

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Навчально-науковий інститут «Інститут геології»  
Кафедра гідрогеології та інженерної геології

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**  
**спеціальність 103 – Науки про Землю**  
**освітня програма «Геологія»**

**ТЕМА:** «Визначення стійкості схилу на ділянці будівництва по  
вул.Миколи Пимоненка, 15 у Шевченківському районі м.Києва»

**Виконала**

студентка 4-го курсу кафедри  
гідрогеології та інженерної геології

**Ганна ЄНАЦЬКА**



**Науковий керівник**

доцент кафедри гідрогеології та інженерної  
геології,  
кандидат геологічних наук

**Дмитро ЧОМКО**



**Робота рекомендується до захисту** (протокол № 13 засідання  
кафедри гідрогеології та інженерної геології від 13.06.2023р.

**Завідувач кафедри**

професор, доктор геологічних наук  
**Олексій КОШЛЯКОВ**



Київ – 2023

## Зміст

ВСТУП .....	3
РОЗДІЛ 1.....	4
1.1. Фізико–географічні умови. ....	4
1.1.1. Положення ділянки.....	4
1.1.2 Клімат .....	4
1.1.3. Рельєф та геоморфологія .....	6
1.1.4. Гідрографія .....	7
1.1.5 . Геолого-гідрологічна вивченість.....	9
1.2. Геологічна будова.....	10
1.2.1 Структурно-тектонічні особливості.....	10
1.2.2. Стратиграфія .....	11
1.2.3. Гідрологічні умови .....	15
1.2.4 Інженерно-геологічні умови ділянки .....	18
РОЗДІЛ 2.....	20
ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ СТІЙКОСТІ УКОСУ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СИЛ МАСЛОВА-БЕРЕРРА .....	20
2.1.Теоретичні дані .....	20
2.2. Методика виконання розрахунків .....	22
2.3 Розрахунок стійкості схилів за методом Маслова - Берера.....	26
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
ДОДАТКИ.....	36

## Вступ

Актуальність роботи полягає у необхідності забезпечення стійкості схилу в межах центральної частини м. Києва.

**Метою роботи** є з'ясування геологічної будови, гідрогеологічних умов і фізико-механічних властивостей ґрунтів, які залягають на глибині до 27,0м. Також розрахувати стійкість схилу.

**Завданнями роботи** є :

- 1.Збір та аналіз даних на ділянці відносно фізико-географічних, геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов;
2. Опанування методів розрахунку стійкості схилу;
3. Виконання обробки результатів дослідних робіт для інженерно-геологічних цілей.

**Об'єктом** дослідження даної роботи є схил на ділянці по вул. Миколи Пимоненка у Шевченківському районі м .Києва.

**Предметом** дослідження є визначення стійкості схилу в межах правого схилу Глибочицької балки по вул. Миколи Пимоненка, 15 у Шевченківському районі м. Києва.

**Практичне значення** полягає у визначенні стійкості схилу на досліджуваній ділянці для двох можливих випадків: для природного та водонасиченого стану ґрунтів з метою подальшого планування проведення проектованої діяльності.

## РОЗДІЛ 1.

### 1.1. Фізико–географічні умови.

#### 1.1.1. Положення ділянки

Досліджувана ділянка розташована за адресою: вул.Миколи Пимоненка, 15 у Шевченківському районі м . Києва.

Координати 50.45976, пн. ш. ; 30.4914 сх.д.

