

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**  
**спеціальність 103 – Науки про Землю**  
**освітня програма «Гідрогеологія»**

ТЕМА: «МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ҐРУНТОВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ БУДІВНИЦТВА ПО  
ВУЛ. О. ГОНЧАРА № 69 В М. КИЄВІ»

Виконав

студент 2-го курсу магістратури  
кафедри гідрогеології та інженерної геології  
Ярослав РОМАНЮК

Науковий керівник

професор, доктор геол. наук  
Олексій КОШЛЯКОВ

Робота рекомендується до захисту (протокол № 11  
кафедри гідрогеології та інженерної геології від 10.05. 2023 р.)

Завідувач кафедри

професор, доктор геол. наук  
Олексій КОШЛЯКОВ

Київ – 2023

*Відмінно (90%)*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ...	3
ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1. Фізико-географічні умови території.....	6
1.1.1. Положення та характеристика ділянки будівництва .....	6
1.1.2. Характеристика існуючих будівель.....	7
1.1.3. Клімат.....	10
1.1.4. Геоморфологія.....	13
1.1.5. Орогідрографія .....	15
1.2. Геологічна будова .....	16
1.2.1. Стратиграфія .....	16
1.2.2. Тектоніка .....	26
1.2.3. Гідрогеологічні умови .....	29
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ҐРУНТОВИХ ВОД	
2.1. Геологічна вивченість досліджуваної ділянки .....	41
2.2. Геологічні та гідрогеологічні умови ділянки досліджень.....	43
2.3. Інженерно-геологічні умови ділянки досліджень .....	45
2.4. Методика гідрогеологічного моделювання.....	47
2.5. Схематизація умов геофільтрації території досліджень.....	49
2.5.1. Вхідна гідродинамічна схема усталеного потоку .....	52
2.6. Визначення природного рівня ґрунтових вод на території досліджень.....	54
2.7. Визначення прогнозного рівня ґрунтових вод на території досліджень.....	57
2.8. Порівняння природного та прогнозного рівнів ґрунтових вод .....	59
ВИСНОВОК .....	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ДДЗ – Дніпровсько-Донецька западина;

РГВ – рівень ґрунтових вод;

ІГЕ – інженерно-геологічний елемент.

## ВСТУП

Метою магістерської роботи є *прогнозування локальних змін рівня ґрунтових вод внаслідок будівництва по вул. О. Гончара № 69 в м. Києві.*

Об'єкт дослідження – *ґрунтові води на території будівництва.*

Предмет дослідження – *зміни рівня ґрунтових вод на території будівництва внаслідок спорудження «стіни в ґрунті».*

Для досягнення мети виникає необхідність провести та виконати наступні завдання:

1. Виконати аналіз фізико-географічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов досліджуваної території;
2. Виконати схематизацію умов геофільтрації для території досліджень, визначити розрахункові параметри і характеристики об'єкту моделювання та побудувати вхідну гідродинамічну схему усталеного потоку ґрунтових вод;
3. Шляхом розв'язання оберненої задачі геофільтрації у програмному середовищі PMWIN (Processing Modflow for Windows) виконати корегування вхідної гідродинамічної схеми та отримати достовірну математичну модель усталеного потоку ґрунтових вод у природних умовах, на основі якої визначити природний рівень ґрунтових вод на території досліджень.
4. Розв'язати пряму задачу геофільтрації у програмному середовищі PMWIN з урахуванням впливу «стіни в ґрунті», на основі якої визначити прогнозний рівень ґрунтових вод на території досліджень;
5. Порівняти природний та прогнозний рівні ґрунтових вод на території досліджень та оцінити можливі локальні зміни рівня внаслідок будівництва «стіни в ґрунті».

*Актуальність роботи* обумовлена потенційною загрозою підтоплення території досліджень за рахунок підйому рівня ґрунтових вод внаслідок баражного ефекту, спричиненого будівництвом «стіни в ґрунті».

*Наукова новизна роботи* – для території досліджень вперше виконане математичне моделювання потоку ґрунтових вод за умови спорудження «стіни в ґрунті».

*Практичне значення роботи* – встановлені можливі локальні зміни рівня ґрунтових вод на території будівництва внаслідок спорудження «стіни в ґрунті».

В основу написання магістерської роботи покладено: Звіт про науково-технічну роботу. Оцінка впливу будівництва по вул. Гончара 69-71 в Шевченківському районі м. Києва на гідрогеологічний режим майданчика будівництва та прилеглої території. Договір № 3689 від 08 вересня 2014 року. – Київ: ДП НДІБК, 2014.

Результати роботи представлені на XIII Всеукраїнській молодіжній науковій конференції-школи «Сучасні проблеми наук про Землю». Половець М.С., Романюк Я.О., Кошляков О.Є. «Аналіз та моделювання потоку ґрунтових вод на території об'єктів будівництва по вул. О. Гончара в м. Києві».

Публікації:

Романюк Я.О., Кріль Т.В. Інженерно-геологічні загрози при експлуатації ГЕС та ГАЕС. Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції; м. Дніпро, Україна, 06-07 жовтня 2021 р. / Редкол.: О.О. Скрипник (голов. ред.) та ін. – Дніпро: ІППЕ НАН України, 2021. - 119 с.

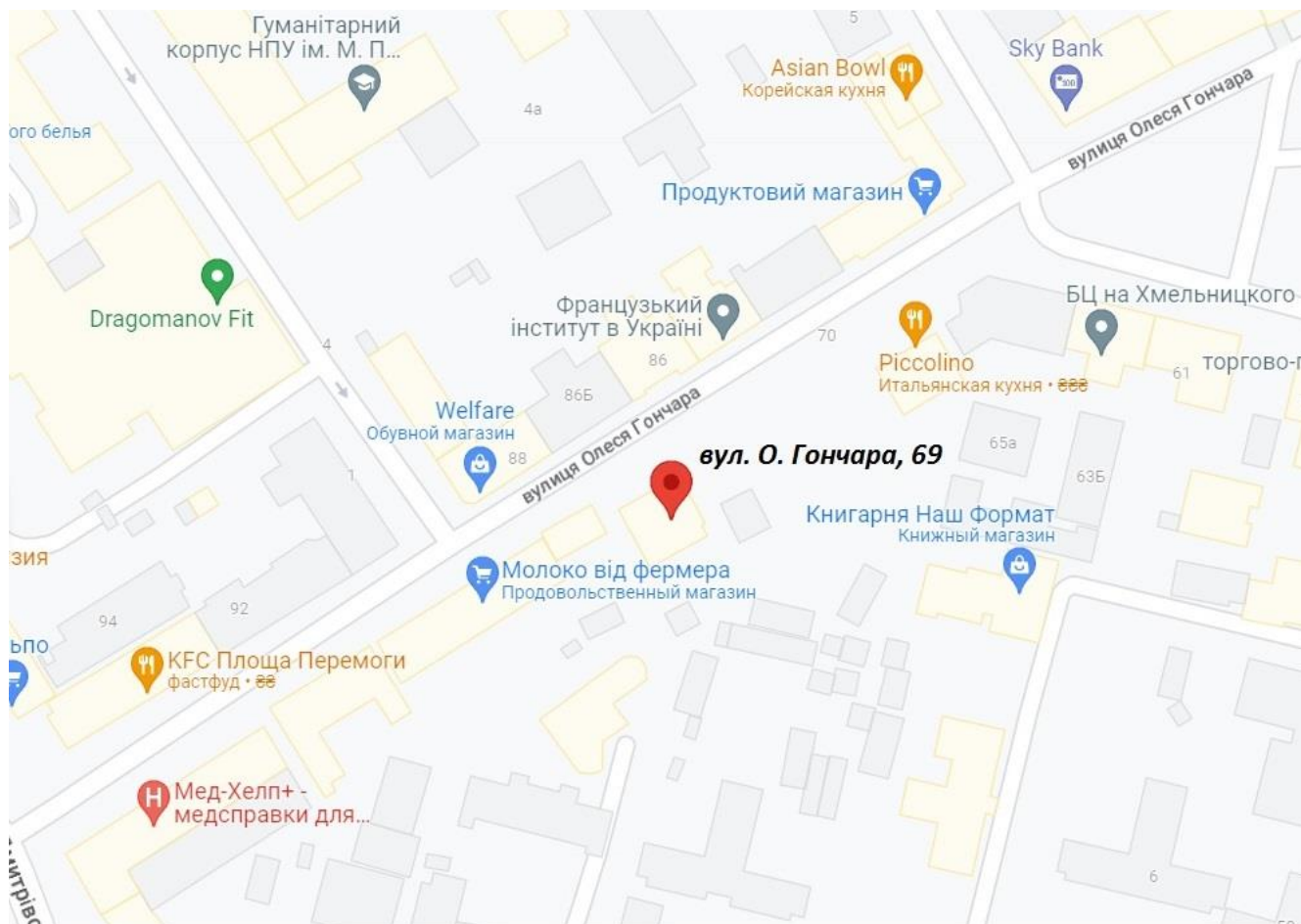
Романюк Я.О., Кріль Т.В. Аналіз техногенних навантажень на геологічне середовище буферної зони Заповідника "Софія Київська". Ідеї та новації в системі наук про Землю: Збірник матеріалів ІХ Всеукраїнської молодіжної наукової конференції, 21-22 червня 2022 р., Київ, Видавництво «ФОП Кравченко», К. 2022. 72 с.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕНЬ

### 1.1. Фізико-географічні умови території

#### 1.1.1. Положення та характеристика ділянки будівництва

В адміністративному відношенні ділянка будівництва знаходиться в Шевченківському районі м. Києва (рис. 1.1).



**Рис. 1.1 – Місце розташування ділянки будівництва**

**(картографічні дані з Google Maps)**

По вул. О. Гончара, 69 будується багатофункціональний комплекс – фундаментами комплексу служать буронабивні палі діаметром 820 мм. За відмітку дна котловану прийнято відмітку 128,1 м. За відносну відмітку 0,000 прийнято абсолютну відмітку 132,2 м. Для влаштування котловану виконане огороження з буронабивних паль діаметром 620 та 820 мм – «стіна у ґрунті» (ДП НДІБК, 2012).

### 1.1.2. Характеристика існуючих будівель

На рис. 1.2 представлена ситуаційна схема розташування ділянки будівництва та оточуючої забудови.



**Рис. 1.2 – Схема розташування будівельного майданчика та оточуючої забудови (Договір № 3689 від 08 вересня 2014 року, ДП НДІБК, 2014)**

#### **Будівля по вул. О. Гончара, 67**

Житловий будинок зведений у 1937-1939 роках. Будівля прямокутної форми з розмірами у плані 81,2×13,4 м, має 5 поверхів та цокольний поверх, чотири сходових клітки. Будівля безкаркасна. Конструктивна система будівлі жорстка, з несучими поздовжніми та поперечними стінами.

Фундаменти – стрічкові бутові та бутобетонні мілкового закладання. Під бутовою кладкою влаштована бутобентна стрічка товщиною 550-600 мм. Глибина закладання підшви фундаментів від рівня підлоги цокольного поверху становить 1,55-2,26 м, ширина коливається в межах 1,5-2,4 м (ДП НДІБК, 2014).

### ***Будівля по вул. О. Гончара, 71***

Будинок зведений в кінці XIX ст. та на даний час використовується як адміністративний. Будинок 3-поверховий з горищем, трапецієвидної форми в плані. Зі сторони головного фасаду праворуч до будинку щільно примикає 5-ти поверховий цегляний будинок № 75, а ліворуч – межує з майданчиком будівництва адміністративно-готельного комплексу по вул. О. Гончара, 69. Конструктивна схема – безкаркасна, з поперечними несучими цегляними стінами.

Фундаменти будинку – стрічкові цегляні, з повнотілої цегли на вапняному розчині. Глибина закладання фундаментів зовнішніх стін складає 1,2...1,5 м від рівня відмостки. Відмітки закладання фундаментів різні: з боку дворового фасаду відмітка підшви фундаментів відповідає абсолютній відмітці 131,05 м, а з боку головного фасаду – в межах абсолютних відміток 130,3-130,63 м (ДП НДІБК, 2012).

### ***Будівля по вул. О. Гончара, 75***

Житловий будинок зведений у 1966 році і являється комунальною власністю. Будівля прямокутної форми з розмірами у плані 53,5×12,75 м, має 5 поверхів та цокольний поверх, три сходових клітки. У приміщеннях цокольного поверху розташовуються заклади громадського призначення. Підвал в будинку наявний в межах другого під'їзду. В приміщеннях підвалу розташовані бойлерна та рамка центрального опалення. Будівля безкаркасна. Конструктивна схема будівлі жорстка, з несучими поздовжніми та поперечними стінами.

Фундаменти – стрічкові цегляні мілкого закладання. Ширина фундаментів така ж як і товщина зовнішніх стін (ДП НДІБК, 2012).

### ***Будівля по вул. О. Гончара, 86А***

Житловий будинок зведений у 1905 році. Будівля має розміри у плані 21,2×25,0 м, має 6 поверхів та підвал, одну сходову клітину. У приміщеннях першого поверху розташовуються заклади громадського призначення. Будівля безкаркасна. Конструктивна схема жорстка, з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Стіни та перегородки – цегляні.

Фундаменти – стрічкові цегляні мілкового закладання. Ширина фундаментів така ж як і товщина зовнішніх стін (ДП НДІБК, 2012).

***Будівля по вул. О. Гончара, 86Б***

Житловий будинок зведений у 1905 році. Будівля має розміри у плані 21,4×18,0 м, має 6 поверхів та підвал, дві сходові клітки. Будівля безкаркасна. Конструктивна схема жорстка, з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Стіни та перегородки – цегляні.

Фундаменти – стрічкові цегляні мілкового закладання. Перекриття – залізобетонне (ДП НДІБК, 2012).

***Будівля по вул. О. Гончара, 88А***

Житловий будинок зведений у 1905 році. Будівля має розміри у плані 24,3×15,0 м, має 5 поверхів. Будівля безкаркасна. Конструктивна система будівлі жорстка, з несучими поздовжніми та поперечними стінами. Стіни та перегородки – цегляні.

Фундаменти – стрічкові цегляні мілкового закладання. Перекриття – залізобетонне (ДП НДІБК, 2012).

***Будівля по вул. О. Гончара, 73***

Житловий будинок зведений у 2000 році. Будівля має розміри у плані 28,6×27,4 м, має 8 поверхів. Стіни та перегородки – цегляні.

Фундаменти – палі діаметром 820 мм, довжиною 20 м (Договір № 3431 від 18 березня 2014 року, ДП НДІБК, 2014).

### 1.1.3. Клімат

Опис кліматичних умов наведено за даними звіту про гідрогеологічне вивчення (Савостіков, 2021).

Клімат району робіт характеризується як помірно-континентальний. Для даної території характерний широкий діапазон змін температури. Середня температура літніх місяців – близько  $+19^{\circ}\text{C}$ , зимових – близько  $-5^{\circ}\text{C}$ . Найнижча зафіксована температура  $-36^{\circ}\text{C}$ , найвища близько  $+40^{\circ}\text{C}$  у тіні. Погода часто мінлива, особливо взимку. Хвилі тепла й холоду тривалістю 3-5 діб (інколи до 15-22 діб) змінюються в середньому 2-5 разів на місяць.

Температура у цей час може значно відхилитися від середньої багаторічної для даної пори року. Середня місячна температура повітря в кожному окремому випадку відхиляється від середньої багаторічної (так званої норми), це відхилення інколи досягає від  $-10,7^{\circ}\text{C}$  до  $+6,4^{\circ}\text{C}$ . Так, у 1936 р. середня температура січня становила  $+0,4^{\circ}\text{C}$ , в 1942 р. –  $-15^{\circ}\text{C}$ . Середня місячна температура червня становила в 1936 р.  $+26^{\circ}\text{C}$ , а в 1878 р. –  $+17^{\circ}\text{C}$ . Одній третині зим властиві аномалії температур у межах  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ , решта характеризується більшою аномалією.

Відмінна риса клімату Київщини – велика мінливість погоди взимку, різноманітність її комбінацій. Навіть у аномально холодному січні буває не менше трьох діб з різким потеплінням, а в аномально теплому січні – близько 12 діб з відлигою. Середня температура лютого рідко наближається до норми. Відмічено часті відлиги.

Перехід середньої добової температури через нуль до додаткової у 80% випадків відбувається в межах  $\pm 10$  діб від середнього нормативного строку (18 березня).

Середня річна температура в Києві становить  $+7,4^{\circ}\text{C}$ . Середня температура трьох літніх місяців – близько  $+19^{\circ}\text{C}$ . Середня температура трьох зимових місяців становить  $-1 - -9^{\circ}\text{C}$ .

