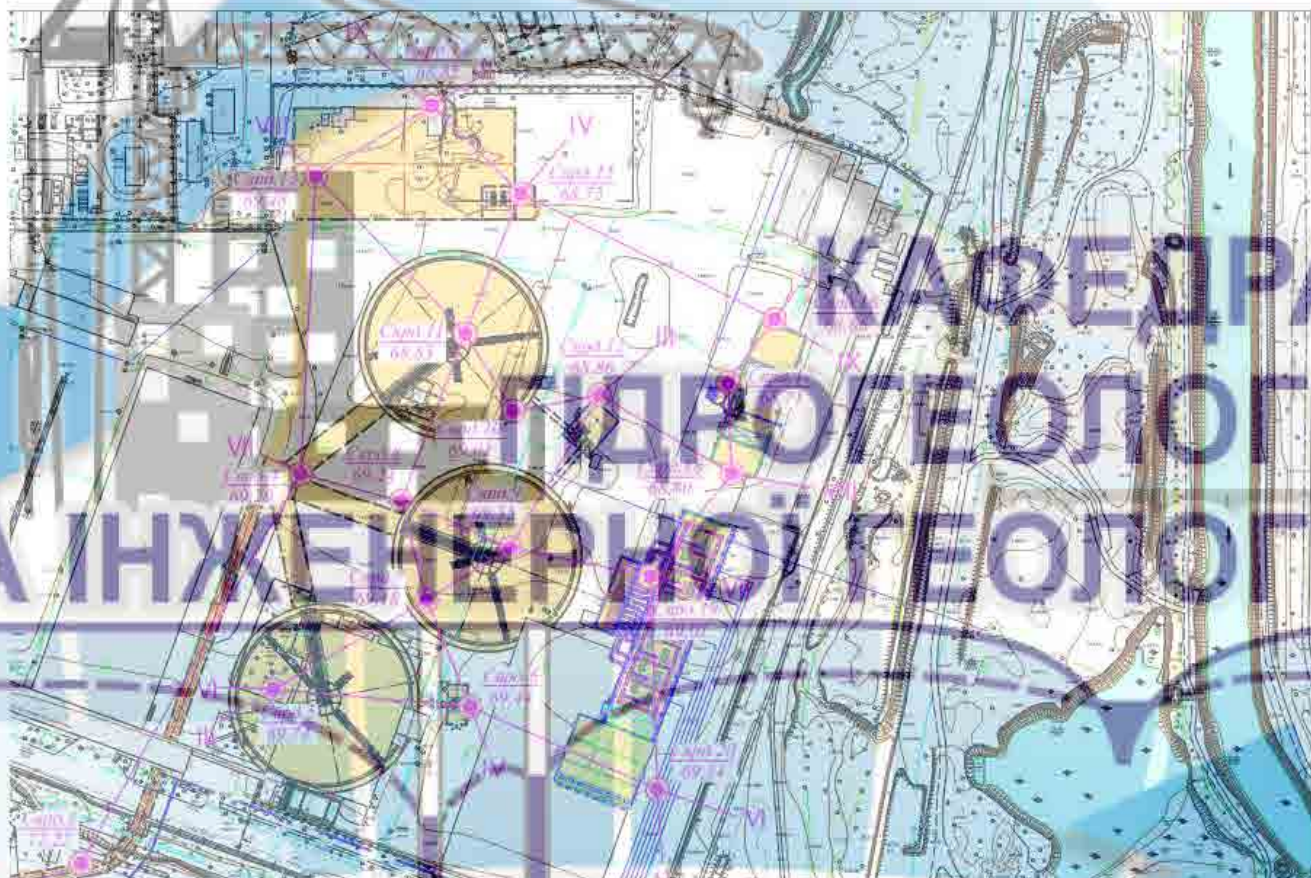


Рисунок 4.2 - Схема розташування будівельного майданчика в межах території

Полтавського ГЗК



Рисунок 4.3 - Гідродинамічна схематизація ділянки проектного будівництва

Експлуатація вертикальної дренажної системи четвертинного техногенного водоносного горизонту представлена 24 свердловинами на відстані 40 м одна від одної, обладнаними насосами продуктивністю приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$, при загальній величині водовідбору $96 \text{ м}^3/\text{год}$ ($2400 \text{ м}^3/\text{добу}$).

Для неогенового напірно-безнапірного водоносного горизонту передбачається можливість експлуатації вертикального дренажу у двох варіантах:

1 варіант - представлена 8 водознижувальними свердловинами, розміщені по контуру трьох градирень колом, виконуючи водозниження поступово для кожної градирні окремо, обладнаними насосами продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$, при загальній величині водовідбору $48 \text{ м}^3/\text{год}$ ($1080 \text{ м}^3/\text{добу}$)

2 варіант - представлена 24 водознижувальними свердловинами, розміщені по контуру трьох градирень колом, виконуючи водозниження одночасно для трьох градирень, обладнаними насосами продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$, при загальній величині водовідбору $60 \text{ м}^3/\text{год}$ ($1440 \text{ м}^3/\text{добу}$)

Ефективність роботи системи водозниження оцінювалась за величиною зниження рівня води в центральній частині будівельних котлованів градирень вузла згущення, яка повинна забезпечувати положення рівня води, не менш як 1 м . від відмітки дна будівельного котловану, що відповідає абсолютній відмітці 59 м для четвертинного водоносного горизонту та 43 м для неогенового водоносного горизонту.

Для забезпечення методики передбачалось моделювання роботи дренажної системи для різних проміжків часу.

У часовому перерізі робота водознижувальних свердловин проводилась у трьох проміжках часу:

- 1 проміжок часу – 30 діб
- 2 проміжок часу – 90 діб
- 3 проміжок часу – 180 діб

4.3 Аналіз результатів модельних розрахунків

За результатами виконаних розрахунків для четвертинного техногенного водоносного горизонту, при загальній кількості водозабірних свердловин 24, їх розташуванні на відстані 40 м одна від одної і продуктивності приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальний водовідбір $96 \text{ м}^3/\text{год}$ або $2400 \text{ м}^3/\text{добу}$) зниження в центральній частині будівельного майданчика при трьох проміжках часу становить:

Тривалість водозниження 30 діб – до абс. відм. 63 м, що відповідає глибині водозниження 2.3 м (рис. 4.4).

Тривалість водозниження 90 діб - до абс. відм. 60.6 м, що відповідає глибині водозниження 5.6 м (рис. 4.5).

Тривалість водозниження 180 діб - до абс. відм. 58.5 м, що відповідає глибині водозниження 6.8 м (рис. 4.6).

Рекомендоване зниження рівня води до абсолютної відмітки 59 м в центральній частині будівельного майданчика досягається при водозниженні протягом 180 діб (табл. 4.1).