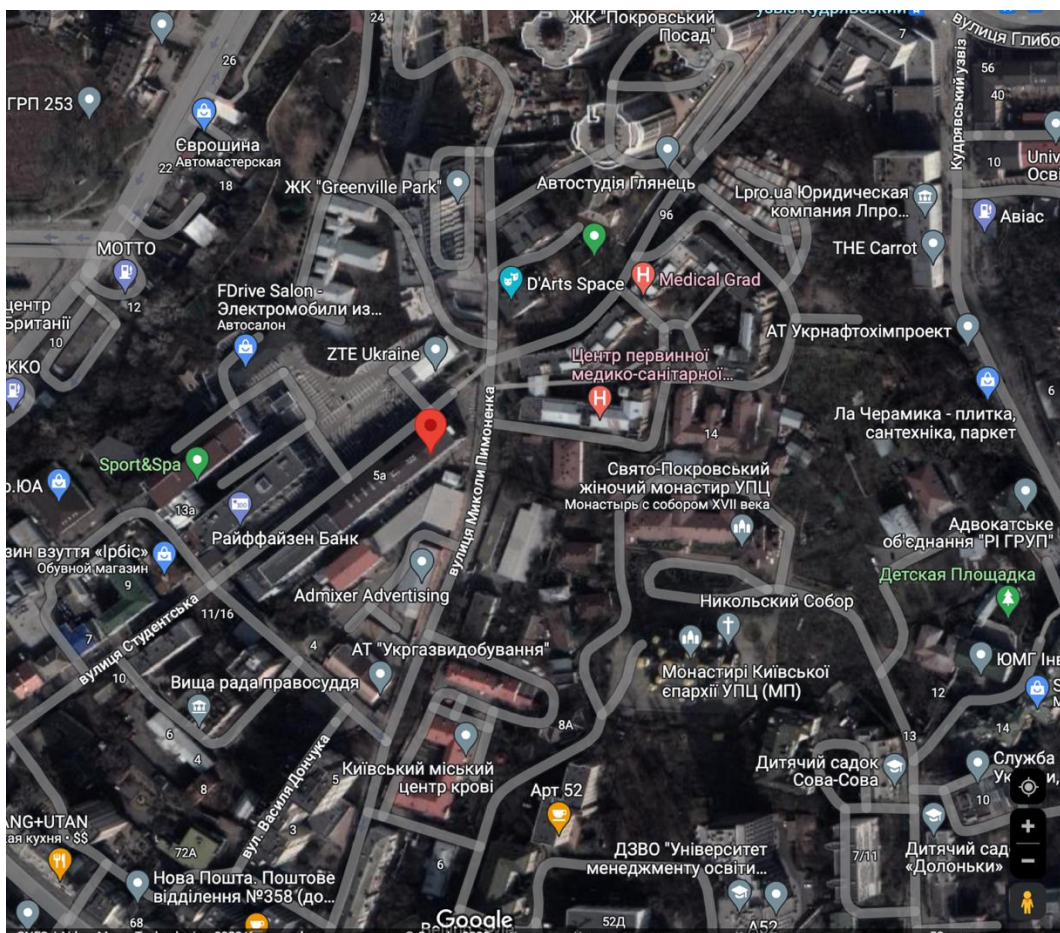


Рис.1. Оглядова карта ділянки робіт. (Google Maps)

#### 1.1.2 Клімат

Клімат в районі пошуків помірно-континентальний з відносно м'якою зимою і

жарким літом. Велику роль в його формуванні відіграють повітряні маси, що походять з Атлантичного океану, Арктичного басейну або формуються над Євразією. (ТОВ «Інженербудпроект»)

Середня місячна температура січня  $-3,5$  °С, липня  $+20,5$  °С. Абсолютний мінімум становить  $-32,2$  °С (7, 9 лютого 1929 р.)[1], а абсолютний максимум —  $+39,9$  °С (серпень 1898 р.) (за іншими даними:  $+39,4$  °С (30 липня 1936 р.)[1] ] Середньорічна кількість опадів становить 649 мм, максимум опадів припадає на липень (88 мм), а мінімум — на жовтень (35 мм). Взимку в Києві утворюється сніг, середнє покриття в лютому Висота 20 см і може досягати максимум 84 см. Деякі роки взимку немає снігу. (<https://uk.wikipedia.org>)

Погода в Києві має сезонний характер, що в свою чергу пояснюється змінами горизонтального руху повітря та його характеристик (температури, вологості тощо) протягом року.

Значний вплив на формування клімату має річка Дніпро, що протікає в межах міста. Стовп води сприяє створенню бризу, який переносить повітря: протягом дня коливання температури між землею та водою створюють потік свіжого вологого повітря до міста.

Атмосферні опади — одна з найважливіших ознак клімату, формування і випадання яких — результат складних великих кругообігових процесів, що визначають тепло- і водообмін в атмосфері. У сучасний період середньорічна кількість опадів у Києві порівняно з кліматичними нормами майже не змінилася (збільшилась на 1,2 %), але сезонно перерозподілилися опади: взимку їх зменшилось на 17,2 %, натомість восени збільшилося. на 18,9 %

Варто також відмітити, що отримані для Києва результати перерозподілу кількості опадів впродовж року дуже схожі до результатів, отриманих В.О. Балабух для всієї території України. (Бондаренко, 2008)



Північна частина міста лежить на Поліській низовині - це полого хвиляста моренно-піщана рівнина з абсолютною висотою 140-190 м і незначною розчленованістю по горизонталі (0,25-1,0 м/км<sup>2</sup>) і вертикалі (20-30 м) Південно-східний Київ (лівий берег) — широка терасована алювіальна долина в межах Придніпровської низовини.