Для характеристики річного ходу температури важливо знати, що середня температура поверхні ґрунту перевищує  $+10^{\circ}\text{C}$  вже в кінці квітні. На цей час до земної поверхні, вже надійшло 20% річної суми сонячного тепла. На початку чи в середині червня, коли температура перевищує  $+20^{\circ}\text{C}$ , ґрунт одержує понад 40% річного балансу. На час, коли температура, опускається нижче  $+20^{\circ}\text{C}$  (на початку вересня), ґрунтом засвоюється понад 80% річної суми сонячного тепла.

Відносна вологість нічного повітря взимку становить 80-90%, влітку – близько 65%; удень – відповідно 80-85% та близько 50%. В окремі періоди повітря буває дуже сухим. Відомий випадок, коли вологість знизилася до 12%.

У Києві щороку в середньому нараховується 160 днів з опадами. У 1912 р. таких днів було 204, в 1881 – 117. Сума опадів у середньому за рік становить 620-650 мм.

Велика різниця у кількості річних та місячних опадів відбиває особливості місцевого клімату, які складаються під впливом строкатості ландшафту та заліснення (Савостіков, 2021).

Найбільша місячна кількість опадів відмічена в червні (до 239 мм) і в серпні (до 223 мм). Найменша місячна сума опадів спостерігається взимку. Щороку в середньому буває 95 днів з сніговим покривом. Майже дві третини зимових опадів – тверді (сніг, снігові зерна). Одна чверть їх – змішані. Влітку переважають опали у вигляді дощу. Навіть у найсухіші літні місяці випадає не менше 4-6 мм. Але восени ця сума знижується до 1 мм за місяць. У такі сухі періоди велике значення має роса. За рік роса, іній, паморозь дають додатково до 30 мм вологи.

Для літа характерна нерівномірність опадів. У одну зливу може випасти місячна норма опадів. 28 серпня 1858 р. злива за добу дала 108 мм вологи, по 103 мм випало 20 червня 1902 р. та 4 червня 1954 р.

Літні опади іноді супроводжуються грозою та градом. Щороку спостерігається близько 25 днів з грозою, в окремі роки (1906 р.) – до 45. Найчастіше грози бувають влітку (в середньому по 6-7 дію з грозою в червні та липні). Грози

взимку – явище виняткове. Наприклад, у лютому гроза спостерігалась лише один раз (1970 р.) на сто років (*Савостіков, 2021*).

Нормативна глибина промерзання ґрунтів складає 0,9 м (*ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011*).

#### 1.1.4. Геоморфологія

За даними Федоренко А.С., Буяна Н.Н., Нікіташа Ю.О. територія м. Києва і його околиць розташована на стику трьох орографічних областей: Придніпровської височини, Поліської і Придніпровської низовин. Межа між Поліською низовиною і Придніпровською височиною не завжди чітко орографічно виражена і часто проводиться по північній межі поширення лесових порід. Придніпровська височина і Придніпровська низовина розділяються високим (до 100 м) крутим правим берегом р. Дніпро (Федоренко та ін., 2017).

Центральна і південно-західна частини міста розташовані в межах Придніпровської височини (170–197 м) плавно нахиленої на захід, із поверхні складеної породами лесової формації. Найбільше піднесені її місця, приурочені до позначок від 170–175 м (м. Вишгород, Лук'янівка) до 190–198 м (Батієва гора, Печерськ, Звіринець). Вони відрізняються глибоким і густим ерозійним розчленуванням із глибиною врізу ерозійних форм більш 80 м. Значним вертикальним розчленуванням характеризується правий берег р. Дніпро на ділянці від Вітряних гір до Телички, а також у Совках і Теремках. Вододіли, представлені у виді невеличких по площі ізольованих останців рівнини, зосереджених на межиріччі Дніпро-Либідь. З віддаленням від р. Дніпро на захід ступінь розчленування поверхні зменшується, збільшується площа плоских слаборозчленованих ділянок рівнини (Барцевский и др., 1989).

Північна і північно-західна частини міста розташовані в межах Поліської низовини і являють собою слабо горбисту моренно-зандрову рівнину. Поверхня її характеризується позначками 140–190 м, невеликим горизонтальним і вертикальним розчленуванням.

Східна (лівобережна) частини міста розташована в межах Придніпровської низовини, що представляє собою акумулятивну алювіальну рівнину, ускладнену серією різновікових накладених або притулених алювіальних терас. Яружно-

балкова мережа розвинена слабо. Абсолютні позначки коливаються від 100 до 140 м (Федоренко та ін., 2017).

У геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань знаходиться в межах лівобережної надзапlavної тераси р. Либідь. Абсолютні відмітки території вишукувань коливаються в межах 132,4...137,8 м. Відмітки котловану коливаються в межах 132,4...132,6 м (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

### 1.1.5. Орогідрографія

Головна водна артерія – р. Дніпро з численними притоками, що протікає з півночі на південь, поділяє Київ на лівобережну та правобережну частини. Гідрографічна мережа Києва густа й різноманітна. Кількість річок і струмків обчислюється в місті десятками. Разом з тим, далеко не всі річки мають назву, деякі її втратили. Переважна частина річок і струмків міста закута у колектори і бетонні жолоби. В основному річки служать водоприймачами зливових вод. Вони також приймають велику кількість скидів з розташованих поряд підприємств. Значна частка стічних вод у стоці малих річок спричинює їхнє значне забруднення. Ще одна особливість малих річок міста – це те, що вони практично не замерзають.

Правобережжя міста Києва лежить в межах Поліської низовини та Придніпровської височини, лівобережжя – в межах Придніпровської низовини (Шаріков, 2020).

## 1.2. Геологічна будова

### 1.2.1. Стратиграфія

Опис геологічної будови та стратиграфії наведено за даними звіту про гідрогеологічне вивчення надр Федоренко А.С., Буяна Н.Н., Нікіташа Ю.О.

Характеристика геологічної будови і стратиграфії району наводиться за результатами геологічного довивчення території з урахуванням матеріалів геолого-гідрогеологічних зйомок масштабу 1:200000. За основу гідрогеологічної стратифікації розрізу району прийняті результати геологічного довивчення масштабу 1:200000 території аркушу М-36-ХІІІ (Київ).

В геоструктурному відношенні район робіт розташований в межах північно-східного схилу Українського щита, що занурюється в бік Дніпровсько-Донецької западини.

В геологічній будові території беруть участь докембрійські кристалічні утворення, і товща осадових відкладів, потужність якої зростає в північно-східному напрямку. У складі осадової товщі встановлені відклади тріасової, юрської, крейдової, палеогенової, неогенової та четвертинної систем.

Архейська еонотема

Неоархейська ератема

*Росинсько-тікицька серія*

На досліджуваній території стратифіковані утворення докембрію представлені *росинсько-тікицькою серією неоархею* (AR<sub>3rt</sub>). Серія осадово-вулканогенних утворень, метаморфізованих в умовах амфіболітової фації регіонального метаморфізму, складена переважно амфіболітами, кристалосланцями біотит-амфіболовими, гнейсами амфібол-біотитовими та біотитовими. Ці утворення прорвані інтрузіями здебільшого габроїдного складу, разом з якими зазнали ультраметаморфічної перекристалізації у палеопротерозої, залягають у вигляді невеликих тіл та ксенолітів серед гранітоїдів. Глибина

залягання кристалічного фундаменту – від кількох метрів у південно-західній частині до 700-800 м на північному сході території аркуша (Федоренко та ін., 2017).

Фанерозойська еонотема

Мезозойська ератема

Тріасова система. Нижній відділ

В межах досліджуваної території тріасова система представлена тільки нижнім відділом, поширена в північно-східній і східній частинах аркуша і залягає безпосередньо на поверхні кристалічного фундаменту. Загальна потужність зростає по мірі заглиблення фундаменту в північно-східному напрямку до 300-400 м.

У будові розрізу теригенних відкладів нижнього тріасу виділяють дронівську світу, що залягає на глибині 120,0-502,4 м і поділяється на нижньодронівську (пересазьку) і верхньодронівську (коренівську) підсвіти, та сребрянську світу, представлену в даному районі лише нижньосребрянською (радченківською) підсвітою.

Індський ярус

*Дронівська світа*

*Нижньодронівська (пересазька) підсвіта* ( $T_{1dr1}$ ) найбільш поширена серед стратонів тріасу. Розповсюджена в північно-східній частині аркуша. Залягає підсвіта на всій площі свого поширення безпосередньо на кристалічних породах фундаменту або на продуктах їх вивітрювання. Складена перешаруванням малопотужних пачок глин, алевролітів, пісковиків та пісків здебільшого строкатого забарвлення. Максимальна потужність підсвіти в північно-східній частині аркуша може сягати 150-170 м.

*Верхньодронівська (коренівська) підсвіта* ( $T_{1dr2}$ ) залягає без видимої перерви на пересазькій, складена здебільшого світло забарвленими породами піщаного складу – пісками дрібно- і тонкозернистими, в нижній частині розрізу з проверстками пісковиків, іноді з малопотужними прошарками глин. Максимальна

потужність підсвіти в східній частині аркуша сягає 100 м, закономірно збільшуючись у північно-східному напрямку.

#### Оленьокський ярус

*Нижньосеребрянська (радченківська) підсвіта* ( $T_{1sr_1}$ ) представлена карбонатно-піщано-глинистими утвореннями максимальною потужністю 86 м. Сучасна межа поширення підсвіти просторово пов'язана із Дніпровською тектонічною зоною і, зокрема, контролюється Київським розломом. Радченківська підсвіта трансгресивно залягає на коренівській підсвіті, зі слідами розмиву перекривається орельською або підлужною світами середньої юри. Глибини залягання покрівлі змінюються від 188,0 (с. Гологурів) до 431,9 м (с. Велика Димерка). Абсолютні відмітки покрівлі зменшуються від -69,7 м (с. Проців) до -323,6 м (с. Велика Димерка). На досліджуваній території у розрізі підсвіти виділяються дві пачки: нижня, піщано-карбонатна, складена пісками і пісковиками з проверстками вапняків, і верхня, карбонатно-глиниста, представлена глинами з проверстками вапняків (*Федоренко та ін., 2017*).

#### Юрська система

*Юрська система* представлена середнім і верхнім відділами. Утворення юри значно поширені на досліджуваній території. Відсутні тільки в південно-західній його частині. З розмивом залягають на породах фундаменту, корах їх вивітрювання, осадах тріасу і неузгоджено перекриваються утвореннями крейдової і палеогенової систем. Вони похило занурюються в північно-східному і східному напрямках, у бік осьової частини ДДЗ. Глибини залягання покрівлі юрських відкладів змінюються від 36,5 м на півдні, в долині р. Стугна, до 200,0 м на північному сході. Значення абсолютних відміток покрівлі відповідно знижуються від +105,0 м (с. Марянівка) на південному заході до -88,7 м (с. Велика Димерка), де зафіксовано максимальну потужність в межах аркушу – 236,9 м.

## Середній відділ

### Байоський ярус

*Орельська світа* ( $J_2og$ ) найбільш поширена в північно-східній і східній частинах досліджуваної території, де залягає на осадах тріасу. У південно-західній частині території світа заповнює западини у рельєфі кристалічного фундаменту, залягаючи на розмитій поверхні кристалічних порід та їх кір вивітрювання, осадах тріасу. Перекриваються відклади орельської світи незгідно глинами підлужної та ніжинської світи. Глибина залягання змінюється від 76,6 м (верхів'я р. Стугна) на південному заході до 372,0 м (с. Велика Димерка) на північному сході території. Світа складена континентальними піщано-глинистими алювіальними і озерно-болотними фаціями. Потужність змінюється в широких межах і переважно становить 5-20 м, збільшуючись до 30-45 м у депресіях доюрського періоду. Максимальна потужність – 59,9 м, зафіксована у північно-східній частині (с. Велика Димерка).

### Байоський-батський яруси

*Підлужна світа* ( $J_2pd$ ) складена глинами і алевритами, які з розмивом залягають на відкладах орельської, серебрянської, дронівської світи, породах кристалічного фундаменту. Перекривається згідно ніжинською світою. Глибини залягання покрівлі світи змінюються від 100,0 м на півдні до 360-365 м на північному сході. Потужність світи витримана по площі і становить 8-12 м. Загальна її потужність не перевищує 16 м.

### Батський ярус

*Ніжинську світу* ( $J_2n\check{z}$ ) складають глини щільні, тонковерстуваті з проверстками сидеритів, що з розмивом залягають на утвореннях фундаменту, орельській світі і без видимого перериву – на глинах підлужної світи. На більшій частині перекриваються ічнянською світою, в поодиноких випадках – ніжноіваницькою підсвітою. На крайньому південному заході на поверхні ніжинської світи залягають піски крейди і палеогену. Глибини залягання покрівлі

збільшуються від 47,5 м в долині р. Стугна на півдні до 316,6 м на північному заході. Нормальне полого залягання товщі глин порушене на північному сході, де вони припідняті, як і підстеляючі їх утворення підлужної світи на 140-150 м. Потужність світи характеризується стабільністю і становить 40-44 м, досягаючи 52 м. Різке зменшення потужності відмічається у південно-західному напрямку, де світа залягає на поверхні фундаменту.

#### Келовейський ярус

*Ічнянська світа* ( $J_2i\check{c}$ ) складена алевритами і глинами, різною мірою вапнистими. Утворення залягають на глинах ніжинської світи і без видимої перерви перекриваються відкладами нижньоіваницької підсвіти середньої юри, а у місцях їх відсутності – пісками нижньої крейди та палеогену. Глибина залягання коливається від 32,7 м на півдні до 278,3 м на північному сході. Потужність змінюється від 8-11 до 15-19 м. Максимальна потужність сягає 23 м.

#### Середній-верхній відділи

#### Келовейський-оксфордський яруси

Прибережно-морські та морські відклади середнього-верхнього келовею і оксфорду представлені іваницькою світою, у складі якої, відповідно до ярусної приналежності виділені нижня та верхня.

#### *Іваницька світа*

*Нижньоіваницька підсвіта* ( $J_2iv_1$ ) складена алевритами з прошарками вапняків, глин, мергелів, пісків, що згідно залягають на породах ічнянської світи, в поодиноких випадках на глинах ніжинської світи, та перекриваються відкладами верхньоіваницької підсвіти, а в місцях їх відсутності – пісками верхньої та нижньої крейди. Глибина залягання покрівлі змінюється від 34,3 м у долині р. Стугна на півдні до 267,0-270,0 м на північному сході. Потужність закономірно збільшується у бік ДДЗ і становить 45-60 м. Максимальна потужність на північному сході досягає 77,4 м.

Верхній відділ  
Оксфордський ярус  
*Іваницька світа*

*Верхньоіваницька підсвіта* ( $J_3iv_2$ ) представлена чергуванням вапняків, алевритів, алевролітів, рідше пісковиків. Залягає верхньоіваницька підсвіта на нижньоіваницькій підсвіті, з розмивом перекривається осадами нижньої та верхньої крейди. При загальному положенні відкладів у північно-східному напрямку їх глибина залягання змінюється від 66,5 до 200,0 м. У північно-східному куті площі, в межах піднятого блока, обмеженого з південного заходу Руднянським розломом, покрівля іваницької підсвіти (докрейдова поверхня) піднята на 70-80 м. При цьому верхня частина відкладів була частково еродована трансгресією крейдового морського басейну. Загальна потужність – до 75 м (*Федоренко та ін., 2017*).

Мезозойська ератема  
Крейдова система

Крейдова система представлена нижнім і верхнім відділами. Розвинені відклади крейди повсюдно, за винятком південно-західної частини аркуша. Абсолютні відмітки підошви змінюються від +92,6 м (с. Ксаверівка) до -87,7 м (с. Велика Димерка), потужності – від кількох метрів до 88 м, збільшуючись на північний схід. Представлені відклади крейдової системи переважно морськими утвореннями, окрім піщано-глинистої товщі континентальних нерозчленованих відкладів готеривського і баремського ярусів. Залягають трансгресивно з незначним кутовим неузгодженням на утвореннях юри, на невеликих ділянках – на породах фундамента, перекриваються відкладами палеогену (*Федоренко та ін., 2017*).

## Кайнозойська ератема

### Палеогенова система

*Палеогенова система* представлена морськими фаціями і поширена майже на всій досліджуваній території. Найповніше відклади палеогену розвинені на правобережжі Дніпра, де в їхньому складі виділяються канівська серія нижнього еоцену, бучацька серія і київська світа середнього еоцену, обухівська світа верхнього еоцену, межигірська світа нижнього олігоцену і берецька світа верхнього олігоцену. На лівобережжі, у долині р. Дніпро, берецька, межигірська, обухівська, а місцями і київська світи повністю розмиті. Залягають палеогенові відклади трансгресивно на розмитій поверхні крейди, юри або докембрію. Перекриваються новопетрівською світою або четвертинними відкладами. Абсолютні відмітки підосви коливаються від +143,0 (с. Фастовець) до – 3,0 м (с. Велика Димерка), занурюючись на північний схід і схід. Загальна потужність палеогену змінюється на правобережжі Дніпра від 20 до 92 м, на лівому березі – від 27 до 84 м.