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Таблиця 4.1 – Результати модельних розрахунків

Спосіб вертикального дренажу	Кількість свердловин	Дебит		Абс. відм. поверхні		Рівень п.в. до водозниження		Тривалість водозниження	Рівень п.в. після водозниження		Водоносний горизонт
		Сумарний	Середній	Мінімальна	Максимальна	Мінімальний	Максимальний		Мінімальний	Максимальний	
Дренаж працює по контуру будівельного майданчика	24	2400 м ³ /добу	100 м ³ /добу	67.1 м	70.6 м	64.7 м	65.4 м	30 днів	62.2 м	63.4 м	Четвертинний техногенний (насити піски та алювіальні піски та супіски)
								90 днів	59.7 м	61.2 м	
								180 днів	56.7 м	58.9 м	
Дренаж працює окремо для кожного згущувача	8	1080 м ³ /добу	135 м ³ /добу	67.4 м	67.8 м	63.9 м	64.7 м	30 днів	45.9 м	47.1 м	Неогеновий (кварцово-плаукоцитові піски та пісковики харківської свити)
								90 днів	43.9 м	45.2 м	
								180 днів	41.2 м	43.8 м	
Дренаж працює навколо трьох згущувачів одночасно	24	1440 м ³ /добу	60 м ³ /добу	67.4 м	67.8 м	63.9 м	64.7 м	30 днів	46.5 м	50.6 м	
								90 днів	44.7 м	49.8 м	
								180 днів	42.8 м	45.2 м	

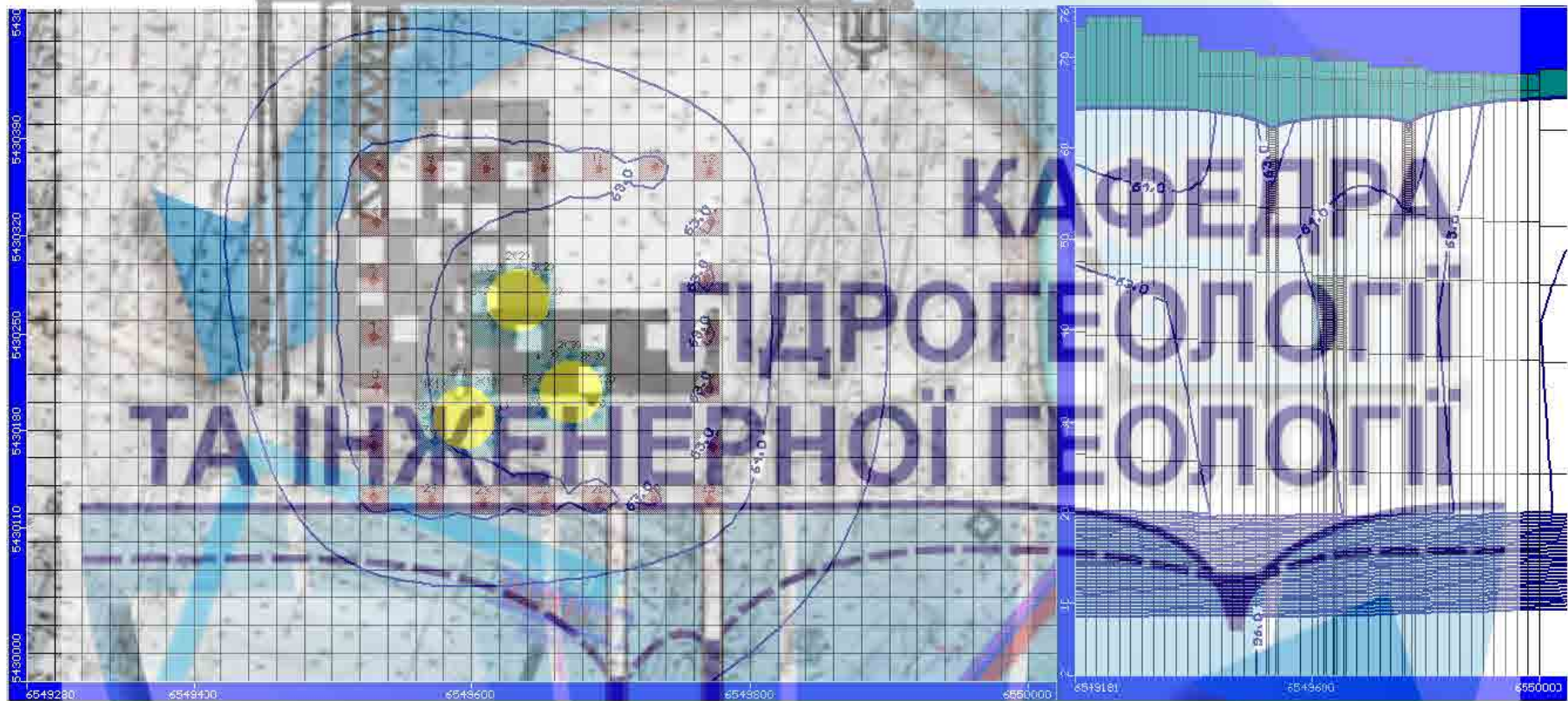


Рисунок 4.4 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин четвертинного техногенного водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 30 діб)