Правобережна територія міста розташована на відрогах Придніпровської височини, в межах Київського плато, що тектонічно відповідає схилам Українського щита.

Тут кристалічна основа вкрита потужними товщами глини, мергелю, піску і лесових відкладень, тому форма рельєфу характеризується вираженими вертикальними (до 100 м) і горизонтальними розрізами і відповідною мозаїчністю строкатих ландшафтів. Через сильну порушеність рельєфу окремі височини Київського плато отримали назву Київських гір. (*Бортник, 2016*)

У районі платформи є піщані відкладення, утворені силою вітру в алювіальному піску, давньому алювіальному піщаному прошарку, глинистому шарі та гранітній бруківці, що рухається, льодовиковий пісок, змішаний з валунами кристалічних порід.

Заплати річок Дніпро та Либідь де виявлено сучасні алювіальні відклади, в каньйоні-протоці. (*Драніков, 1948*).

Геоморфологічна карта м. Києва наведена у додатку А та на графічному додатку 1.

#### **1.1.4. Гідрографія**

Гідрологічна мережа досить густа і відноситься до басейну Дніпра.

З приток Дніпра найбільшими є ті, що течуть на північ від Києва: Березина і Прип'ять справа, Сожі і Десна ліворуч. Нижче Києва зазвичай більші ліві притоки: Сула, Псел, Ворскла, Оріль, Самара. У правій притоці нижче Києва слід виділити Рось, а також Тясмин, Базавлук та Інгулець.

Середня ширина долини річок 1-2 км. Схил долини є високий та крутий. Заплави річок здебільшого заболочені. Ширина русла річок від 3-5 м до 20-50 м, а у р. Дніпра 300-500 м. Глибина річок близько 1-2 метрів, а на Дніпрі, Прип'яті та Десні 3-5 метрів, місцями 9-14 метрів. Середня швидкість течії води 0,7-0,8 м/с. (ТОВ «Інженербудпроект»)

Залежно від типу живлення річка є рівнинною, живиться за рахунок танення снігу та інфільтрації підземних вод.

Значні весняні повені, низькі літні та осінні витрати, зливові паводки характеризують стан річки. Річка замерзає з кінця листопада до початку грудня.

Велику роль у живленні річок відіграють атмосферні опади. Часті літні зливи, кількість опадів може досягати місячної константи. У таких зливах інтенсивність сягає 2-3 міліметрів на хвилину. За цих умов навіть поверхневі та підповерхневі водотоки швидко стають водотоками. (Вишневський, 2013)

Тимчасові русла важливі лише під час сніготанення та літніх та осінніх дощів, а основна роль дренажу та впливу на гідрологічний режим поверхневого та підземного стоку належить постійним руслам. (Гаврилюк & Речмедін, 1956).

Спостереження показують, що шар випаровування в Києві оцінюється в 700-750 мм і збільшується або зменшується пропорційно температурі. Цей показник безпосередньо впливає на водний режим об'єкта. Слід зазначити, що шар випаровування перевищує шар опадів, що дає підстави вважати, що живлення водойми відбувається не тільки за рахунок атмосферних опадів, а й за рахунок підземного та поверхневого стоку (Вишневський, 2021).

Будівництво Київського та Канівського водосховищ спричинило значне підвищення рівня води, переважно в посушливий період влітку. Піднімається на 2-2,5 м. В результаті ширина струмка значно збільшується. Більшість київських річок течуть під землею, тому що в багатьох випадках річки ускладнюють життя міста. Одні з найвідоміших: Либідь, Хрещатик, Клов, Сирець, Дарниця та ін.

Водосховища неможливо точно оцінити просто тому, що деякі водойми в Києві

дуже маленькі. Крім того, деякі водойми періодично виникають і зникають через природні чинники. Всього існує близько 417 назв водойм, об'єднаних у кілька груп: струмки, затоки, канали, струмки, озера, джерела, ставки, штучні водойми. Понад 170 водних об'єктів згадуються, але не називаються (*Вишневський, 2021*).