#### Нижній еоцен

##### Канівський регіоярус

*Канівська серія (P<sub>2</sub>kn)* – піски глауконіт-кварцові, в нижній частині алевритисті з лінзами вуглистих глин і жовнами фосфоритів, в основі з галькою кременів та крупними зернами кварцу; у верхній – з лінзами пісковиків. Потужність сягає 30 м. Поширена по всій території, за винятком південно-західного кута аркуша, де виклинюється на припіднятому фундаменті.

#### Середній еоцен

##### Бучацький регіоярус

*Бучацька серія (P<sub>2</sub>bč)* представлена мілководними глауконіт-кварцовими пісками з лінзами пісковиків. Від канівських відкладів відділяється прошарком гравелитистого піску і фосфоритової гальки. Максимальна потужність досягає 29 м. Перекривається відкладами київської світи, а в межах долин і лівобережних терас – четвертинними відкладами.

## Київський регіоярус

*Київська світа* ( $P_2kv$ ) поширена майже на всій досліджуваній території і відсутня тільки, внаслідок розмиву в четвертинний період, в долині Дніпра (смуга 7-18 км) та в гирлах його приток. Складена переважно мергелями, в нижній частині – пісками переважно вапнистими зі стяжіннями фосфоритів потужністю 1-7 м, у верхній – глинами, глинами алевритистими не вапнистими потужністю 25-30 м. Загальна потужність київської світи не перевищує 38 м.

### Верхній еоцен

#### Обухівський регіоярус. Харківська серія

*Обухівська світа* ( $P_2ob$ ) поширена тільки на правобережжі Дніпра і представлена алевритами світло-зеленуватими, пісками алевритистими. Залягає на відкладах київської світи. Потужність світи 6,5-7,0 м, на заході аркуша – 3-4 м. Поширена тільки на правобережжі р. Дніпро.

### Нижній олігоцен

#### Межигірський регіоярус. Харківська серія

*Межигірська світа* ( $P_3mž$ ) – піски зеленувато-сірі глауконіт-кварцові, різнозернисті, з тонкими прошарками глин та пісковиків. Залягає на розмитій поверхні обухівської світи з чіткою перервою. Загальна потужність становить 12-15 м, на південь та захід потужність світи поступово зменшується до 1-2 м.

### Верхній олігоцен

#### Берецький регіоярус. Полтавська серія

*Берецька світа* ( $P_3br$ ) у її складі виділяються дві частини, що можуть бути зіставлені з підсвітами стратотипу: нижня – зміївська підсвіта, представлена глинами з проверстками і лінзами піску загальною потужністю 1,5-2,0 м і верхня – сиваська, представлена пісками тонкозернистими глинисто-алевритовими, рідше алевритами піщано-глинистими потужністю 2,5-3,5 м. Потужність світи 2-8 м (Федоренко та ін., 2017).

## Неогенова система

Неогенова система поширена на досліджуваній території в межах Придніпровської височини і представлена міоценовим і пліоценовим відділами.

### Середній-нижній міоцен

#### Новопетрівський регіоярус. *Полтавська серія*

*Новопетрівська світа* ( $N_{1np}$ ) збереглася лише на вододілах правобережжя Дніпра і представлена континентальними відкладами великого басейну озерного типу: пісками, пісковиками, в нижній частині з проверстками вуглистих глин і бурого вугілля, у верхній частині – каолінистих глин. Потужність світи сягає 30-40 м.

### Верхній міоцен-нижній пліоцен

*Товща строкатих глин* ( $N_{1-2sg}$ ) залягає з розмивом на новопетрівській світі. Перекрита товщею червоно-бурих глин або четвертинними відкладами. Потужність змінюється від 1,5 до 10 м. На схилах балок і річкових долин строкаті глини, що залягають неглибоко від денної поверхні, спричиняють зсувні явища.

### Пліоцен

*Товща червоно-бурих глин* ( $N_{2čb}$ ) щільних, пластичних, в'язких, іноді піщанистих. Потужність товщі досягає 26 м, збільшуючись з півночі на південь (Федоренко та ін., 2017).

## Четвертинна система

Четвертинні відклади в районі робіт суцільним покривом перекривають дочетвертинні утворення. Представлені вони відкладами голоцену, неоплейстоцену та еоплейстоцену.

У комплексі четвертинних відкладів поширені елювіальні, елювіально-делювіальні, еолово-делювіальні утворення. Ці відклади представляють собою лесові і лесоподібні суглинки, глини, супіски і піски з прошарками суглинків і супісків. На вододілах широко поширені моренні, флювіо- і лімногляціальні відклади дніпровського зледеніння. Із сучасною гідромережею пов'язані алювіальні відклади сучасних заплав і надзаплавних терас та перекриваючі їх

делювіально-еолові і еолові утворення, а також озерно-болотні і біогенні осадки.

Потужність четвертинної товщі становить 20-30 м досягаючи в долині Дніпра 60 м (*Шаріков, 2020*).

### 1.2.2. Тектоніка

За даними гідрогеолога Шарікова С.І. територія м. Києва має двоярусну будову. Нижній ярус – це складно дислоковані неоархей-палеопротерозойські утворення кристалічного фундаменту, а верхній – осадові породи мезозой-кайнозойського чохла.

У геолого-структурному плані територія належить до Українського щита та його схилу, що занурюється у бік ДДЗ, і розташована в межах Білоцерківського тектонічного блоку I порядку. Західна частина площі входить до складу відносно піднятого Макарівського блоку II порядку, а східна – до складу відносно опущеного Бориспільського блоку II порядку. Блоки II порядку в свою чергу тектонічними порушеннями поділяються на менші блоки III порядку.

Формування структурно-тектонічних умов відбувалося і умовах активізації численних розривних порушень, серед яких провідна роль належить Дніпровській тектонічній зоні, що розділяє Бориспільський і Макарівський блоки. До її складу входять Київський, Ворзельський і Боярський розломи північно-західного простягання. Ширина зони, що контролює сучасну межу поширення відкладів тріасової системи, непостійна і змінюється від 23 км на півдні до 7 км на півночі. Ворзельський розлом і пов'язані з ним дрібніші розломи вплинули на процеси осадконакопичення і в юрський час. Боярський розлом обмежує зі сходу смугу різкого зменшення потужностей бат-келовейських глин.

Дніпровська тектонічна зона активно впливала на процеси осадконакопичення і в крейдовий час. Північно-західна частина Ворзельського розлому фіксує смугу розвитку відкладів нижньобурімської підсвіти нижньої крейди і, частково, смугу розвитку карбонатних порід верхньої крейди, а Київський і Бортницький розломи із сходу і заходу обмежують ділянку практично повного розмиву нижньобурімської підсвіти.

У формуванні розрізу палеогенових відкладів вплив Дніпровської тектонічної зони вже не простежується.

Дарницький розлом, що має субмеридіональне простягання й за часом закладання і рангом порівнюється з Дніпровською тектонічною зоною, в осадовому чохла проявляється переважно у північній частині району. Він фрагментарно фіксується межами поширення орельської світи середньої юри, сребрянської і дронівської світ нижнього тріасу. У сучасному рельєфі з Дарницьким розломом просторово збігається субмеридіональний відрізок долини Дніпра.

Новітні тектонічні рухи проявлені, насамперед, зануренням території в межах Бориспільського тектонічного блоку (лівобережжя р. Дніпра) і підняттям у межах Макарівського блоку на правобережжі Дніпра. На поверхні сучасного рельєфу східна межа площі з переважаючим висхідним напрямком рухів практично співпадає з лінією корінного правого берега р. Дніпра. Сучасний рельєф підійнятої території характеризується значною густиною і глибиною ерозійного розчленування, інтенсивним розвитком схилових процесів.

Тектонічна будова осадового чохла характеризується наявністю кутових неузгоджень між породами фундаменту та тріасу, тріасовими та юрськими відкладами, а також між утвореннями юри та крейди, крейди та палеогену (Шаріков, 2020).

Відклади мезозою залягають моноклінально з нарощуванням потужностей та нахилом на північний схід у бік ДДЗ. Але на рівні байоського ярусу виділяються ділянки, на яких ці відклади відсутні, або їхня потужність менша (відносні локальні підняття: Вишгородське, Печерське, Броварське, Бориспільське).

Кайнозойські відклади залягають практично горизонтально і мають відносно витримані потужності.

Структура чохла ускладнюється тектонічними порушеннями, що закладені у кристалічному фундаменті і пронизують осадові відклади, хоча вплив тектонічних порушень проявлений на різних стратиграфічних рівнях по-різному. Так, Глеваський, Вітачівський, Ірпінський, Фастівський розломи в осадових породах не фіксуються. Такі порушення, як Київський, Боярський, Дарницький, Немирівський

розломи простежуються від тріасових до палеогенових відкладів (до низів київської світи). Бортницький, Ворзельський та Красилівський розломи проявлені в юрських і крейдових відкладах.

З особливостями тектонічної будови території тісно пов'язані умови формування і поширення водоносних горизонтів і комплексів, особливо тих, що залягають нижче перших від поверхні, а також стан та екрануючі властивості водотривких товщ (*Шаріков, 2020*).

### 1.2.3. Гідрогеологічні умови

Опис гідрогеологічних умов території м. Києва наведено за результатами звіту про геологічне вивчення надр, головний гідрогеолог Шаріков С.І.

З огляду на геолого-структурну будову в районі м. Києва виділяються наступні водоносні горизонти та комплекси:

- водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену (aH);
- водоносний горизонт в алювіальних відкладах верхнього неоплейстоцену (aP<sub>III</sub>);
- водоносний горизонт у воднольодовикових, льодовикових, озерно-льодовикових відкладах середнього неоплейстоцену (f, g, IgP<sub>II</sub>);
- водоносний горизонт у відкладах межигірської, берекської та новопетрівської світ олігоцен-міоцену (P<sub>3</sub>mž-br+N<sub>1</sub>np);
- водоносний горизонт у відкладах канівської і буцацької серій еоцену (P<sub>2</sub>kn+bč);
- водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої і верхньої юри та загорівської, журавинської, бурімської світ нижньої і верхньої крейди (сеноман-келовейський водоносний комплекс) (J<sub>2-3</sub>+K<sub>1-2</sub> k-s);
- водоносний горизонт у відкладах орельської світи байоського ярусу середньої юри (J<sub>2</sub>or) (байоський водоносний горизонт);
- водоносний горизонт у відкладах дронівської і серебрянської світ нижнього триасу (T<sub>1</sub>dr+sr);
- водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архей-протерозою (AR+PR).

Водоносні гідрогеологічні підрозділи розділяються між собою регіональними водотривами:

- товща мергелів київської та обухівської світ еоцену (P<sub>2</sub>kv+ob), що відділяє водоносний горизонт в еоценових відкладах від більш молодих олігоцен-міоценових та четвертинних утворень;

- крейдово-мергельна товща верхньої крейди ( $K_2km+k$ ), що розділяє водоносний горизонт в еоценових відкладах і водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри та загорівської, журавинської й бурімської світи нижньої та верхньої крейди;
- глинисто-алевритова товща підлужно-ічнянських відкладів середньої юри ( $J_2pd-i\check{c}$ ), що відокремлює водоносний горизонт у відкладах орельської світи середньої юри та водоносний комплекс у відкладах середньої і верхньої юри та нижньої і верхньої крейди;
- глиниста товща серебрянської світи нижнього тріасу ( $T_1sr$ ), що розділяє середньоюрський та нижньотріасовий водоносний горизонт.

Окрім перерахованих вище на вододілах правобережжя залягає водотривка товща строкатих та червоно-бурих глин міоцен-пліоцену, розмита в долинах річок, що разом із еоплейстоценовими глинистими відкладами відділяє четвертинні водоносні горизонти від неоген-палеогенових (Шаріков, 2020).

Характеристика водоносних горизонтів і комплексів:

**Водоносний горизонт в алювіальних відкладах заплав річок і днищ балок голоцену (аН)** найбільші площі займає на лівобережній частині території в заплавах рр. Дніпра і Десни, на правобережжі дніпровська заплава звужується. Ще менше поширення горизонт має на території заплав річок Ірпінь, малих річок та струмків.

Потужність водоносного горизонту в заплавах рр. Дніпра і Десни становить 10-20 м, подекуди більше, р. Ірпінь – 6-12 м, більш дрібних річок – кілька метрів. Підстилають горизонт верхньонеоплейстоценові алювіальні відклади або мергельні глини київської світи еоцену, а у місцях їх розмиву (у долині р. Дніпро) – водоносні піщано-глинисті відклади канівсько-бучацької серії.

Водовмісні породи горизонту представлені здебільшого дрібно- і середньозернистими пісками з прошарками і лінзами супісків, суглинків, торфу, до низу – з гравієм і галькою осадових і кристалічних порід.

Дебіт колодязів, які розкривають переважно верхню частину горизонту, незначні і змінюються від 0,3 до 5,0 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 0,5-1,0 м. Дебіти свердловин, що експлуатують нижню, більш водозбагачену частину горизонту, складають 17-100 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 6,0-7,4 м. Коефіцієнт фільтрації за даними відкачок для крупнозернистих пісків складає 33,9-53,0 м/д.

Води горизонту безнапірні, гідравлічно пов'язані з поверхневими. Глибина залягання рівня води горизонту від 2,2 до 10,7 м. Абсолютні відмітки рівнів підземних вод заплав – від 90 до 130 м.

Живлення горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, притоку з боку корінного берега і надзаплавних терас, і поверхневих вод у повеневий період. Дренується горизонт річками та осушувальними системами (Шаріков, 2020).

**Водоносний горизонт в алювіальних відкладах верхнього неоплейстоцену (аР<sub>III</sub>)** поширений в долинах рр. Дніпра, Десни, Ірпеня, Сіверки, Либіді. Найбільші площі верхньонеоплейстоценові надзаплавні тераси займають на лівобережжі.

Підземні води приурочені до дрібно- та середньозернистих пісків з прошарками суглинків, торфу у верхній частині, і середньо-різкозернистих пісків подекуди із галькою осадових та кристалічних порід – у нижній частині розрізу. Потужність відкладів в долині р. Дніпро змінюється в широких межах – від 30 до 60 м, в долинах його приток – від 12 до 26 м.

На лівобережжі в пониженнях рельєфу на товщі алювіальних відкладів залягає водоносний горизонт у болотних, озерно-болотних відкладах голоцену потужністю 0,1-6,0 м, який не має практичного значення.

Водоносні відклади залягають, в основному, на водотривких київських мергелях, а в місцях їхнього розмиву у долині Дніпра – на обводнених пісках канівської та бучацької серій. Води безнапірні, тільки на окремих ділянках, за наявності в покрівлі горизонту суглинистих різновидів утворюється місцевий напір

до 10 м. Глибина залягання водоносного горизонту, залежно від рельєфу місцевості, складає від 0,2-0,6 м до 14,5 м. Абсолютні позначки рівня води 97-126 м на лівому березі р. Дніпро і 150-170 м на правобережжі.

Дебіт криниць, які експлуатують верхню частину горизонту, складають від 0,9 до 25,9 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 0,5-1,0 м. Дебіт свердловин, облаштованих на нижню, більш водозбагачену частину, в залежності від літологічного складу водовмісних порід змінюється від 26 до 224,6 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 7,8-15,3 м. Питомий дебіт криниць складає 0,86-12,9 м<sup>3</sup>/д, свердловин – 43,2-95,0 м<sup>3</sup>/д. Коефіцієнт фільтрації водовмісних пісків 1,4-10 м/д.

Живиться горизонт атмосферними опадами, а на ділянках розмиву нижнього водотриву (в долині р. Дніпро) – водами еоценового горизонту, що залягає нижче. Дренується річками. Режим залежить від метеорологічних чинників, середньорічні коливання рівня становлять 1,6-3,0 м (Шаріков, 2020).

**Водоносний горизонт у водно-льодовикових, льодовикових та озерно-льодовикових відкладах середнього неоплейстоцену (f, g, IgP<sub>II</sub>)** є першим від поверхні та поширений на правобережжі р. Дніпро в межах рівнини Київського Полісся і Лесової області на вододільних просторах та їх схилах.

Водовмісні відклади представлені товщею надморенних і підморенних водно-льодовикових, озерно-льодовикових пісків і супісків, моренних суглинків, яка перекрита елювіальними, елювіально-делювіальними і еолово-делювіальними суглинками або лесами. Залягає вона на нижньонеоплейстоценових або еоплейстоценових глинистих відкладах і міоцен-пліоценових червоно-бурих глинах, а подекуди в долинах річок – на більш древніх відкладах. Потужність обводнених відкладів складає 10-20 м. Рівні води встановлюються на глибинах від 2,3 до 25,0 м. Абсолютні відмітки рівня води 122-199 м.