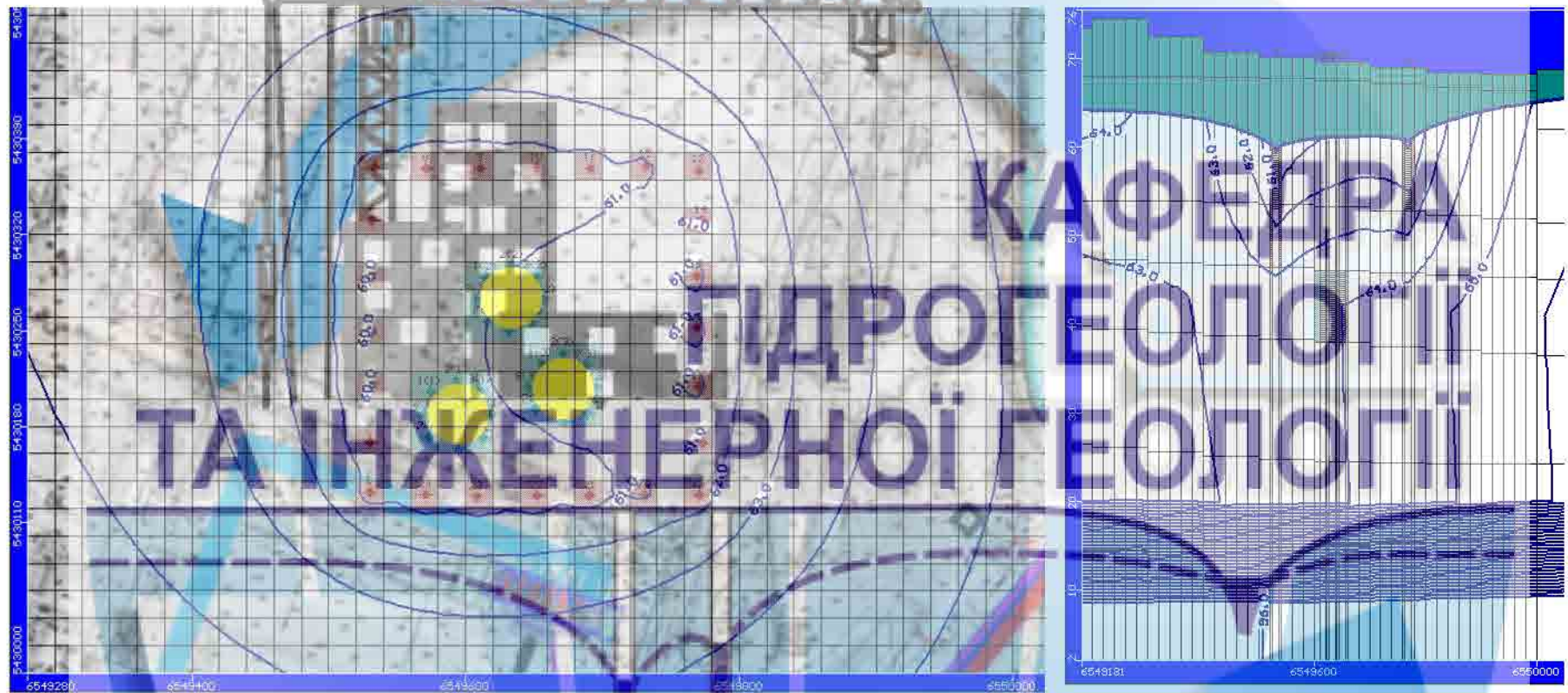


Рисунок 4.5 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин четвертинного техногенного водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 90 діб)

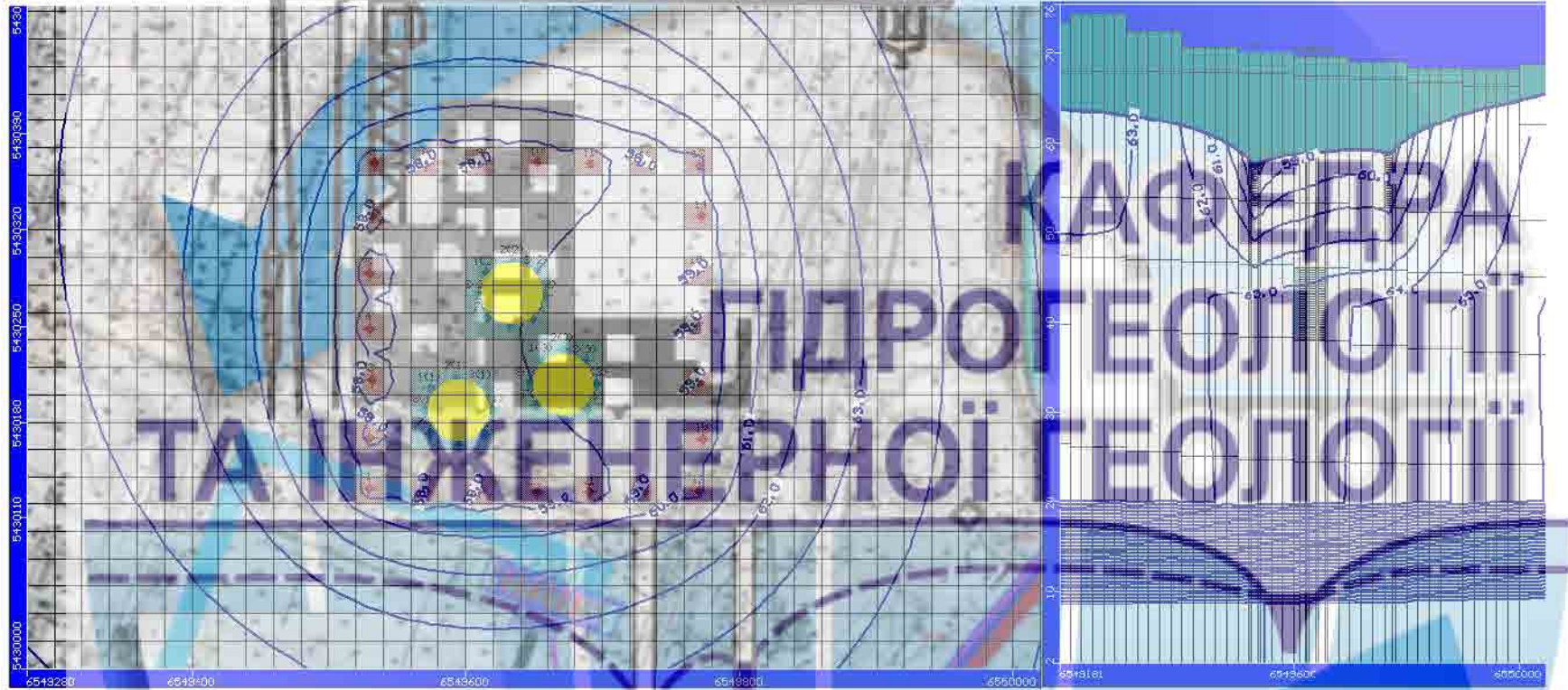


Рисунок 4.6 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин четвертинного техногенного водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 180 діб)

Для палеогенового водоносного горизонту, при загальній кількості водозабірних свердловин 8 розміщені по контуру трьох згущувачів колом, виконуючи водозниження для кожного згущувача окремо (перший варіант), з продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальний водовідбір $48 \text{ м}^3/\text{год}$ або $1080 \text{ м}^3/\text{добу}$) зниження в центральній частині будівельного майданчика при трьох проміжках часу становить:

Тривалість водозниження 30 діб – до абс. відм. 46.5 м, що відповідає глибині водозниження 18.9 м (рис. 4.7)

Тривалість водозниження 90 діб - до абс. відм. 44.9 м, що відповідає глибині водозниження 20.5 м (рис. 4.8)

Тривалість водозниження 180 діб - до абс. відм. 42.8 м, що відповідає глибині водозниження 22.6 м (рис 4.9)

Згідно з результатами розрахунків, необхідне водозниження за першим варіантом до абсолютної відмітки 43 м в центральній частині будівельного майданчика згущувачів досягається при водозниженні протягом 180 діб, до абс. відм. 42.4 м.

КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ





Рисунок 4.7 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 8 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 30 діб) – перший варіант

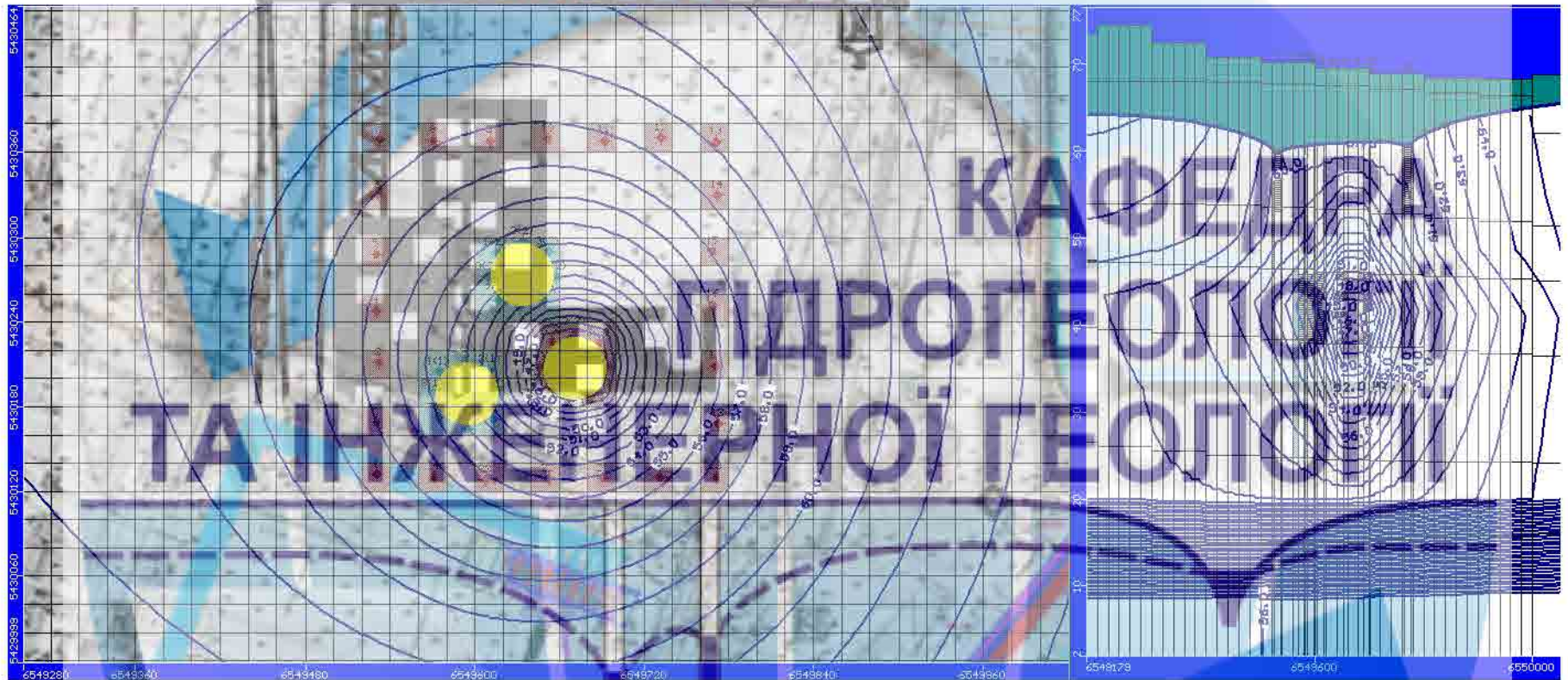


Рисунок 4.8 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 8 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 90 діб) – **перший варіант**



Рисунок 4.9 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 8 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 180 діб) – перший варіант

При другому варіанті вертикального дренажу для неогенового водоносного горизонту, яка представлена 24 водознижувальними свердловинами, що розміщені по контуру трьох згущувачів колом, виконуючи водозниження одночасно для всіх трьох згущувачів, з продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальна величина водовідбору $60 \text{ м}^3/\text{год}$ або $1440 \text{ м}^3/\text{добу}$, зниження в центральній частині будівельного майданчика при трьох проміжках часу становить:

Тривалість водозниження 30 діб – до абс. відм. 48.1 м, що відповідає глибині водозниження 17.3 м (рис. 4.10)

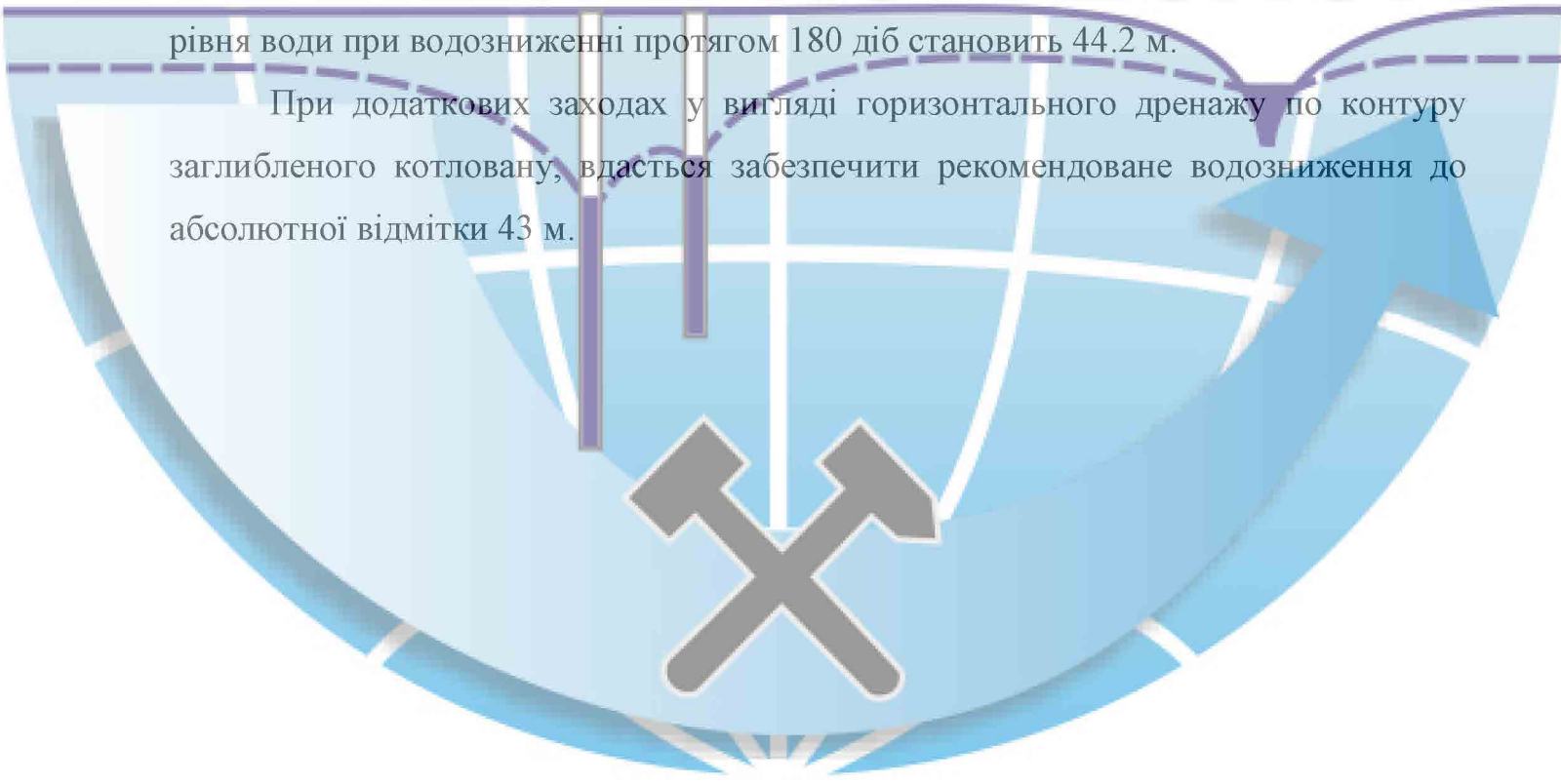
Тривалість водозниження 90 діб - до абс. відм. 46.9 м, що відповідає глибині водозниження 18.5 м (рис. 4.11)