Наразі водно-болотні угіддя в регіоні суттєво скоротилися – переважно в результаті господарської діяльності. Втрата водно-болотних угідь також була частково пов'язана з деякими з найвиразніших змін клімату за останні десятиліття. Нині в межах міста можна виділити менше десяти боліт, найвідоміше з яких Романівське. штучна водойма. Ці резервуари в основному складаються з відстійників. Вони використовуються для очищення води для повторного використання або скидання у природні водойми (*Вишневський, 2021*).

#### **1.1.5 . Геолого-гідрогеологічна вивченість**

Геологічне вивчення території міста Києва можна умовно поділити на три основні етапи: довоєнний, післявоєнний і сучасний.

Дослідження геологічної будови міста почалися в 1850 році. Основні базові знання набуваються в галузі палеонтології, мінералогії, стратиграфії, тектоніки, геоморфології, гідрогеології та інженерної геології. У цих галузях відзначилися Феофілактовий К.М., Рогович К.С., Нікулін В.Н.

Вагомим внеском у розвиток геології в довоєнний період було складання перших геологічних і гідрогеологічних карт різного масштабу.

Почалися детальні дослідження основних водоносних горизонтів в межах міста, авторами письмових робіт є Н.А. Плотніков та К.І. Маков. У післявоєнний період відбувається розвиток у геофізичних, радіометричних та інших методах досліджень. Це допомагає уточнити існуючі знання про геологію, гідрогеологію та тектоніку в містах. Крім того, цей період ознаменувався масовими буровими роботами з уточнення розрізу. А. М. Дранников, А. І. Власенко, В. Л. Горловський та інші провели численні інженерно-геологічні дослідження, які сприяли детальному

вивченню властивостей ґрунтів на території столиці та складанню інженерно-геологічної карти А. М. Дранникова масштабу 1:25 000.

З 1952 року проводяться довгострокові інженерно-геологічні дослідження Київського метрополітену.

Подальші дослідження включають уточнення та виділення нових шарів і особливостей осадового покриву регіону, особливо четвертинних відкладів. Створювалися карти більш дрібного та великого масштабу для опису зальної геології порід, гідрогеології та більш спеціальні карти: літо-фаціальні, мінералізації водоносних горизонтів, гіпсометричні і т.д.

Сьогодні геологія міст більшою мірою з'ясовується завдяки інженерно-геологічним дослідженням, які проводяться приватними та державними компаніями для будівництва або прогнозування інженерно-геологічних змін на території.

## **1.2. Геологічна будова**

### **1.2.1 Структурно-тектонічні особливості**

Територія області розташована в структурно складній перехідній зоні Українського кристалічного масиву (УКМ) на заході до Дніпровсько-Донецької западини (ДЗМ) на сході. Північно-східний схил щита, де розташований Київ, почав формуватися на рубежі палеозою і мезозою. У середньопермський період ця частина УКМ почала прогинатися, і територія регіону стала зоною спокійного відкладення.

Порода кристалічного фундаменту цієї частини схилу представлена серією вулканічних порід, розбитих на окремі блоки густою мережею північно-західних і субширотних розломів. Найбільшими з них є Київський, Ірпінський і Русанівський розломи. Поверхня кристалічної основи має нахил на північний схід, глибина залягання кристалічних порід становить 325-350 метрів, а східна окраїна може досягати понад 400 метрів. (ТОВ «Інженербудпроект»)

За словами В. Палієнка, територія Києва розташована в межах трьох неотектонічних поясів. Найбільшою сумарною амплітудою руху (175-185 м) характеризується західна зона (правобережна частина міста), центральна зона із загальним індексом амплітуди 140-150 м і східна (лівобережна частина міста) зона з найменшим сумарним показником руху (130-140м). Максимум градієнта середньої швидкості неотектонічного руху зафіксовано в центральній області. Крім того, локальні максимуми цього показника спостерігалися на ділянках правого берега міста в районах Пуща-Водиця – Виноградар – Вишгород, Лук'янівка – Сирець, Крюківщина – Гатне. Наявність цих регіонів вказує на більшу активність у сегментах розломів або блоків та розташування неотектонічних спотворень (Бортник та ін., 2016).

### 1.2.2. Стратиграфія

Даний розділ є важливим для аналізу і подальшого практичного застосування в межах досліджуваної ділянки. Відкладення в цьому розрізі неогенової та четвертинної системи. На докембрійських кристалічних породах залягають пермські і тріасові континентальні відклади, юрські морські і крейдяні континентально-морські відклади.