Зважаючи на неоднорідний літологічний склад водовмісних порід їхні фільтраційні властивості різняться. Коефіцієнт фільтрації для суглинків складає до

0,9 м/д, а для водно-льодовикових пісків – до 5 м/д. Дебіт криниць, що експлуатують даний горизонт, складає 0,9-25,9 м<sup>3</sup>/д, свердловин – 138-432 м<sup>3</sup>/д при зниженні рівня на 2-5 м.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, дренажу здійснюється річково-балковою мережею. Режим водоносного горизонту зазнає впливу метеорологічних чинників. Коливання рівнів упродовж року і складають 0,2-1,2 м (Шаріков, 2020).

**Водоносний горизонт у відкладах межигірської, берекської та новопетрівської світ олігоцен-міоцену ( $P_3m\check{z}-br+N_1np$ )** поширений лише на вододілі річок Дніпро-Ірпінь. В долинах рік і в глибоко врізаних балках відклади олігоцен-міоцену розмиті. На окремих ділянках схилів крутого правого берега водовмісні відклади виходять на поверхню, хоча масштаб карти не дозволяє відобразити такі ділянки.

Глибина залягання горизонту на найвищих ділянках вододілів до 60 м, а потужність товщі водовмісних порід горизонту від кількох метрів на схилах долин до 57 м на вододілах.

Водовмісні породи горизонту представлені, переважно, дрібнозернистими пісками з проверстками пісковиків і глин та лінзами бурого вугілля. Перекритий горизонт на вододільних ділянках товщею строкатих і червоно-бурих глин неогену або четвертинними відкладами, підстилається глинами, мергелями, алевритами київської та обухівської світ еоцену. Водоносний горизонт напірно-безнапірний, напір досягає 20 м. На схилах долин, поблизу районів розвантаження, горизонт безнапірний.

Водовмісні породи характеризуються незначною водовіддачею. Дебіти свердловин у більшості випадків не перевищують 86,4-172,8 м<sup>3</sup>/д при питомих дебітах 8,64-69,1 м<sup>3</sup>/д.

Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів у місцях розмиву товщі строкатих і бурих глин. Дренується горизонт долинами рік і балок.

Річна амплітуда його коливань становить 1,3-2,8 м і обумовлюється кількістю опадів (Шаріков, 2020).

**Водоносний горизонт у відкладах канівської і бучацької серій еоцену ( $P_2kn+b\check{c}$ )** на території м. Києва поширений повсюдно, окрім незначної ділянки в долині Дніпра. Водоносні породи являють собою досить однорідну піщану товщу з переважанням різнозернистих пісків з лінзами пісковиків, які в нижній частині розрізу заміщуються алевритами з прошарками глин. Сумарна потужність товщі змінюється від 30 до 48 м і в середньому складає 40-42 м. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту змінюється від 20-25 до 80 м.

В підшві еоценових пісків залягають глини нижньої частини розрізу порід канівської серії та крейдово-мергельна товща верхньої крейди, потужність якої збільшується з заходу на схід від 3-5 м до 40-55 м. В південній частині території, де крейдово-мергельна товща відсутня, еоценовий водоносний горизонт залягає на водовмісних нижньо-верхньокрейдових відкладах.

Перекривається водоносний горизонт товщею мергелів київської та обухівської світ еоцену потужністю 25-30 м, в долинах річок Ірпінь, Либідь потужність їх складає 3-8 м. В місцях повного розмиву мергельної товщі в долині р. Дніпро, де бучацькі відклади перекриваються водоносними піщаними алювіальними відкладами, утворюється єдиний еоцен-четвертинний водоносний горизонт.

Фільтраційні властивості водовмісних порід різняться. Найкращими фільтраційними та колекторськими властивостями відзначаються піски бучацької серії. Піщано-глинисті відклади канівської серії, що відрізняються низькими фільтраційними властивостями, в складі водоносної товщі мають підпорядковане значення. Середнє значення коефіцієнта фільтрації горизонту складає 4 м/д. Значення водопровідності коливається від 100 до 140 м<sup>2</sup>/д.

Водоносний горизонт в непорушеному стані характеризується незначним напором, величина якого складає 5-8 м. Глибина залягання п'езометричних рівнів

коливається в межах 45-80 м. В центральній частини Києва у водоносному горизонті еоценових відкладів, що в межах міста практично не експлуатується, утворилася депресійна воронка з максимальним зниженням у центрі 15 м. Цей факт насамперед свідчить про неоднорідні фільтраційні властивості верхньокрейдового водотриву, через який відбуваються перетоки води з еоценового горизонту у сеноман-келовейський водоносний комплекс, що залягає нижче.

Дебіти свердловин, пробурених на водоносний горизонт еоценових відкладів в середньому складають 172,8-345,6 м<sup>3</sup>/д, питомі дебіти – 43,2 до 129,6 м<sup>3</sup>/д.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і поверхневих вод у місцях розмиву водотривких мергелів і глин київської та обухівської світ еоцену. Дренується горизонт в долинах рік. Режим водоносного горизонту визначається метеорологічними, гідрологічними і техногенними факторами. В районі р. Дніпро спостерігається сезонність коливання рівнів води з найбільшим підйомом у повеневий період. Амплітуда коливань змінюється від 0,5 до 5,0 м, зменшуючись у напрямку вододілів. Водоносний горизонт еоценових відкладів використовується за допомогою свердловин дрібними водокористувачами (Шаріков, 2020).

***Водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої і верхньої юри та загорівської, журавинської, бурімської світ нижньої і верхньої крейди (сеноман-келовейський водоносний комплекс (J<sub>2-3</sub>+K<sub>1-2</sub> k-s) в межах м. Києва поширений повсюдно. Водовмісні породи представлені різними в стратиграфічному та літолого-фаціальному відношенні відкладами.***

Верхня їхня частина утворена породами загорівської, журавинської та бурімської світ нижньої та верхньої крейди, нижня – породами іваницької світи середньої і верхньої юри.

Верхня частина водоносних відкладів за літологічним та гранулометричним складом неоднорідна. Піски в покрівлі дрібно- та тонкозернисті, до подошви – середньо- та крупнозернисті, місцями гравелісті, із стяжіннями кременів, лінзами пісковиків, часто зкременілих, із прошарками глин та алевритів. Потужність водовмісних порід верхньої товщі комплексу змінюється від 5-20 до 26-30 м, глибина залягання від 60 до 150 м. Зважаючи на неоднорідний склад водовмісних порід, коефіцієнти фільтрації за даними відкачок із свердловин змінюються від 0,5 до 15,0 м/д. Величина водопровідності коливається від 10-15 до 200 м<sup>2</sup>/д та більше. Дебіти свердловин змінюються в межах 138,25-406,1 м<sup>3</sup>/д, питомі дебіти – 3,5-43,2 м<sup>3</sup>/д.

Нижня частина водовмісних відкладів представлена «гезовою» товщею зкременілих алевритів, алевролітів, вапняків, пісковиків, мергелів іваницької світи середньої та верхньої юри. Потужність її сягає 10-41 м. Фільтраційні властивості «гезової» товщі залежать від тріщинуватості та кавернозності колекторів, а також від ступеня глинистості матеріалу, що їх заповнює. Загалом ці відклади характеризуються високими фільтраційними властивостями. Водопровідність їхня коливається в межах 50-700 м<sup>2</sup>/д. Дебіти свердловин змінюються від 432-3456 м<sup>3</sup>/д, переважають 1 296- 2 160 м<sup>3</sup>/д. Питомі дебіти складають 8,6-691,2 м<sup>3</sup>/д.

Залягають водовмісні породи водоносного комплексу на алеврито-глинистих відкладах ічнянської світи, яка підстилається глинами ніжинської та підлужної світ середньої юри, утворюючи разом єдину регіональну середньоюрську водотривку товщу, потужність якої змінюється від 6 до 120 м.

Перекриваються сеноман-келовейські відклади водотривкою мергельно-крейдяною товщею верхньої крейди. Коефіцієнт фільтрації дорівнює  $3,5 \cdot 10^{-3}$  –  $5,8 \cdot 10^{-5}$  м/д. Під час проведення робіт з оцінки експлуатаційних запасів підземних вод для Києва встановлено, що в мергельно-крейдяній товщі існують ослаблені тектонічними рухами зони з підвищеними фільтраційними властивостями, що створює сприятливі передумови для гідравлічного взаємозв'язку між

водовмісними породами сеноман-келовею та еоцену. Про наявність перетікання підземних вод через мергельно-крейдяну товщу свідчить депресійна воронка в еоценовому горизонті, який в Києві не експлуатується (правобережна частина Київського родовища).

Водоносний комплекс напірний. Величина напору над покрівлею складає 38-120 м. Рівні води у свердловинах встановлюються на глибинах від 4 до 90 м. На окремих правобережних водозаборах м. Києва за період експлуатації п'єзометричні рівні знизилися до 10-15 м.

Живлення переважно відбувається за рахунок перетікання із суміжних водоносних горизонтів, що залягають вище за розрізом, незважаючи на наявність відносно водотривкої мергельно-крейдяної товщі в покрівлі. Дренаж відбувається в долинах рр. Дніпра, Десни, Ірпеня. В умовах, порушених експлуатацією, комплекс розвантажується в межах водозаборів. Режим водоносного комплексу тісно пов'язаний з величиною водовідбору та з сезонними кліматичними факторами.

Експлуатація сеноман-келовейського водоносного комплексу для водопостачання м. Києва розпочалася наприкінці XIX століття і триває до теперішнього часу. Внаслідок інтенсивної експлуатації підземних вод комплексу в районі м. Києва, на правому і лівому березі р. Дніпро утворилися дві депресійні воронки радіусом від 3-5 до 10-15 км із зниженням п'єзометричного рівня у їх центрі на 10-20 м (Шаріков, 2020).

**Водоносний горизонт у відкладах орельської світи байоського ярусу середньої юри (J<sub>2or</sub>) (байоський водоносний горизонт).** На лівобережжі водоносний горизонт поширений повсюдно, на правобережжі водонасичені породи орельської світи виповнюють западини у рельєфі доюрської поверхні. Горизонт залягає на породах кристалічного фундаменту і відкладах нижнього тріасу, а перекривається потужною, до 80 м, водотривкою товщею глинистих відкладів батського та келовейського ярусів. У межах досліджуваної території водоносний горизонт відсутній лише в місцях розмиву водовмісних відкладів.

Континентальні відклади орельської світи середньої юри характеризуються ритмічним перешаруванням піщаних і глинистих відкладів, через що свердловинами розкриваються від 2 до 5 водоносних шарів, розділених невитриманими за потужністю та за простяганням слабопроникними прошарками.

Водовмісні породи представлені пісками дрібнозернистими, частіше середньозернистими, крупнозернистими до гравелистих, що чергуються з прошарками та лінзами глин. Загальна потужність піщаних відкладів орельської світи змінюється від 8 до 43 м, збільшуючись у східному напрямку. Водопровідність порід, в залежності від їх потужності, складає 120-500 м<sup>2</sup>/д.

У подошві середньоюрських пісків залягає глиниста товща сребрянської світи нижнього тріасу потужністю 50-60 м, піщані відклади дронівської та сребрянської світи нижнього тріасу або кристалічні породи. В покрівлі водоносного горизонту залягає літологічно однорідна товща середньоюрських глин потужністю 60-120 м. Подекуди, в тектонічних зонах, їхні екрануючі властивості порушені, що підтверджується даними обробки термометрії по ділянці «Виноградар», які засвідчують наявність низхідної фільтрації із сеноман-келовейського водоносного комплексу через водотривку товщу.

Глибина залягання водоносного горизонту середньоюрських відкладів змінюється від 180 м на заході до 350 м на сході району, величина напору – від 154 до 287 м.

П'єзометричні рівні встановлюються на абсолютних відмітках 52-93 м. У центрі воронки депресії (центральна частина м. Києва) абсолютні відмітки залягання п'єзометричного рівня складають 18-20 м.

В м. Києві водоносний горизонт середньоюрських відкладів тривалий час інтенсивно експлуатується. Дебіти водозабірних свердловин складають 475,2-2592 м<sup>3</sup>/д при питомих дебітах 77,8-259,2 м<sup>3</sup>/д.

Живлення горизонту відбувається за рахунок перетікання із суміжних водоносних горизонтів. На правобережжі байоські відклади залягають на

водоносних піщано-глинистих утвореннях нижнього тріасу або на водоносних тріщинуватих кристалічних породах докембрійського фундаменту, утворюючи з ними спільну водонапірну систему. Рух підземних вод направлений з північного сходу і з заходу до долини р. Дніпро, де відбувається їхнє розвантаження шляхом перетікання у водоносні горизонти, що залягають вище за розрізом. Режим водоносного горизонту орельської світи суттєво порушений в умовах його інтенсивної експлуатації, особливо в районі м. Києва. З цієї причини тут виникла депресійна воронка значних розмірів, радіус якої сягає 60 км, а загальне зниження п'єзометричного рівня поверхні в її центральній частині складає 100-110 м.

Водоносний горизонт у відкладах орельської світи середньої юри байоського ярусу широко використовується для водопостачання м. Києва і розливу мінеральних природних столових вод (*Шаріков, 2020*).

***Водоносний горизонт у відкладах дронівської і сребрянської світ нижнього тріасу ( $T_{1dr+sr}$ )*** широко розповсюджений в межах району, відсутній лише в західній та південно-західній частині території, яка прилягає до схилів Українського щита.

Водовмісні породи представлені пісками з прошарками пісковиків, глин, конгломератів. Піски тонко-дрібнозернисті, місцями різнозернисті. Потужність їх збільшується з заходу на схід від 5 до 50-70 м. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту змінюється від 300 до 380 м.

Фільтраційні характеристики горизонту порівняно низькі, що обумовлено переважанням в розрізі водовмісних порід тонко- та дрібнозернистих фракцій. Залягають водовмісні породи нижньотріасового водоносного горизонту на кристалічному фундаменті чи слабопроникних одновікових глинах, алевролітах, пісковиках.

У покрівлі горизонту залягають обводнені піски середньоюрського віку і правобережна частина району) та глинисті нижньотріасові відклади.

Горизонт високонапірний, величина напору за нечисленними даними складає 150-250 м. Дебіти свердловин змінюються 21,6-43,2 м<sup>3</sup>/д при зниженнях 23,0-46,6 м.

Живлення горизонту здійснюється в зонах тектонічних порушень за рахунок перетікання вод із горизонтів, що залягають вище (Шаріков, 2020).

**Водонесний горизонт у зоні тріщинуватості кристалічних порід архей-протерозою (AR+PR)** приурочений до тріщинуватих гранітів, гнейсів, діоритів, гранодіоритів.

В районі м. Києва кристалічні породи фундаменту залягають на глибині 180-400 м, занурюючись у бік ДДЗ.

Водозбагаченість горизонту залежить від інтенсивності тріщинуватості. Найбільшою водоносністю характеризується верхня частина кристалічних порід, поширена до глибини 80-100 м. Питомі дебіти окремих свердловин складають соті, рідше десяті частки дм<sup>3</sup>/с.

Горизонт тріщинних вод гідравлічно пов'язаний з гідрогеологічними підрозділами в осадових відкладах, що залягають вище за розрізом. Розвантаження здійснюється в областях висхідного руху в зонах розломів у водоносні горизонти, які залягають вище (Шаріков, 2020).

## РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКУ ҐРУНТОВИХ ВОД

### 2.1. Геологічна вивченість досліджуваної ділянки

На об'єкті в 2003 році проведено інженерно-геологічні вишукування ГП КИИЗИ «ЭНЕРГОПРОЕКТ», «Отчет об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства гостиничного комплекса по ул. Гончара, 69 в г. Киеве».

В 2011 році ТОВ «Основа» проведено інженерно-геологічні вишукування на об'єкті: «Будівництво готельного комплексу по вул. Гончара, 69 в Шевченківському районі м. Києва» (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

В 2014 році співробітниками ТОВ «ІНТРО СОЮЗ» виконано додаткові інженерно-геологічні вишукування на майданчику будівництва. Ціллю вишукувань є отримання даних для оцінки впливу будівництва комплексу на гідрогеологічні умови майданчику, підтвердження та уточнення інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов ділянки проектного будівництва. В геологічній будові майданчику розвіданої до глибини 30,0 м приймають участь четвертинні відклади алювіально-делювіального генезису, представлені супісками, пісками та суглинками, які залягають на суглинках (наглинках) на спондилових глинах (київський мергель) київського ярусу палеогену. З поверхні вони перекриті техногенними насипними ґрунтами. В межах ділянки по матеріалам вишукувань 2003р. та 2011р. виділено 9 інженерно-геологічних елемента (ІГЕ), що підтверджується додатковими вишукуваннями (ТОВ «ІНТРО СОЮЗ», 2014).