Тривалість водозниження 180 діб - до абс. відм. 44.2 м, що відповідає глибині водозниження 21.2 м (рис 4.12)

При другому варіанті вертикальної дренажної системи не забезпечується необхідне водозниження до абсолютної відмітки 43 м, максимальне зниження рівня води при водозниженні протягом 180 діб становить 44.2 м.

При додаткових заходах у вигляді горизонтального дренажу по контуру заглибленого котловану, вдасться забезпечити рекомендоване водозниження до абсолютної відмітки 43 м.

КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



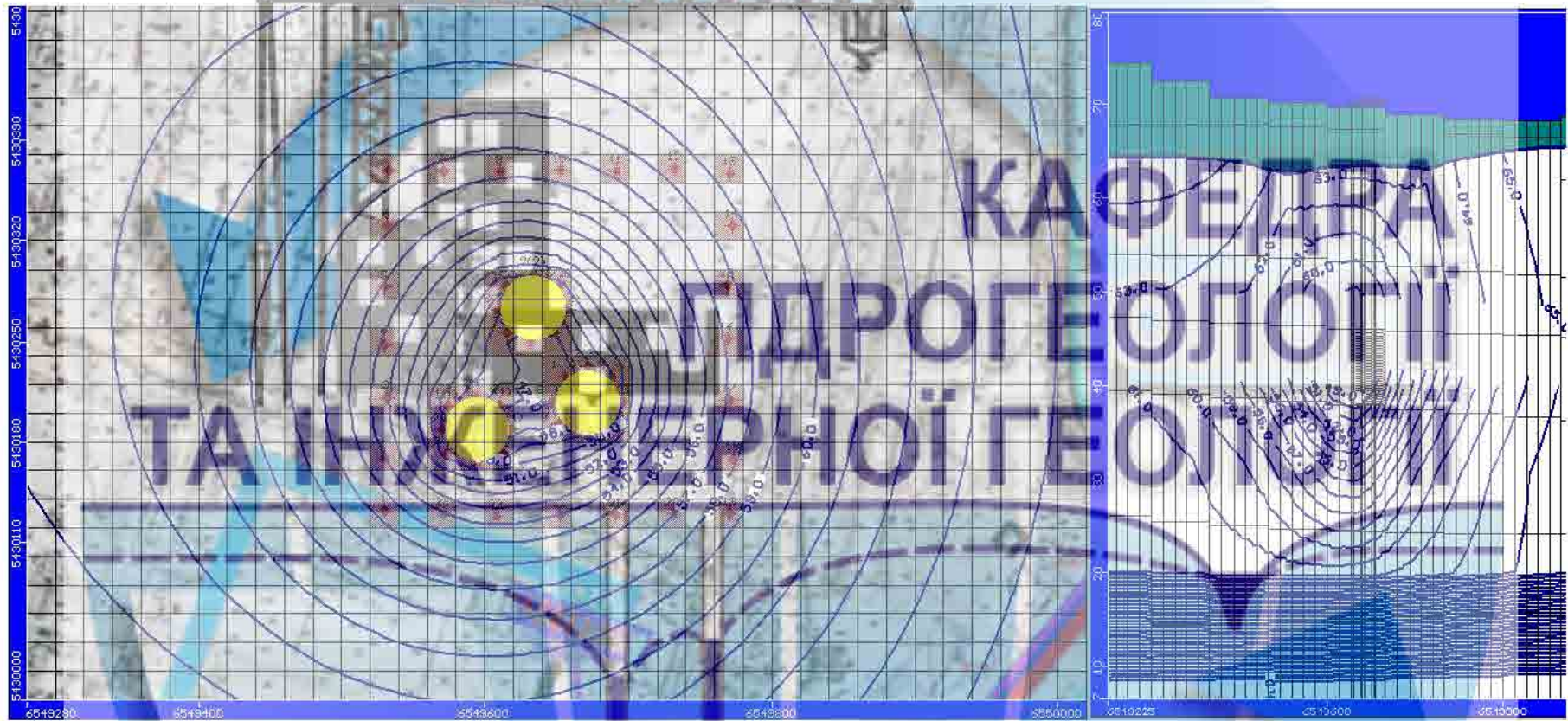


Рисунок 4.10 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 30 діб) – **другий варіант**