Підземні води на майданчику, на дату заміру 16 жовтня 2014р., зафіксовані в четвертинних супісках, пісках та суглинках на глибині 2,29...7,86 м від рівня поверхні землі, що відповідає абсолютним відміткам 128,01...130,25 м. Води ґрунтові, безнапірні. Режим водоносного горизонту техногенно-природний, непостійний, змінюється по сезонах року, залежить від інтенсивності процесу інфільтрації та випаровування, а також об'єму витоків з водонесучих комунікацій (ТОВ «ІНТРО СОЮЗ», 2014).

При вишукуваннях 2003 та 2011 р.р. рівень ґрунтових вод був зафіксований на глибині 1,8-7,5 м від рівня поверхні землі (абсолютні відмітки 129,6-130,9 м). З приведених даних РГВ з 2003 р. по 2014 р. змінюється в межах сезонного коливання, майданчик вишукувань підтоплений в природних умовах і подальшого техногенного підвищення рівня ґрунтової води не відбувається (ТОВ «ІНТРО СОЮЗ», 2014).

## 2.2. Геологічні та гідрогеологічні умови ділянки досліджень

В геологічній будові території досліджень на розвідану глибину до 30,0 м приймають участь сучасні техногенні відклади, і алювіальна-делювіальні відклади, які залягають на корінних ґрунтах товщі київської світи еоцена. Еоценові відклади київської світи (P<sub>2</sub>kv), представлені безкарбонатними суглинками, глинами («наглинок») та карбонатними суглинками та глинами («київський мергель»).

Літологічна алювіально-делювіальна товща представлена супісками, пісками та суглинками, що підстелені товщею глин та суглинків київської світи (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

Гідрогеологічні умови ділянки на розвідану глибину характеризуються наявністю одного водоносного горизонту. Безнапірний водоносний горизонт поширений у четвертинних відкладах. Рівень вільної поверхні підземних вод залягає в межах досліджуваної ділянки на абсолютних відмітках 129,6-130,9 м, що відповідають глибинам 1,8-7,5м від денної поверхні. Територія підтоплена згідно Пособие к СНиП 2.02.01-83, пункт 2.103 (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

Живлення підземних вод відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та витоків з водогінних комунікацій (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

За даними лабораторних досліджень які проводились в стаціонарній акредитованій геотехнічній лабораторії СП «Основа-Солсиф» підземні води за хімічним складом, слабоагресивні по вмісту агресивної вуглекислоти до конструкцій з бетону марки W<sub>4</sub>, до цементно-кладених розчинів і азбестоцементних конструкцій. До арматури залізобетонних конструкцій підземні води слабоагресивні за вмістом хлоридів при періодичному змочуванні; на металеві конструкції – середньоагресивні по водневому показнику рН і сумарній концентрації сульфатів та хлоридів. По іншим показникам неагресивні (ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011).

Сейсмічність району згідно з ДБН В.1.1-12:2006 (додаток Б), у межах якого розташована ділянка вишукувань, становить 5 балів. Ґрунти території вишукувань входять до третьої категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями (*ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011*).

### 2.3. Інженерно-геологічні умови ділянки досліджень

За даними інженерно-геологічних вишукувань на об'єкті «Будівництво готельного комплексу по вул. Гончара, 69 в Шевченківському районі м. Києва» виконаних ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань у 2011 році, при камеральній обробці результатів польових і лабораторних робіт у межах ділянки вишукувань виділено дев'ять інженерно-геологічних елементів:

**ІГЕ-1** Насипний ґрунт – неоднорідний по літології: супісок піщанистий, іноді пісок пилюватий, з включенням до 5 % будівельного сміття у вигляді битої цегли, уламків бетону та гірських порід, твердої консистенції. Зустрічається по всій території вишукувань крім окремих свердловин потужністю 2,7 м.

**ІГЕ-2** Пісок пилюватий, сірий, темно-сірий, середньої щільності, неоднорідний за гранулометричним складом, малого ступеню водонасичення. Зустрічається в деяких свердловинах потужністю до 5,0 м.

**ІГЕ-3** Супісок пилюватий, жовтувато-сірий, твердої консистенції. Зустрічається в окремих свердловинах, потужністю до 5,7 м.

**ІГЕ-4** Пісок пилюватий, жовтувато-сірий, жовтувато-бурий, щільний та середньої щільності неоднорідний за гранулометричним складом, насичений водою. Поширений на всій території зустрічається у вигляді лінз та окремих прошарків потужністю від 0,3 до 1,2 м.

**ІГЕ-5** Супісок пилюватий, іноді піщанистий, жовтувато-сірий, зеленувато-сірий, з прошарками і лінзами піску пилюватого, пластичної та текучої консистенції. Поширений на всій території потужністю до 17,0 м. Ґрунти мають тиксотропні властивості.

**ІГЕ-6** Суглинок легкий пилюватий та важкий пилюватий, зеленувато-сірий, тугопластичної, іноді м'якопластичної консистенції. Потужністю до 6,0 м.

**ІГЕ-7** Пісок дрібний та середньої крупності з включенням гравію до 10%, жовтувато-бурий, щільний, неоднорідний за гранулометричним складом, насичений водою. Поширений на всій території потужністю до 3,0 м.

**ІГЕ-8** Суглинок важкий пилуватий, іноді глина легка пилувата, зеленувато-сірі, напівтвердої та тугопластичної консистенції. Поширений на всій території потужністю до 5,0 м.

**ІГЕ-9** Глина легка пилувата, іноді суглинок важкий пилуватий, блакитно-сірі, напівтвердої консистенції. Поширений на всій території, викритий на максимальну потужність 6,9 м.

За сукупністю геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних факторів, вказаних у додатку Ж ДБН А.2.1-1-2008, ділянка вишукувань відноситься до третьої категорії (складна) за складністю інженерно-геологічних умов (*ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011*).

Складність інженерно-геологічних умов ділянки обумовлена невитриманим заляганням у горизонтальному та вертикальному напрямках літологічних шарів різних за походженням, високим рівнем ґрунтових вод, поширення ґрунтів з особливими властивостями (*ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011*).

В даний час спостерігаються тріщини в сусідньому будинку по вул. О. Гончара, 67, які ймовірно викликані будівництвом котловану та пальового поля. Тріщини вказують на неоднорідне просідання фундаментів існуючого будинку № 67 по вул. Гончара, основою яких служать ґрунти ІГЕ 5, які мають тиксотропні властивості.

При проведенні заходів по ліквідації негативних наслідків будівництва та робіт по підсиленню фундаментів, слід враховувати тиксотропність ґрунтів ІГЕ 5 та високий рівень ґрунтових вод (*ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011*).

## 2.4. Методика гідрогеологічного моделювання

Гідрогеологічні математичні детерміновані моделі базуються на використанні складної фізичної теорії. Геофільтраційні є найбільш розвинутими з детермінованих моделей, базуються на крайових задачах геофільтрації.

Крайова задача – це диференціальне рівняння геофільтрації (рівняння математичної фізики другого порядку, еліптичного або параболічного типів) та крайові умови до нього (граничні умови та початкові умови) (Кошляков, 2003).

Усталеними (стаціонарними) потоками підземних вод називаються такі потоки, в кожній точці яких їх гідродинамічні елементи є незмінними в часі (Кошляков, Мокієнко, 2006).

Рівняння геофільтрації в усталеному режимі фільтрації має вигляд:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial H}{\partial z} \right) = 0. \quad (2.1)$$

При побудові геофільтраційної моделі використовуються наступні стадії моделювання.

Перша стадія – стадія схематизації умов геофільтрації, визначення розрахункових параметрів та характеристик об'єкту моделювання. На цій стадії здійснюється точне математичне формулювання задачі та будується вихідна гідродинамічна схема.

Друга стадія – стадія епігнозного моделювання. Відтворення на моделі вихідної гідродинамічної обстановки та порівняння її з реальною існуючою (відомою).

Третя стадія – прогнозне моделювання. Створення прогнозної гідродинамічної схеми, яка визначається гідродинамічними умовами об'єкту, розташуванням тощо.

Четверта стадія – обробка та оформлення результатів моделювання. На цій стадії складаються звітні документи і прогнозні карти ізоліній гідродинамічних напорів, поздовжні профілі тощо (Кошляков, 2003).

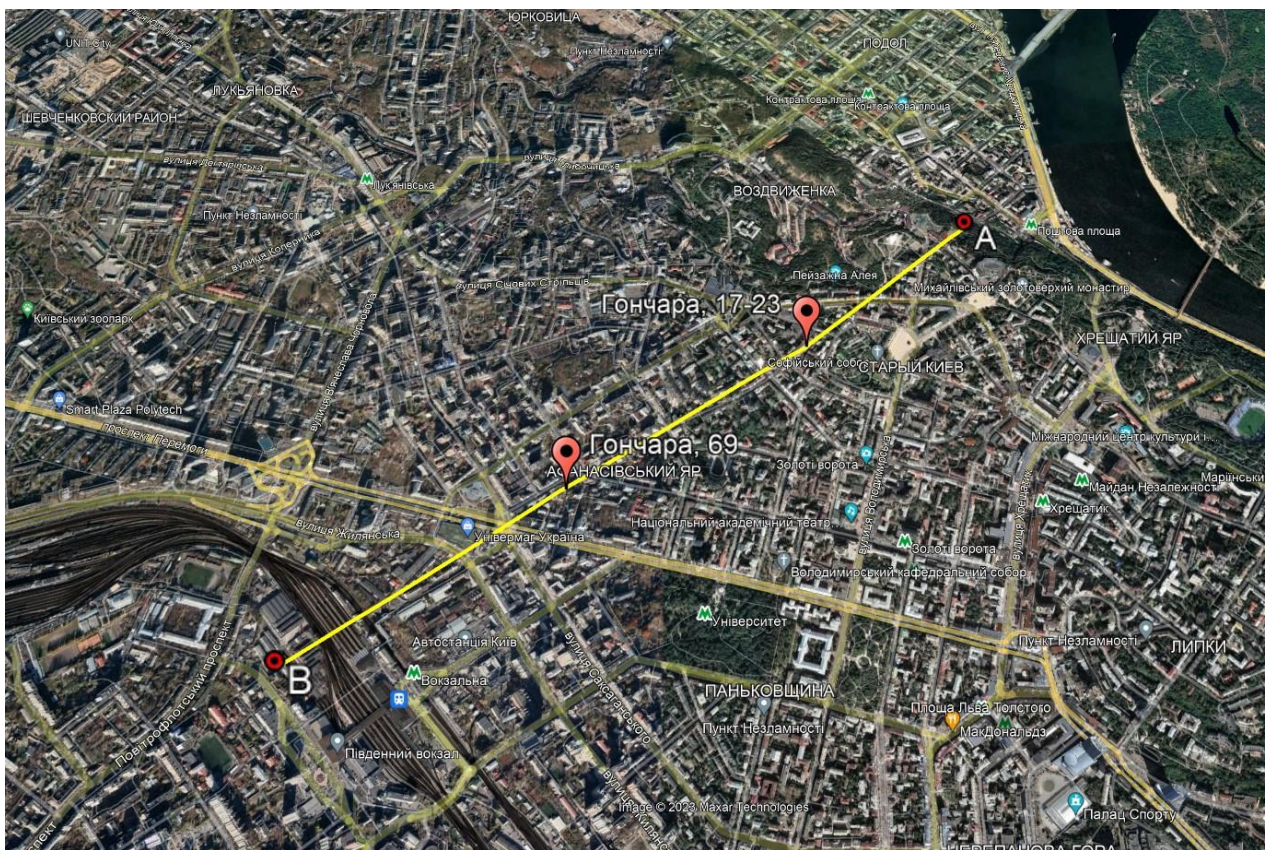
При вирішенні задачі геофільтрації розрахунки виконуються за методом кінцевих різниць.

При моделюванні геофільтраційної задачі досліджувана територія розбивається на прямокутні елементи, у межах кожної з яких значення функції (напору для геофільтраційної) і параметрів (коефіцієнта фільтрації, пористості та ін.) вважається постійним.

## 2.5. Схематизація умов геофільтрації території досліджень

Вирішення конкретної практичної геофільтраційної задачі виконано в наступному порядку:

1. Відповідно до природної гідрогеологічної ситуації в програмному забезпеченні PMWIN задана різницева сітка. Розмір сітки 4000×500 метрів, з кроком 10 метрів.
2. В програмі Google Earth Pro побудовано геоморфологічний профіль рельєфу (рис.2.2) вздовж вулиці О. Гончара по лінії А-В (рис. 2.1), встановлені абсолютні відмітки поверхні.



**Рис. 2.1 – Лінія профілю рельєфу**



**Рис. 2.2 – Профіль рельєфу**

*Зведені дані для діапазону:*

Довжина лінії профілю А-В  $\approx$  3,5 км;

Абсолютні відмітки в межах профілю: min – 125 м; max – 194 м;

Максимальний ухил: 35,0% – 50,9%;

Середній ухил: 3,4% – 4,7%.

3. Для схематизації умов геофільтрації та побудови вхідної гідродинамічної схеми усталеного потоку ґрунтових вод відповідно до інженерно-геологічних умов за літологічним складом та геофільтраційними властивостями ґрунтів виділені наступні розрахункові параметри та характеристики:

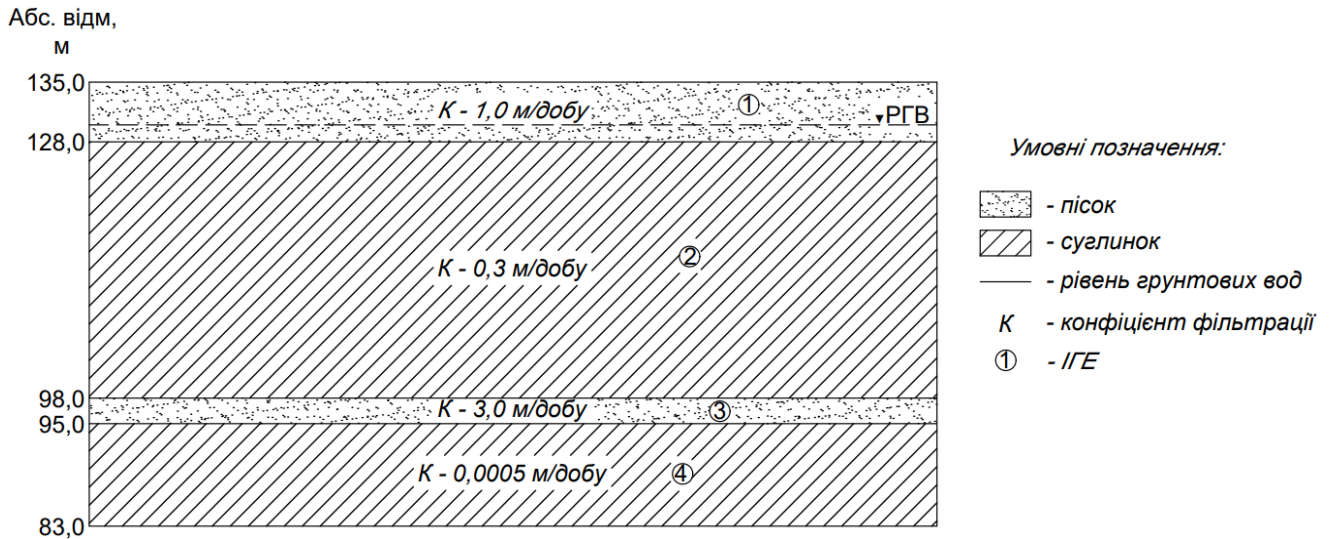
**ІГЕ – 1** Пісок пилюватий, темно-сірий, середньої щільності. Безнапірний водоносний горизонт поширений у четвертинних відкладах. Рівень вільної поверхні підземних вод залягає в межах досліджуваної ділянки на абсолютних відмітках 129,6 – 130,9 м., що відповідають глибинам 1,8 – 7,5 м. від денної поверхні. Коефіцієнт фільтрації: 1,0 м/добу.

**ІГЕ – 2** Суглинок пилюватий сірий, темно-сірий, середньої щільності; пісок пилюватий жовтуватого-сірий, жовтуватого-бурий, щільний; супісок пилюватий, жовтуватого-сірий та зеленуватого-сірий. Потужність шару: 23,9 м. Коефіцієнт фільтрації: 0,3 м/добу.

Суглинок легкий пилюватий та важкий пилюватий, зеленуватого-сірий. Потужність шару: 6,0 м.

**ІГЕ – 3** Пісок мілкий до середньої крупності з включеннями гравію до 10 %, жовтувато-бурий, щільний, насичений водою, поширений на всій території з потужністю до 3 метрів. Коефіцієнт фільтрації: 3,0 м/добу.

**ІГЕ – 4** Суглинок важкий пілуватий, глина легка пілувата. Потужність: 11,9 м. Коефіцієнт фільтрації: 0,0005 м/добу. Є водотривом.