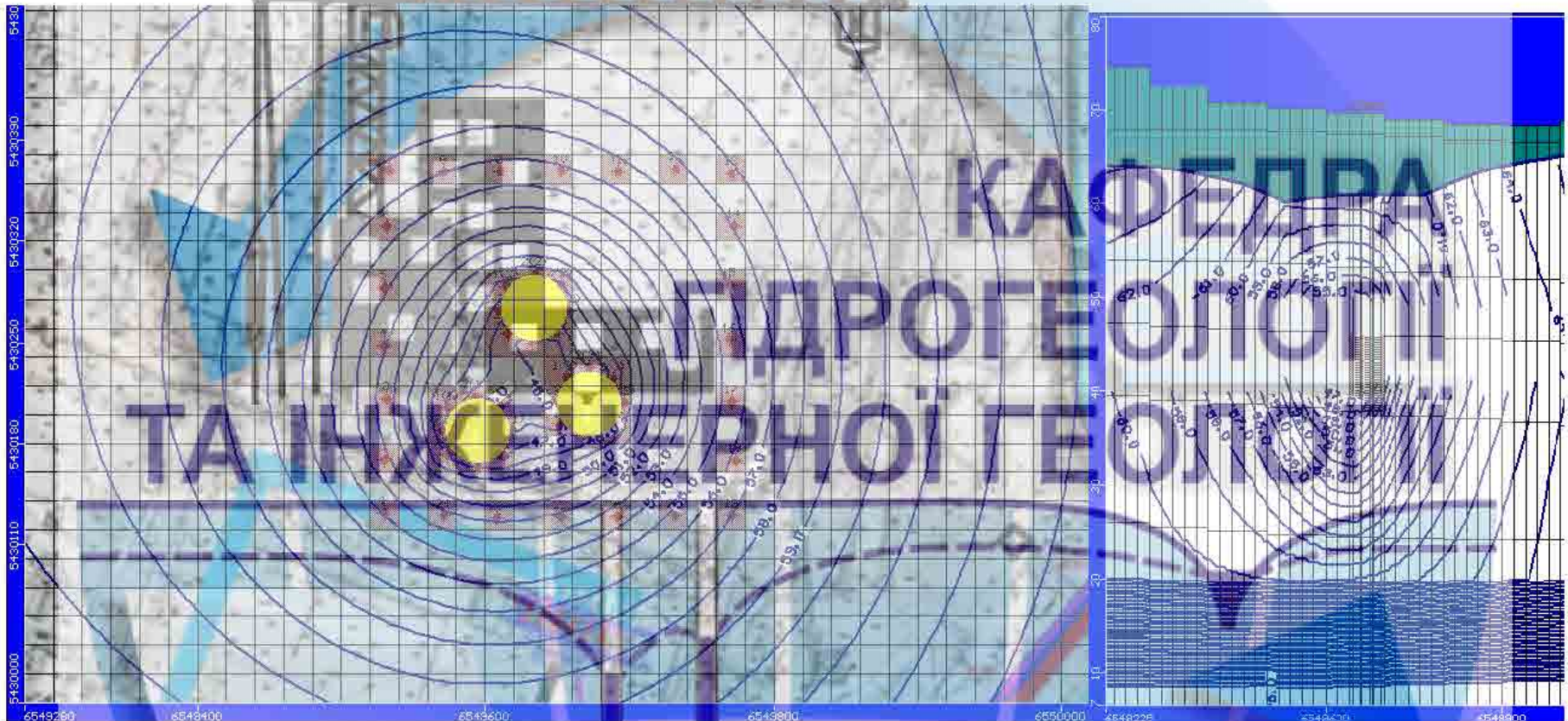


Рисунок 4.11 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 90 діб) – **другий варіант**

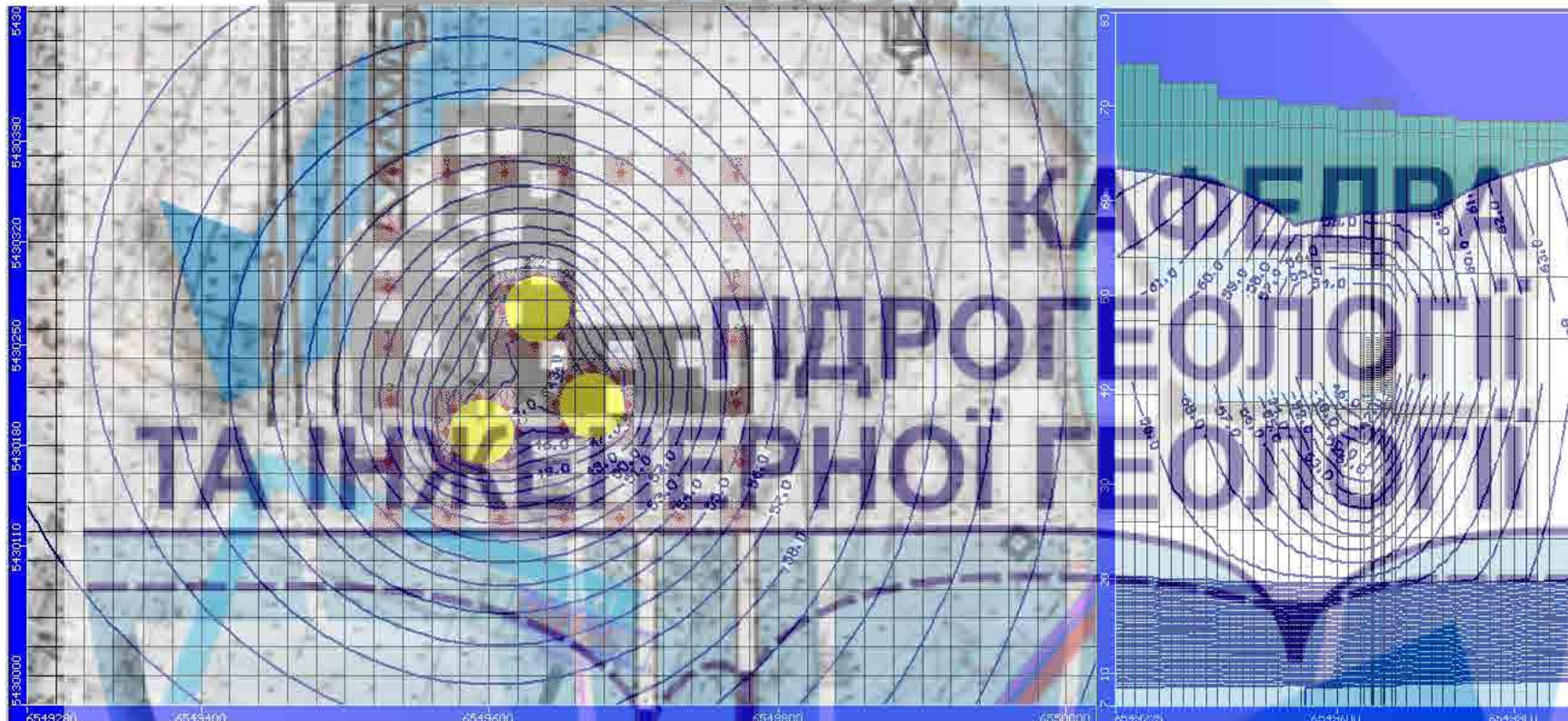


Рисунок 4.12 - Розрахункова рівнева поверхня підземних вод при роботі 24 свердловин палеогенового водоносного горизонту з продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$ (тривалість водозниження 180 діб) – **другий варіант**

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз даних про геолого-гідрогеологічні і гідродинамічні умови ділянки будівництва вузла згущення пульпи ПрАТ "Полтавський ГЗК", а також результатів прогнозного моделювання гідродинамічного режиму підземних вод в зоні впливу проектного будівництва дозволили зробити наступні висновки.

1. У геолого-структурному відношенні досліджувана територія розташована в межах Середньодніпровського схилу Українського кристалічного масиву, до якого віднесений Криворізько-Кременчуцький синклінорій.

У геологічній будові досліджуваної території приймають участь четвертинні та палеогенові осадові відкладення, що залягають на корі вивітрювання кристалічних порід докембрію. У складі палеогену в межах досліджуваної території виділяються відклади бучацької, київської і харківської (межигірської) світ, які приурочені, в основному, до заглиблених ділянок покрівлі докембрію.

2. Гідрогеологічні умови території ділянки будівництва характеризуються наявністю декількох водоносних горизонтів, що приурочені до сучасних техногенних утворень, четвертинних алювіальних відкладень, кварц-глауконітових пісків та пісковиків харківської світи, пісків київської та бучацької світ, а також водовмісних відкладень кори вивітрювання.