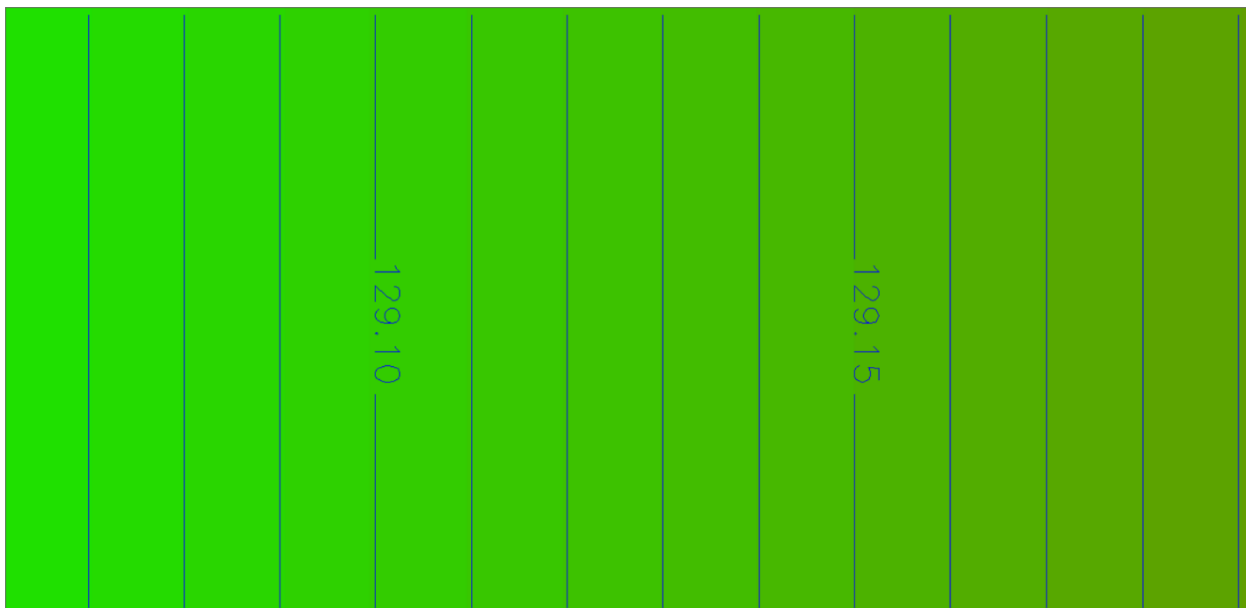


**Рис. 2.3 – Схематичний геофільтраційний розріз**

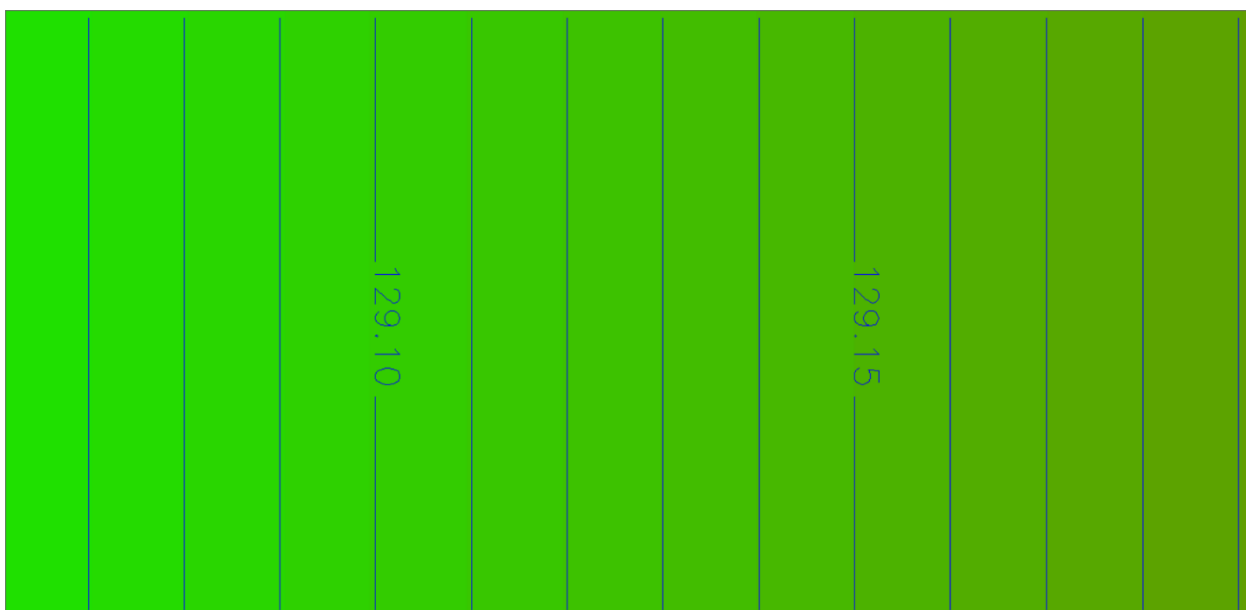
4. Задані граничні умови I роду – межі з фіксованим значенням рівня підземних вод та граничні умови II роду (непроникна межа, витратити дорівнюють 0), забезпечується віддаленість меж.

### 2.5.1. Вхідна гідродинамічна схема усталеного потоку

За вхідними даними побудовані схеми усталеного потоку ґрунтових вод:



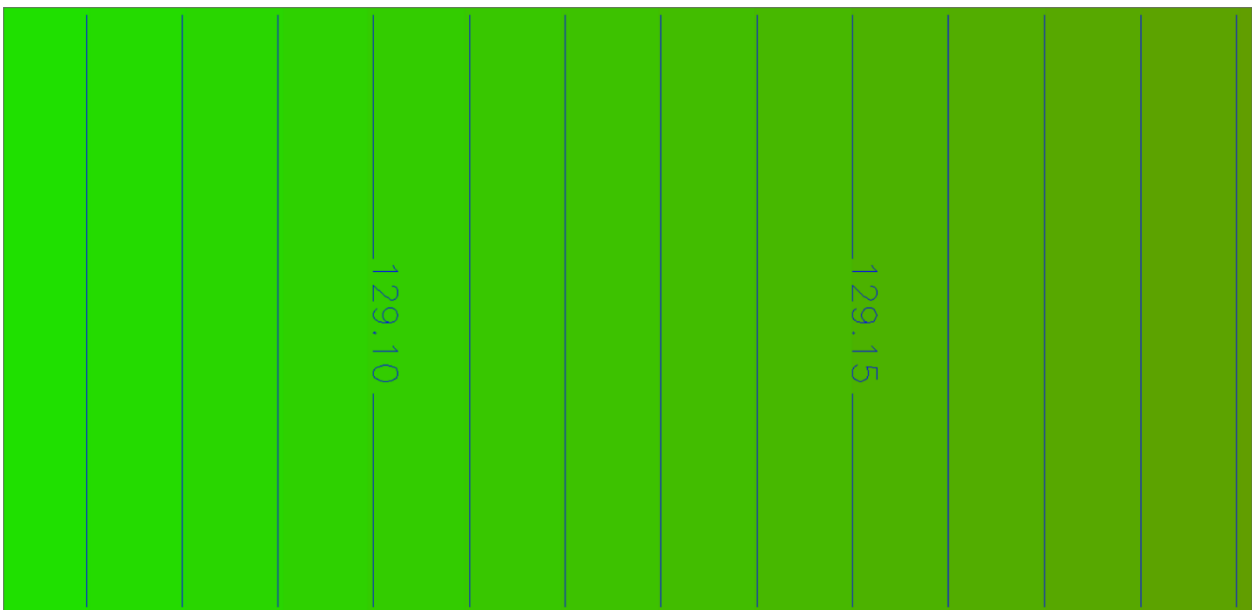
**Рис. 2.4 – Схема усталеного потоку ґрунтових вод ІГЕ-1**



**Рис. 2.5 – Схема усталеного потоку ґрунтових вод ІГЕ-2**



**Рис. 2.6 – Схема усталеного потоку ґрунтових вод ІГЕ-3**



**Рис. 2.7 – Схема усталеного потоку ґрунтових вод ІГЕ-4**

Глибини та рівень ґрунтових вод, які отримані є нижчими, ніж фіксуються на об'єкті за даними попередніх вишукувань та досліджень. Для того, щоб відтворити природні існуючі умови, необхідно врахувати інфільтраційне живлення.

## 2.6. Визначення природного рівня ґрунтових вод на території досліджень

З метою отримання достовірної математичної моделі усталеного потоку ґрунтових вод у природних умовах та визначення природного рівня ґрунтових вод на території досліджень здійснено корегування вхідної гідродинамічної схеми та розв'язана обернена задача геофільтрації.

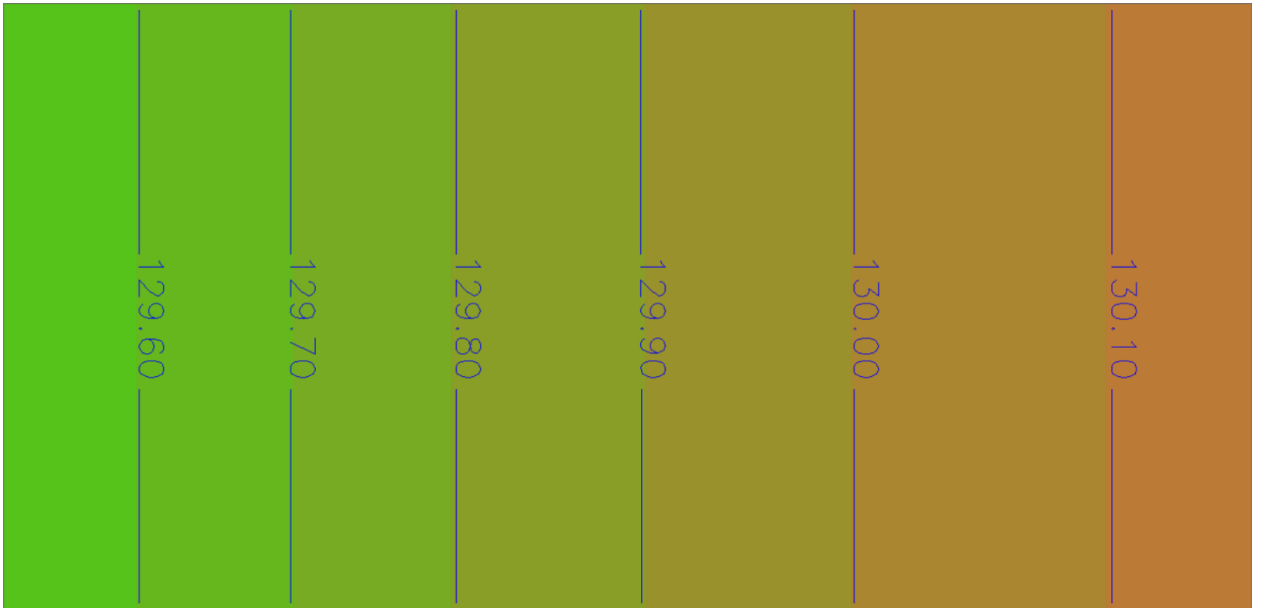
На даному етапі враховане інфільтраційне живлення за площею. Інфільтраційне живлення поділяється на природне (атмосферні опади) та техногенне (витоки з підземних комунікацій), здійснює безпосередній вплив на умови підземного потоку.

При вирішенні оберненої задачі, встановлена інтенсивність інфільтраційного живлення за площею: 0.00001 м/добу. Значення прийнято відповідно до даних (табл. 2.1) – «Орієнтовні величини природного та техногенного інфільтраційного живлення ґрунтових вод для території м. Києва (Кошляков та ін., 2012).

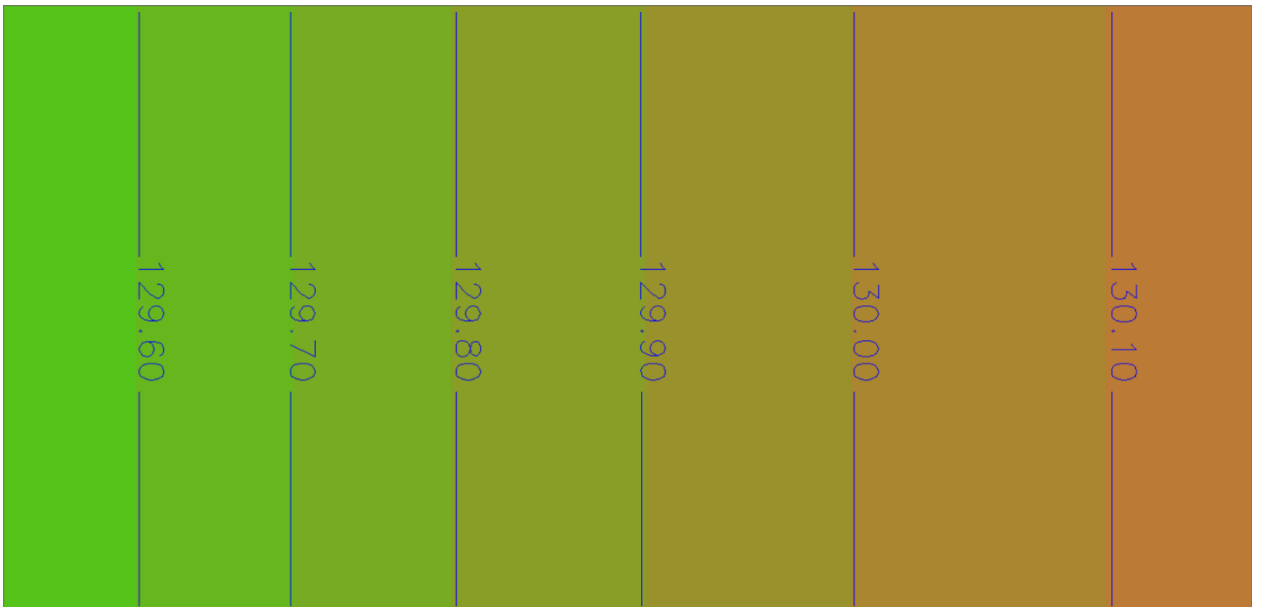
Таблиця 2.1 – Інфільтраційне живлення

Інтенсивність інфільтраційного живлення, м/добу	1950 рік	1970 рік	1980 рік	2005 рік
Природна	0,000076- 0,000268	0,000119- 0,000415	0,000089- 0,000312	0,000081- 0,000285
Техногенна	0,000019- 0,000084	0,000035- 0,000158	0,000043- 0,000199	0,000196- 0,001028
Сумарна	0,000095- 0,000352	0,000154- 0,000573	0,000132- 0,000511	0,000277- 0,001313

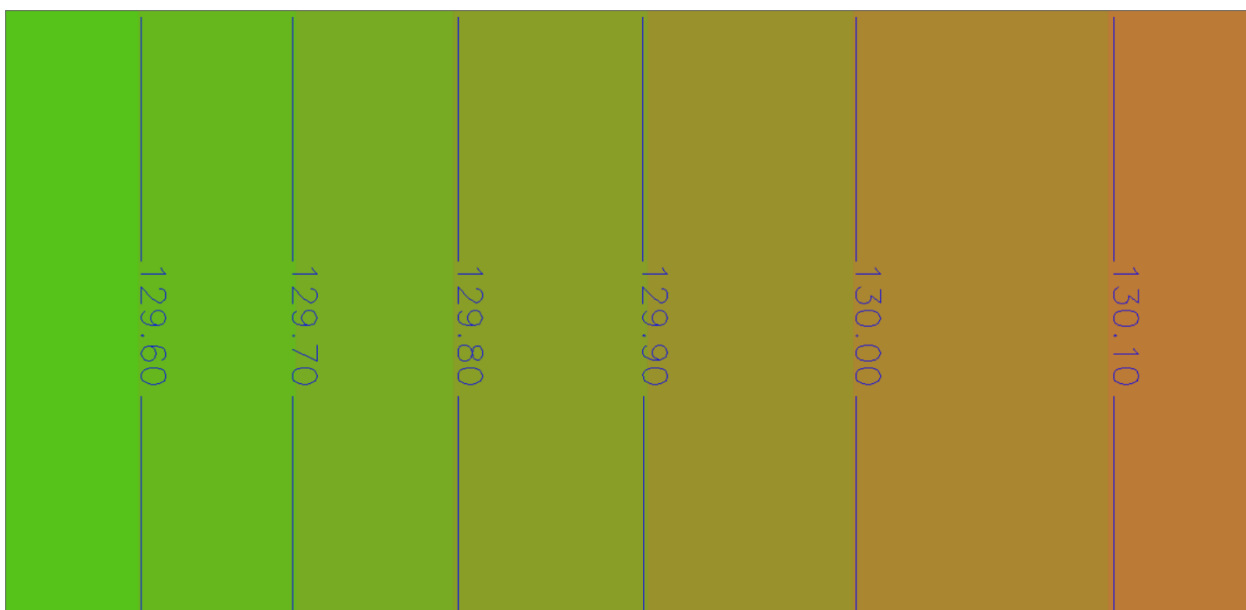
Прийняте значення пояснюється тим, що об'єкт знаходиться в центральній частині міста Києва, яка характеризується щільною забудовою, заасфальтованістю та є каналізованою, поверхневий стік зарегульований. За даними попередніх вишукувань інтенсивного техногенного витоку з комунікацій не спостерігалось.



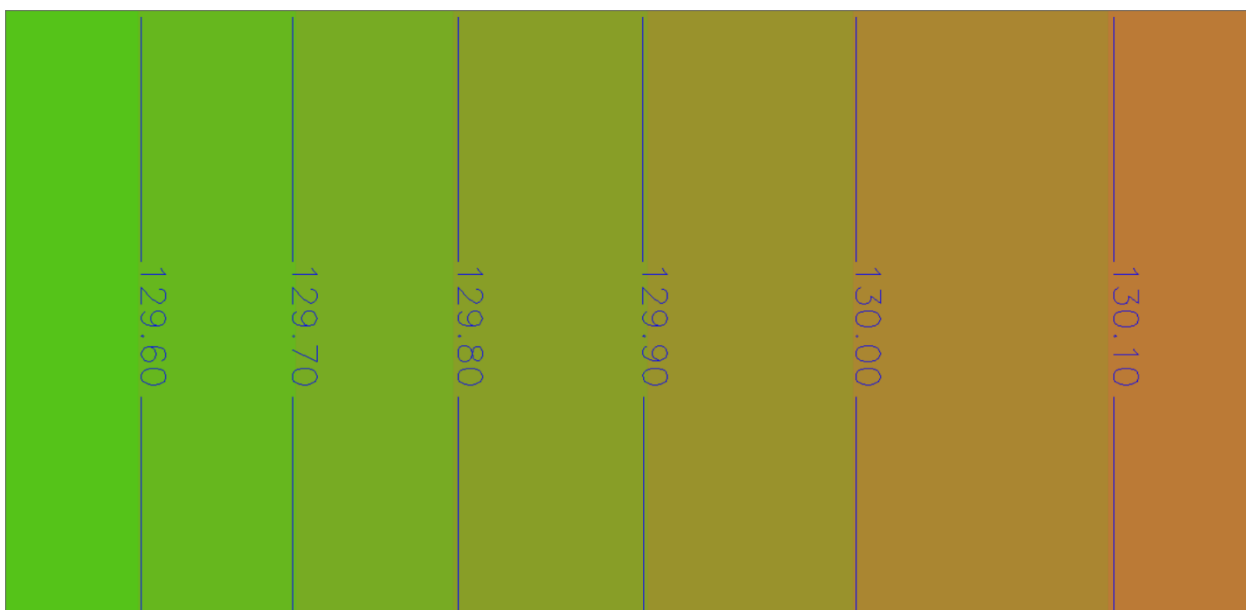
**Рис. 2.8 – Карта гідроізогіпс з урахуванням інфільтрації ІГЕ-1**



**Рис. 2.9 – Карта гідроізогіпс з урахуванням інфільтрації ІГЕ-2**



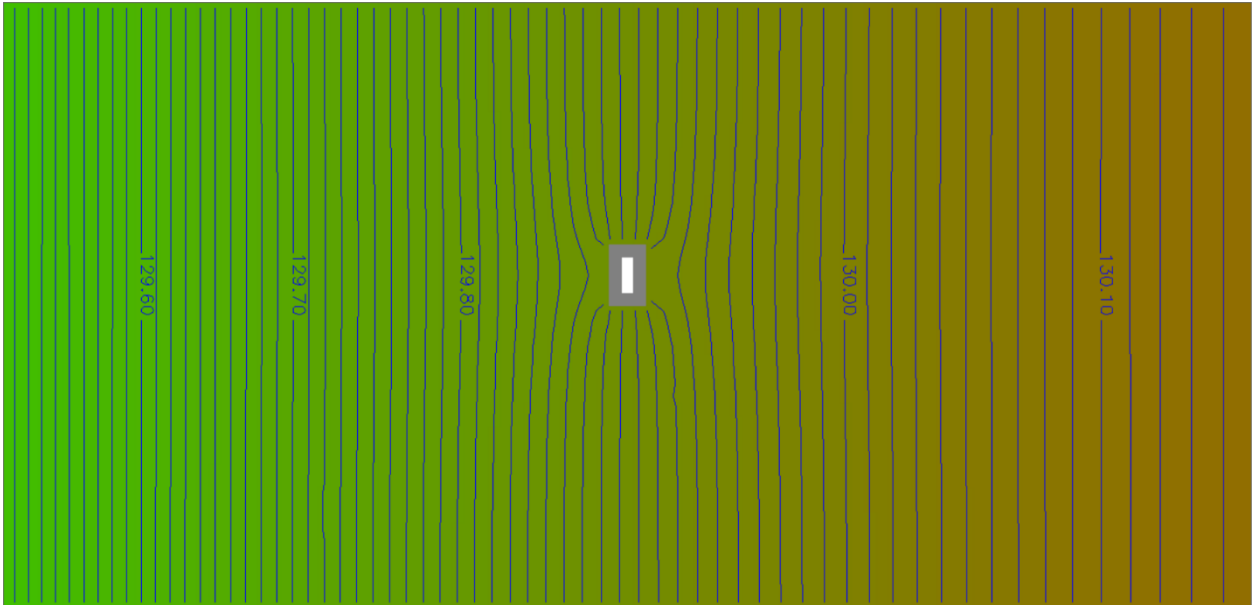
**Рис. 2.10 – Карта гідроізогіпс з урахуванням інфільтрації ІГЕ-3**



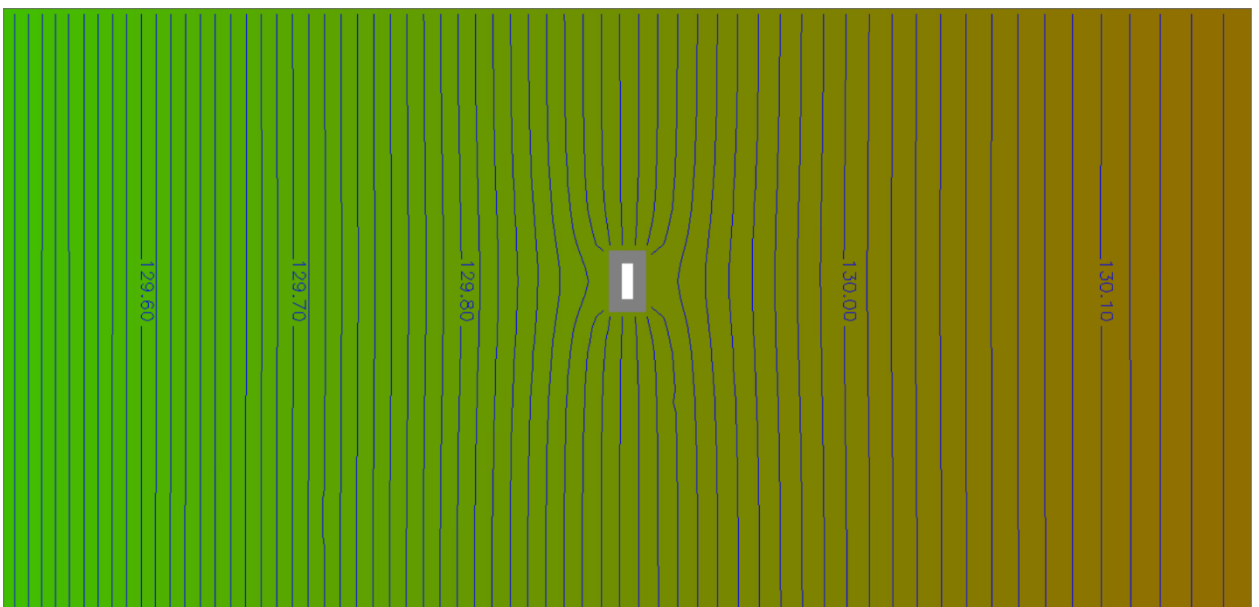
**Рис. 2.11 – Карта гідроізогіпс з урахуванням інфільтрації ІГЕ-4**

## 2.7. Визначення прогнозного рівня ґрунтових вод на території досліджень

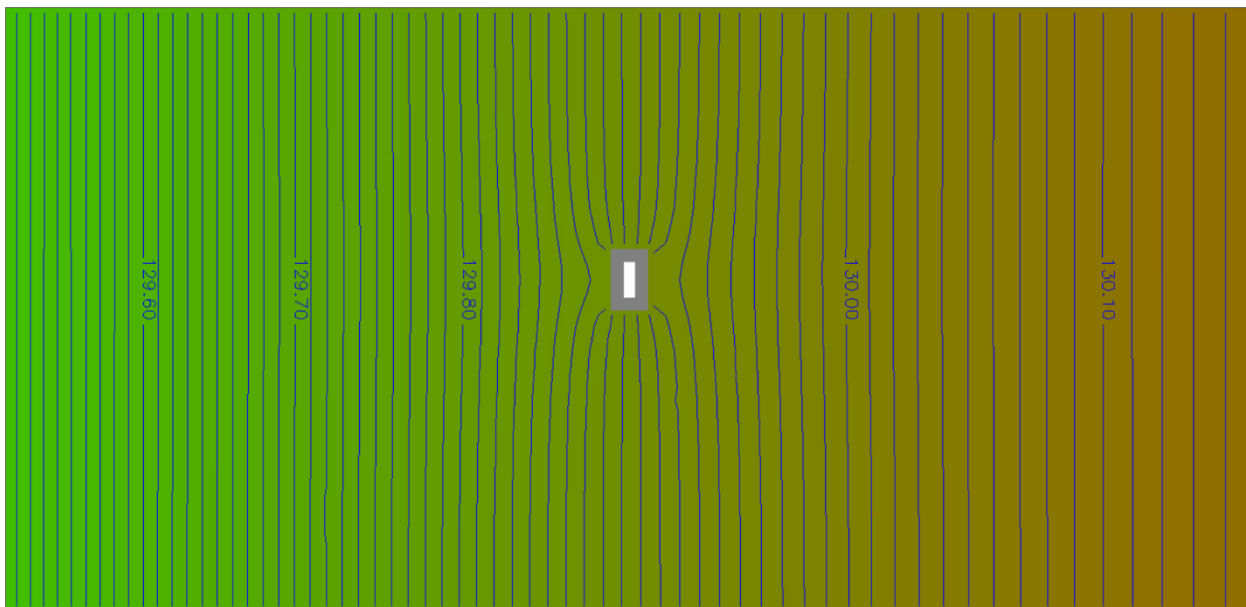
Шляхом вирішення прямої задачі геофільтрації визначений прогнозний рівень ґрунтових вод з урахуванням впливу «стіни у ґрунті». Розмір фундаменту 30×50 м.



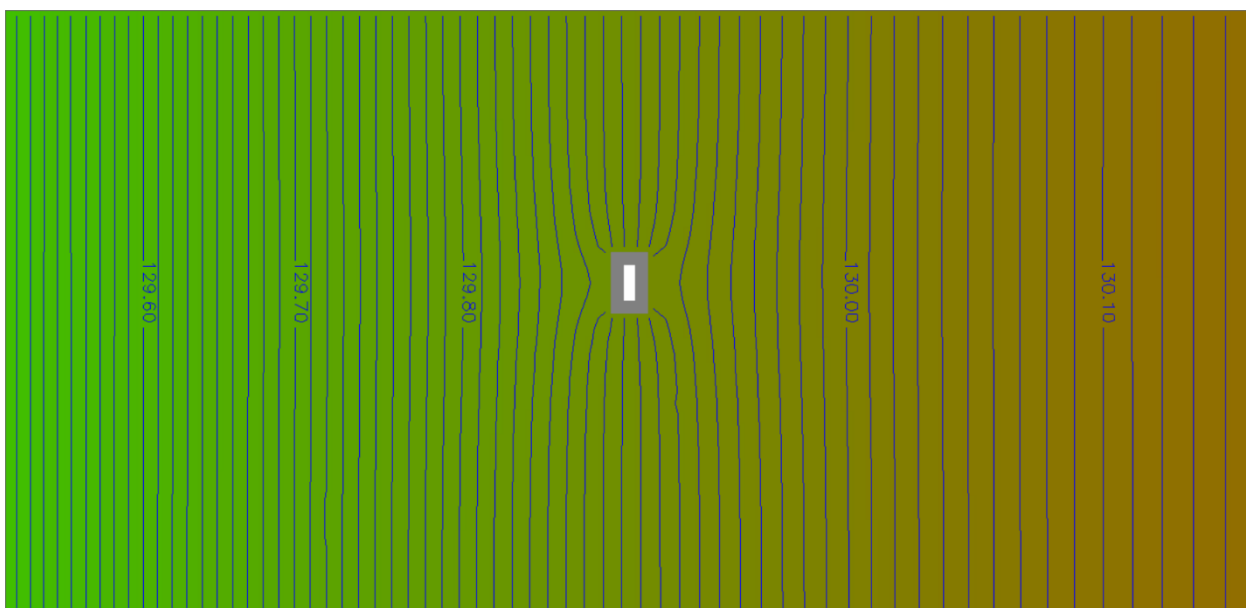
**Рис. 2.12 – Карта гідроізогіпс з урахуванням впливу «стіни в ґрунті» ІГЕ-1**



**Рис. 2.13 – Карта гідроізогіпс з урахуванням впливу «стіни в ґрунті» ІГЕ-2**



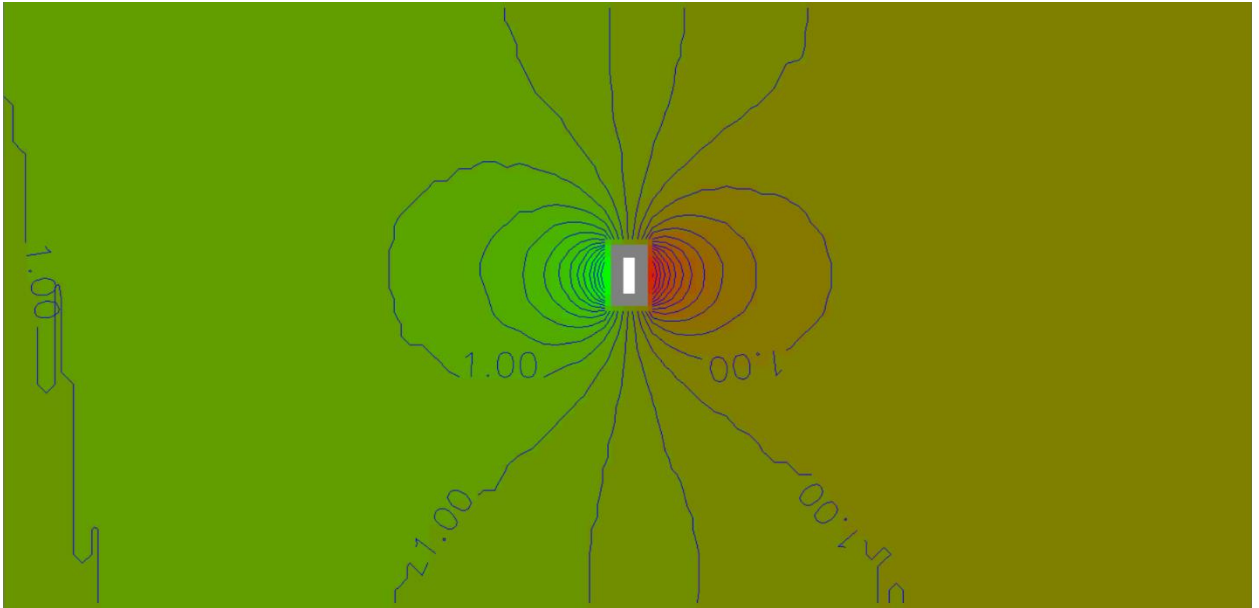
**Рис. 2.14 – Карта гідроізогіпс з урахуванням впливу «стіни в ґрунті» ІГЕ-3**