До особливостей гідродинамічного режиму території відносяться наявність тісного гідравлічного зв'язку між водоносними горизонтами товщі техногенних, четвертинних і палеогенових відкладень, та залежність його від техногенних факторів, до яких відносяться відпрацювання залізорудного кар'єру Полтавського ГЗК, фільтраційні втрати з чаші діючого хвостосховища, складування відвальних порід, існуюча зарегульованість поверхневого стоку.

3. Розроблена геофільтраційна модель відповідно до загальної гідродинамічної схеми представлена семишаровою товщею, що відображає загальні закономірності живлення і розвантаження підземних вод. Основними з врахованих закономірностей в чисельній моделі є особливості живлення і розвантаження підземних вод техногенного горизонту в межах хвостосховища і його огорожувальних споруд, а також характер їх взаємозв'язку з природними водами.

4. Вертикальний дренаж повинен забезпечувати водозниження по контуру навколо ділянки будівництва для четвертинного техногенного водоносного горизонту, а також по контуру ділянки будівництва трьох згущувачів для неогенового водоносного горизонту.

Для четвертинного техногенного водоносного горизонту рекомендоване водозниження відповідає абсолютній відмітці 59 м. Для неогенового водоносного горизонту, рекомендоване водозниження становить до абсолютної відмітки 43 м.

Для неогенового напірно-безнапірного водоносного горизонту по колу діаметром 50 м, були розміщені по 8 водознижувальних свердловин навколо кожного згущувача, для забезпечення зниження рівня води у неогеновому водоносному горизонті.

5. За результатами виконаних розрахунків для четвертинного техногенного водоносного горизонту, при загальній кількості водозабірних свердловин 24, їх розташуванні на відстані 40 м одна від одної і продуктивності приблизно $4 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальний водовідбір $96 \text{ м}^3/\text{год}$ або $2400 \text{ м}^3/\text{добу}$), рекомендоване зниження рівня води до абсолютної відмітки 59 м в центральній частині будівельного майданчика досягається при водозниженні протягом 180 діб, до абс. відм. 58.5 м, що відповідає глибині водозниження 6.8 м.

6. Для палеогенового водоносного горизонту, при загальній кількості водозабірних свердловин 8 розміщені по контуру трьох згущувачів колом, виконуючи водозниження поступово для кожного згущувача окремо (перший варіант), з продуктивністю приблизно $6 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальний водовідбір $48 \text{ м}^3/\text{год}$ або $1080 \text{ м}^3/\text{добу}$) необхідне водозниження в центральній частині будівельного майданчика за першим варіантом до абсолютної відмітки 43 м досягається при водозниженні протягом 180 діб, до абс. відм. 42.8 м, що відповідає глибині водозниження 22.6 м.

7. При другому варіанті вертикального дренажу для неогенового водоносного горизонту, яка представлена 24 водознижувальними свердловинами, що розміщені по контуру трьох згущувачів колом, виконуючи водозниження одночасно для всіх трьох згущувачів, з продуктивністю приблизно $2.5 \text{ м}^3/\text{год}$ (загальна величина водовідбору $60 \text{ м}^3/\text{год}$ або $1440 \text{ м}^3/\text{добу}$), в центральній частині будівельного майданчика не забезпечується необхідне водозниження до абсолютної відмітки 43 м, максимальне зниження рівня води при водозниженні протягом 180 діб становить 44.2 м.

При додаткових заходах у вигляді горизонтального дренажу по контуру заглибленого котловану, зможе забезпечитися рекомендоване водозниження до абсолютної відмітки 43 м.

Формування порушеного режиму підземних вод на ділянці будівництва відбувається у тісному взаємозв'язку його техногенного режиму з дренаючим впливом залізорудного кар'єру, системи дренажних каналів і поверхневих водотоків, що визначають зміни у загальному напрямку руху підземних вод і формування градієнтів підземних потоків у водоносних горизонтах.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Опублікована:

1. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 358 с.
2. Гриневский С.О., Новоселова М.В. Закономерности формирования инфильтрационного питания подземных вод / Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37. – № 6 – С. 1-12.
3. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород / Н.Н. Веригин, С.В. Васильев, В.С. Саркисян и др. – М.: Недра, 1977. – 271 с.
4. Інфільтраційне живлення ґрунтових вод Причорноморського артезіанського басейну / Білокопйтова Н.А., Рубан С.А., Подвігіна О.О., Буцька Ю.М. – ДВ УкрДІРІ. Дніпропетровськ, 2010.
5. Лившиц В.М., Белокопытова Н.А. и др. Методические рекомендации по моделированию на ЭВМ фильтрации подземных вод в слоистых толщах. – Днепропетровск: ДО ИМР, 1987.
6. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1988. – 228 с.
7. Лукнер, Л. Моделирование миграции подземных вод / Л. Лукнер, В.М. Шестаков. – М.: Недра, 1986. – 208 с.
8. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. – М.: Недра, 1983.
9. Норватов Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод (при освоении месторождений полезных ископаемых). – Л.: Недра, 1988. – 261 с. : ил.
10. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях / Комплекс. ин-и и конструктор.-технолог. –т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. гидрогеологии. – М. : Стройиздат, 1991. – 272 с. : ил. – (Справ. пособие к СНиП).

11. Справочное руководство гидрогеолога / Под ред. В.М. Максимова. – Л.: ГОСТОПТЕХИЗДАТ, 1959. – 836 с,

12. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза / Ф.И. Тютюнова – М.: Наука, 1987.– 335 с.

13. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.

14. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 34 с.

15. Kinzelbach W. Groundwater modeling. – Amsterdam: Elsevier. – 1986. – 312 р.

16. McDonald M.G. and Harbaugh A.W., 1984. A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model: U.S. Geological Survey Open-File Report 83-875, 528 p.

17. McWhorter D.B., Sunada D.K., Sunada D.K. Ground-water hydrology and hydraulics. – Water Resources Publication, 1977.

18. Ogata A., Banks R.B. Transverse diffusion in saturated isotropic granular media. Washington, 1961. – USGS Prof. Paper, №411-B. – Pp. 1–8.

Фондова:

19. Науково-технічний звіт "Відкрите акціонерне товариство "Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат". Проект реконструкції 3 відсіку хвостосховища для підтримки потужності комбінату (відм. 117,5 м). Математичне моделювання процесу підтоплення та забруднення прилеглої території хвостосховища". Том 5. 13105.P90/268-1-ММ / ПРАТ "ВАЖПРОМАВТОМАТИКА". – Харків 2015. – 144 с.

20. Науково-технічний звіт "ПрАТ "Полтавський ГЗК". Реконструкція 1-2 відсіку хвостосховища для підтримки потужності комбінату (відм. 117,50 м). Проект. Інженерно-геологічні вишукування. Том 3. 13105.P90/298-1-0-В.ІГ / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут "УКРНДІВОДОКАНАЛПРОЕКТ". – Київ, 2017. – 73 с.