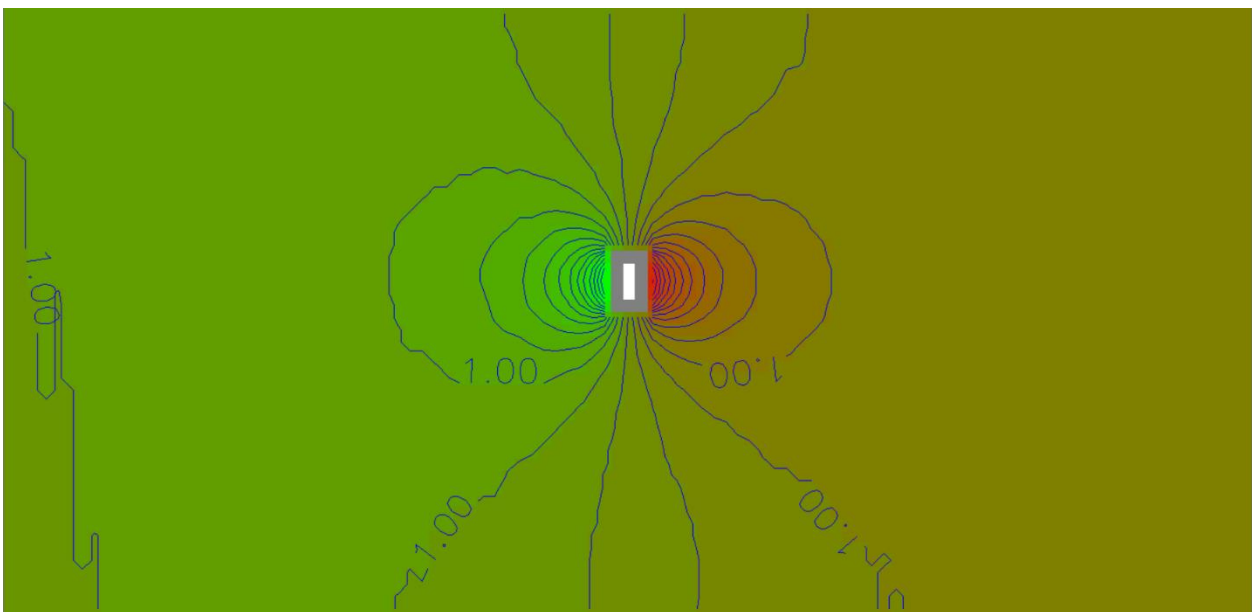
**Рис. 2.15 – Карта гідроізогіпс з урахуванням впливу «стіни в ґрунті» ІГЕ-4**

## 2.8. Порівняння природного та прогнозного рівнів ґрунтових вод

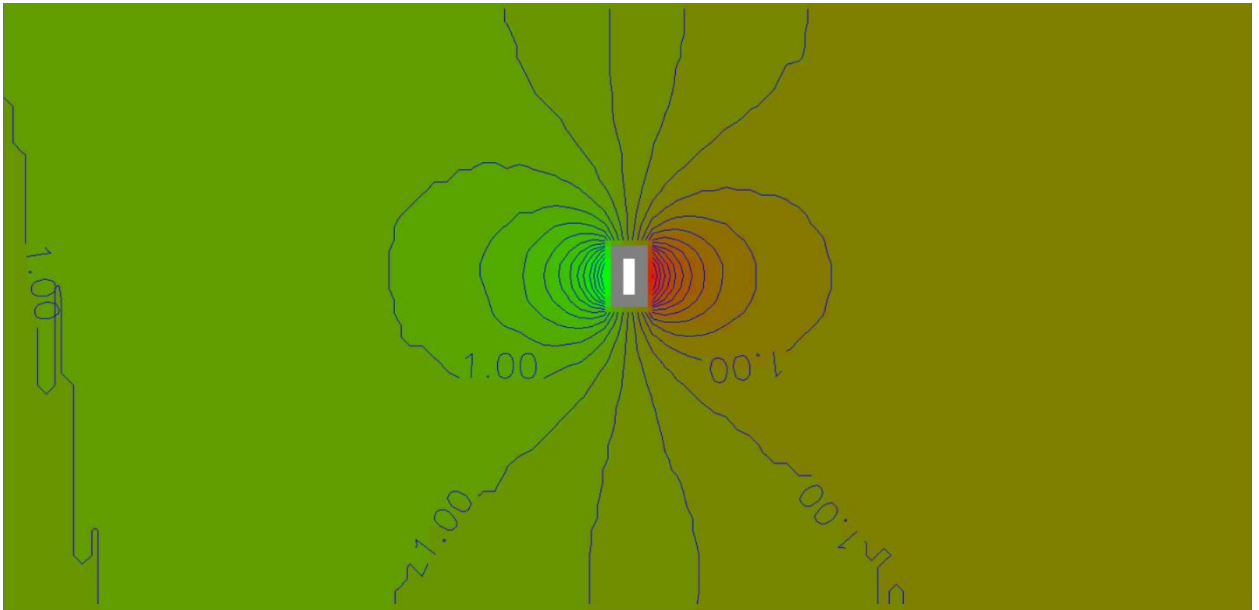
Побудована карта різниць рівнів ґрунтових вод, яка показує локальні зміни рівня після зведення «стіни в ґрунті».



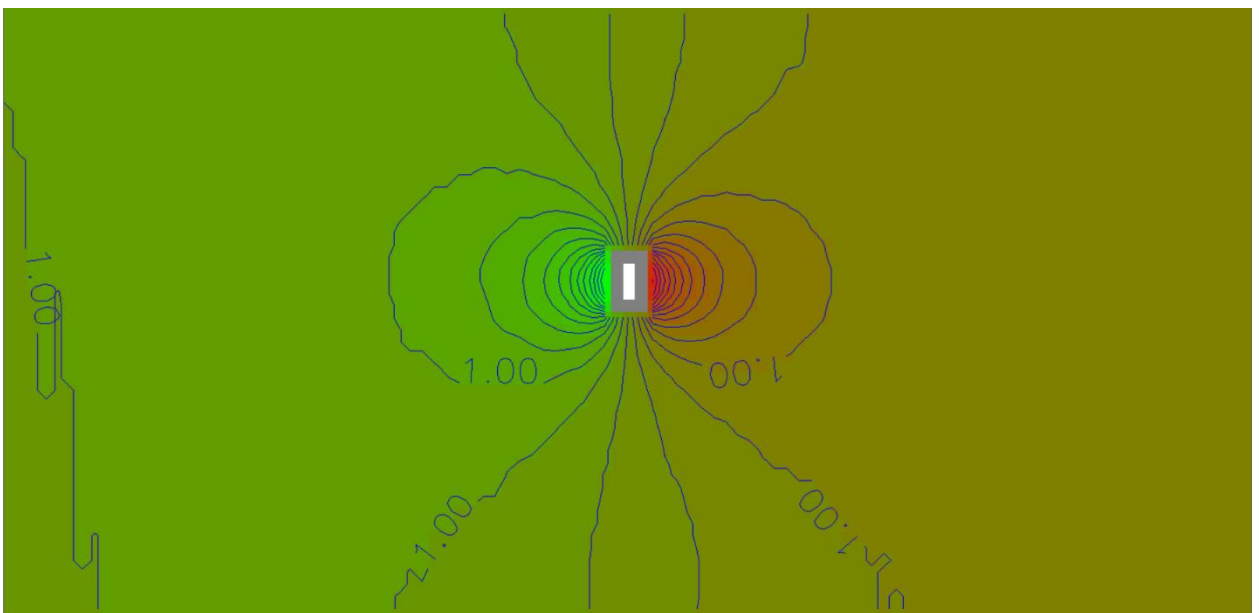
**Рис. 2.16 – Карта різниць рівня ґрунтових вод ІГЕ-1**



**Рис. 2.17 – Карта різниць рівня ґрунтових вод ІГЕ-2**



**Рис. 2.18 – Карта різниць рівня ґрунтових вод ІГЕ-3**



**Рис. 2.19 – Карта різниць рівня ґрунтових вод ІГЕ-4**

Будівництво «стіни в ґрунті» спричиняє баражний ефект за рахунок підйому ґрунтових вод, величина якого знаходиться в межах сезонного коливання рівня  $\pm 1$  м.

## ВИСНОВОК

В адміністративному відношенні ділянка будівництва знаходиться в Шевченківському районі м. Києва.

Клімат району помірно-континентальний, середньорічна температура повітря складає 6-7°C. Середньорічна швидкість вітру – 2,7 м/сек. Опадів випадає від 480 до 620 мм на рік. Нормативна глибина промерзання ґрунтів 0,9 м.

У геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань знаходиться в межах лівобережної надзапlavної тераси р. Либідь.

Абсолютні відмітки території вишукувань коливаються в межах 132,4-137,8 м. На ділянці викопаний котлован. Відмітки котловану 132,4-132,6 м.

В геологічній будові території досліджень на розвідану глибину до 30,0 м приймають участь сучасні техногенні відклади, і алювіальна-делювіальні відклади, які залягають на корінних ґрунтах товщі київської світи еоцена. Еоценові відклади київської світи (Р<sub>2</sub>kv), представлені безкарбонатними суглинками, глинами («наглинок») та карбонатними суглинками та глинами («київський мергель»).

Літологічна алювіально-делювіальна товща представлена супісками, пісками та суглинками, що підстелені товщею глин та суглинків київської світи.

Гідрогеологічні умови ділянки на розвідану глибину характеризуються наявністю одного водоносного горизонту. Безнапірний водоносний горизонт поширений у четвертинних відкладах. Рівень вільної поверхні підземних вод залягає в межах досліджуваної ділянки на абсолютних відмітках 129,6-130,9 м, що відповідають глибинам 1,8-7,5м від денної поверхні. Територія підтоплена згідно Пособие к СНиП 2.02.01-83, пункт 2.103.

Сейсмічність району згідно з ДБН В.1.1-12:2006 (додаток Б), у межах якого розташована ділянка вишукувань, становить 5 балів. Ґрунти території вишукувань входять до третьої категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями.

За сукупністю геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних факторів, вказаних у додатку Ж ДБН А.2.1-1-2008, ділянка вишукувань відноситься до третьої категорії (складна) за складністю інженерно-геологічних умов.

Складність інженерно-геологічних умов ділянки обумовлена невитриманим заляганням у горизонтальному та вертикальному напрямках літологічних шарів, різних за походженням, та поширенням ґрунтів з особливими властивостями.

Методика вирішення даної задачі полягає в розв'язанні рівняння геофільтрації в усталеному режимі фільтрації. Вирішення задачі геофільтрації виконується методом кінцевих різниць.

Розв'язання задач геофільтрації виконано у програмному середовищі PMWIN (Processing Modflow for Windows).

Здійснена схематизація умов геофільтрації території досліджень, визначені розрахункові параметри та характеристики об'єкту, побудована вхідна гідродинамічна схема усталеного потоку ґрунтових вод.

Виконано корегування вхідної гідродинамічної схеми та отримана достовірна математична модель ґрунтових вод у природних умовах, визначений природний рівень ґрунтових вод на території досліджень.

Побудована геофільтраційна схема та карта гідроізогіпс з урахуванням впливу «стіни в ґрунті», визначений прогнозний рівень ґрунтових вод на території досліджень.

Побудована карта різниць та здійснений аналіз змін природного та прогнозного рівнів ґрунтових вод на території досліджень внаслідок будівництва «стіни в ґрунті».

Будівництво «стіни в ґрунті» спричиняє баражний ефект за рахунок підйому ґрунтових вод, величина якого знаходиться в межах сезонного коливання рівня  $\pm 1$  м.

Гідрогеологічні умови ділянки об'єкту та прилеглої території після спорудження «стіни в ґрунті» істотно не зміняться. Фундамент споруди та існуючих

будівель будуть зазнавати впливу від сезонного коливання підземних вод  $\pm 1,0$  м, живлення ґрунтових вод відбувається переважно за рахунок природної інфільтрації, техногенні фактори майже не впливають на ґрунтовий потік в межах досліджуваної ділянки будівництва.

Слід зазначити, що біля фундаменту споруди спостерігається досить значний напірний градієнт, що свідчить про велику швидкість фільтрації. В подальших дослідженнях на даному об'єкті слід звернути увагу, що підвищена фільтрація в цій зоні може призвести до виникнення механічної суфозії та руйнування фундаменту споруди.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Барщевский Н.Е., Купраш Р.П., Швыдкий Ю.Н. Геоморфология и рельефообразующие отложения района г. Киева – К.: Наукова думка, 1989.

Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів технічних підземних вод на ділянці водозабору ПрАТ «Домобудівний комбінат №4» (свердловини №№1(11), 2(б/н), 3(05/03-08)) у м. Києві [Текст, карти]: звіт про розвідку родовища технічних підземних вод / Геопроф; відп. вик. головний гідрогеолог С.І. Шаріков, вик. геолог А.Ю. Ольшевська, – К., 2020. – 167 с.

Звіт про інженерно-геологічні вишукування Об'єкт: «Будівництво готельного комплексу по вул. О. Гончара, 69 в Шевченківському районі м. Києва». – К.: ТОВ «Основа» Департамент інженерних вишукувань, 2011.

Звіт про науково-дослідну роботу. Визначення зони впливу будівництва багатофункціонального комплексу по вул. О. Гончара, 69 в м. Київ на оточуючу забудову. Договір № 3431 від 18 березня 2014 року. – Київ: ДП НДІБК, 2014.

Звіт про науково-технічну роботу. Обстеження, оцінка технічного стану та розробка рекомендацій по захисту будинків, що межують з ділянкою будівництва та обслуговування адміністративно-готельного комплексу по вул. Гончара в Шевченківському районі м. Києва. Книга 1-3. – Київ: ДП НДІБК, 2012.

Звіт про науково-технічну роботу. Оцінка впливу будівництва по вул. Гончара 69-71 в Шевченківському районі м. Києва на гідрогеологічний режим майданчика будівництва та прилеглої території. Договір № 3689 від 08 вересня 2014 року. – Київ: ДП НДІБК, 2014.

Звіт про науково-технічну роботу. Оцінка технічного стану конструктивних елементів будівлі №67 по вул. Гончара в Шевченківському районі м. Києва та розробка робочих креслень по забезпеченню подальшої експлуатаційної придатності будівлі. Книга 1-3. – Київ: ДП НДІБК, 2014.

Ковалев А.Б., Матвеев Г.Я. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые Киевского Приднепровья. Отчет Поисково-съёмочной партии за 1991-

1998 г. по геологическому доизучению масштаба 1:200 000 территории М-36-ХІІІ (Київ) – К.: Геоинформ, 1998.

Ковальов О.Б., Матвеев Г.Я., Пастухов В.В. та ін. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуш М-36-ХІІІ (Київ) – К.: ПДРГП «Північгеологія», 2001.

Кошляков О.Є. Гідрогеологічне моделювання: Підручник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. – 113 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Hidrogeologichne\\_modreliuvannia.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Hidrogeologichne_modreliuvannia.pdf)

Кошляков. О., Диняк О., Кошлякова І., Техногенна складова інфільтраційного живлення ґрунтових вод як чинник змін гідродинамічних умов на територіях ПМА. ВІСНИК Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2012.

Кошляков О.Є., Мокієнко В.І. Практикум з динаміки підземних вод. Київ, 2006 – 76 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Praktikum\\_DPV.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Praktikum_DPV.pdf)

Кошляков О.Є. Практикум з навчальної дисципліни «Гідрогеологічне моделювання» / О.Є. Кошляков. – Інтернет-ресурс Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – geol.univ.kiev.ua – 56 с.

Отчет об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства гостиничного комплекса по ул. Гончара, 69 в г. Киеве, - К.: ГП КИИЗИ «Энергопроект», 2003.

Половец М.С., Романюк Я.О., Кошляков О.Є. «Аналіз та моделювання потоку ґрунтових вод на території об'єктів будівництва по вул. О. Гончара в м. Києві» ХІІІ Всеукраїнська молодіжна наукова конференція - школа «Сучасні проблеми наук про Землю». – К., 2023. – 163 с.

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/conf\\_univ\\_apr\\_2023.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/conf_univ_apr_2023.pdf)

Расовський В.М. Звіт про гідрогеологічне довивчення масштабу 1:200000 території аркушу М-36-ХІІІ (Київ) – К.: ПДРГП, 2005.

Романовская В.Л. (под редакцией Василенко В.М.) Гидрогеологическая карта СССР. Объяснительная записка. Масштаб 1:200000. Лист М-35-ХІІІ (Киев) – К.: ПДРГП, 1974.

Романюк Я.О., Кріль Т.В. Аналіз техногенних навантажень на геологічне середовище буферної зони Заповідника "Софія Київська". Ідеї та новації в системі наук про Землю: Збірник матеріалів ІХ Всеукраїнської молодіжної наукової конференції, 21-22 червня 2022 р., Київ, Видавництво «ФОР Кравченко», К. 2022. 72 с.

Романюк Я.О., Кріль Т.В. Інженерно-геологічні загрози при експлуатації ГЕС та ГАЕС. Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції; м. Дніпро, Україна, 06-07 жовтня 2021 р. / Редкол.: О.О. Скрипник (голов. ред.) та ін. – Дніпро: ІППЕ НАН України, 2021. - 119 с.

Савостіков С.А. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів родовища питних підземних вод "Аква Віка" у с. Проліски Бориспільського району Київської області. К. 2021 р.

Технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування на майданчику будівництва готельного комплексу по вул. О. Гончара, 69 в Шевченківському районі м. Києва. ТОВ «ІНТРО СОЮЗ», Київ 2014.

Федоренко А.С., Буян Н.Н., Нікіташ Ю.О. «Геолого-економічна переоцінка експлуатаційних запасів Київського родовища питних підземних вод для ПрАТ «АК «Київводоканал» в м. Києві, Київська гідрогеологічна експедиція ДП «Українська геологічна компанія», Київ, 2017 р.