21. Отчет о результатах режимных гидрогеологических наблюдений в районе железорудного карьера ЧАО "Полтавский ГОК" проведенных ООО НПК "Геология" в 2019 г. / ООО Научно-производственная компания "Геология". – Кременчуг, 2019. – 87 с.

22. Отчет о результатах режимных гидрогеологических наблюдений в районе железорудного карьера ЧАО "Полтавский ГОК" проведенных ООО НПК "Геология" в 2020 г. / ООО Научно-производственная компания "Геология". – Кременчуг, 2020. – 59 с.

23. Звіт з виконання разової роботи "Інженерно-гідрометеорологічна оцінка території 1-2 та 3 відсіку хвостосховища ПрАТ "Полтавський ГЗК" / Український гідрометеорологічний інститут. – Київ, 2019. – 24 с.

24. Висновок по річному звіту з проведення натурних спостережень за гідротехнічними спорудами цеху шламового господарства ПрАТ "Полтавський ГЗК" за 2020 рік. 13105.P90/343-1-0-ПЗ / Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут "УКРНДІВОДОКАНАЛПРОЕКТ".. – Київ, 2021. – 79 с.

25. Збірник праць 77 студентська науково-технічна конференція «Тиждень студентської науки 2022», НТУ «Дніпровська політехніка» / ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ДРЕНАЖНОГО ВОДОЗНИЖЕННЯ НАДІЛЯНЦІ БУДІВНИЦТВА ЗАГЛИБЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВУЗЛА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОГО ПІДПРИЄМСТВА – 913 с.

<https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/week-of-studsci/zvit-2022.pdf>



**КАФЕДРА
ГІДРОГЕОЛОГІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ**

ТЕКСТОВІ ДОДАТКИ

ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності «Науки про Землю» (освітньо-професійна програма «Геологія»), студента гр. 103-18-2 Сінкевича Данила Сергійовича «Гідрогеологічні умови Полтавського ГЗК та обґрунтування доцільної системи водозниження на ділянці будівництва заглибленого вузла згущення»

Зв'язок завдання на кваліфікаційну роботу з об'єктом діяльності бакалавра. Завдання на представлену кваліфікаційну роботу безпосередньо пов'язано з об'єктом діяльності бакалавра за спеціальністю «Науки про Землю» (освітньо-професійна програма «Геологія») – обґрунтуванням доцільної системи водозниження на ділянці проектуваного будівництва.

Актуальність. Вибір доцільної схеми дренажного водозниження пов'язаний з необхідністю врахування особливостей гідрогеологічних умов ділянок проектуваного будівництва, що вимагає застосування сучасних методів аналізу і оцінки гідродинамічного стану породних масивів. В зв'язку з цим тема кваліфікаційної роботи студента Сінкевича Д.С. є актуальною та сучасною.

Відповідність змісту стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і рекомендацій, списку літератури. Зміст роботи повністю відповідає стандартам вищої освіти та дескрипторам НРК.

Новизна. У роботі застосовані нові підходи до оцінки гідродинамічного стану породних масивів із використанням сучасних методів чисельного моделювання геофільтраційних процесів. При виконанні розрахунків враховані особливості гідрогеологічних умов та гідродинамічного режиму порушеної гірничими роботами території.

Практичне значення результатів. Результати виконаних досліджень можуть бути використані при обґрунтуванні доцільної схеми будівельного водозниження для заглиблених технологічних вузлів гірничого виробництва.

Ступінь самостійності виконання. Сінкевич Д.С. виконав кваліфікаційну роботу самостійно, всі розрахунки виконані особисто автором із застосуванням спеціального програмного забезпечення.

Застосування ПЕОМ, реальність, комплексність. При виконанні роботи студентом Сінкевичем Д.С. у повній мірі використані засоби обчислювальної техніки та спеціальне програмне забезпечення, виконані розрахунки засновані на реальних даних щодо геолого-технічних та гідрогеологічних умов досліджуваної ділянки та містять результати їх комплексної оцінки.

Якість оформлювання. Кваліфікаційна робота написана методично грамотно, містить необхідний обсяг табличного та ілюстративного матеріалу, оформлена відповідно до сучасних вимог.

Недоліки. При виборі методу досліджень доцільно було б надати порівняльну оцінку аналітичних методів розрахунків та математичного моделювання.

Комплексна оцінка. Кваліфікаційна робота Сінкевича Д.С. відповідає вимогам до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньо-професійної програми «Геологія» і заслуговує оцінки «відмінно», а її автор Сінкевич Д.С. – присвоєння йому ступеня бакалавр за спеціальністю «Науки про Землю» (освітньо-професійна програма «Геологія»).

Керівник кваліфікаційної роботи,
к.т.н., доцент

В.І. Тимощук

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності «Науки про Землю» (освітньо-професійна програма «Геологія»), студента гр.103-18-2 Сінкевича Данила Сергійовича «Гідрогеологічні умови Полтавського ГЗК та обґрунтування доцільної системи водозниження на ділянці будівництва заглибленого вузла згущення»

В кваліфікаційній роботі Сінкевича Д.С. виконано дослідження гідрогеологічних умов ділянки проектного будівництва технологічного вузла рудозбагачення Полтавського ГЗК у зв'язку з обґрунтуванням доцільної системи будівельного водозниження.

За результатами аналізу даних про геолого-гідрогеологічні умови досліджуваної території встановлені основні фактори, що визначають формування гідродинамічного режиму підземних вод та обґрунтована загальна гідродинамічна схема ділянки проектного будівництва.

Визначення доцільної системи будівельного водозниження та гідродинамічних параметрів водозабірних споруд виконано за результатами чисельного геофільтраційного моделювання із застосуванням спеціального програмного забезпечення та використанням електронно-обчислювальної техніки.

Для забезпечення ефективної роботи водознижувальних свердловин в роботі обґрунтовано просторову схему їх розташування та рекомендовано режим експлуатації водозабірних споруд в період проведення будівельних робіт.

Кваліфікаційна робота виконана методично грамотно і відповідає вимогам, що ставляться до рівня вищої освіти за НРК та компетентностям освітньо-професійної програми «Геологія». Представлена робота заслуговує оцінки «відмінно», а її автор Сінкевич Д.С. – присвоєння ступеня бакалавр за спеціальністю «Науки про Землю».

Завідувач кафедри геофізичних
методів розвідки, д.г.н., професор

М.М. Довбніч

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи бакалавра

студента групи 103-18-2
(шифр групи)

Сінкевича Данила Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Назва роботи: «Гідрогеологічні умови Полтавського ГЗК та обґрунтування доцільної системи водозниження на ділянці будівництва заглибленого вузла згущення»

Науковий керівник доц. Тимощук В.І.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

plag.com.ua	Оригінальність, %	76
	Подібність, %	24
	Неправильні цитування, %	0

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховання недобросовісних запозичень.

Науковий керівник

доц. Тимощук В.І.

Нормоконтролер

доц. Загриценко А.М.

Зав. кафедри

проф. Рудаков Д.В.

_____ (дата)