На території області поширені палеогенові відклади, які представлені всіма чотирма товщами: канівською, буцацькою, київською та харківською.

Міцність палеогенових відкладень залежить від хвилястості підстилаючих порід і їх міцності після палеогенової ерозії. Загалом вона зростає з півдня на захід, причому найбільша потужність у межах села. Пирогово – 92,0 м. Абсолютна висота покрівлі 108-125 м. Найдавнішими палеогеновими відкладами є породи канівської світи, представлені чорною піщаною глиною та дрібнозернистими глинами-пісками з вкрапленнями фосфористої гальки. Буцацька свита складається з дрібнозернистих глинистих пісків. Канівсько-Буцацькі відклади розташовані на

висоті 35-80 метрів, широко поширені відклади Київської світи. Нижній шар представлений вапняковим піском, над яким лежить шар мергелю потужністю 20-25 м. Верхній шар (глина) — це безкарбонатна глина, товщина якої може досягати 13,0 м. (ТОВ «Інженербудпроект»)

Загальна потужність Київської світи до 50 м, а Харківської світи менший і переважно поширений на вододілі. Складена слюдяним піском потужністю 1,0-28,0 м. Неогенові відклади представлені товщею полтавських пісків, строкатих і бурих глин, поширених у межах вододільного плато на правому березі Дніпра та його схилах. Загальна потужність цього шару досягає 10-40 м. Четвертинні відклади покривають територію майже суцільним покривом. Для них характерна різноманітність і мінливість літологічного складу.

Четвертинні відклади представлені різноманітними комплексами порід плейстоценової та голоценової епох різних генетичних типів. На правобережжі Дніпра переважають делювіальні, еолово-делювіальні, моренні, озерно-льодовикові та флювіогляціальні накопичення, на лівому березі розповсюджені болотні, озерно- алювіальні, алювіальні піщано-глинисті відклади заплави та надзаплавних терас р. Дніпро. Найбільша потужність четвертинних відкладів у басейні р. Дніпро досягає 71,0 м.

Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 («ЗСР 2004-А карта України»), коливання поверхні міста Києва та області досягають максимум 5 балів. (ТОВ «Інженербудпроект»)

**Нижній – середній міоцен**  
**Новопетрівський регіоюрус – Полтавська серія**

**Новопетрівська світа N<sub>1</sub>np**

На сьогоднішній день його виявлено лише у вододілі на правому березі. Річка Дніпро має континентальне походження. Нижня частина складена пісками сірими,

темно-сірими або бурим різнозернистими з проверстками темно-сірих вуглистих глин і піщанистого бурого вугілля (від кількох сантиметрів до 0,4 м). На його дні, в контакті з берекською світою, залягає різнозернистий шар піску, місцями гравій, іноді гумус. Кладка лінзоподібна. Потужність 0-10 метрів.

Центральна частина представлена білосніжним, світло-сірим, сірим піском, дрібнозернистим кварцом і шаруватим каоліном. Крім того, вони іноді містять піщані каолінові шари або лінзи. Середня ділянка має потужність від 0,3 до 24 м.

Верхня частина складена шарами жовто-сірого і жовтого кварцового змішанозернистого піску з відносно високим вмістом каоліну, який більшою чи меншою мірою переходить у цементований каоліновий пісковик або піщаний каолін. (Паранько, 2008)

## **Середньоплейстоцен-голоцен**

### **Делювій**

Середній неоплейстоцен представлений піщано-глинистими відкладеннями та черепашками, з типовими середземноморськими комплексами молюсків. Їх загальна потужність коливається від 7 м до 200 м на нижньому материковому схилі.

Він репрезентований елювіальними та еолово-делювіальними відкладами завадівського кліматоліту, а також алювієм V і VI надзаплавних терас крукеницького і хаджибейського ступенів.

Делювіальні відклади представлені товщею, потужністю до 15 м викопних ґрунтів і лесовими утвореннями. Їх вік накопичення, за даними молюмінісцентного аналізу, складає 340-400 тис. років.

Для цього комплексу, потужність якого змінюється від 1 до 5 м, характерною є мінливість розрізу як у вертикальному напрямку, так і по латералі.

Голоцен представлений осадами азово-чорноморського горизонту, складеного піщано-мулистими утвореннями, а також мушлями молюсків. Потужність горизонту змінюється від 1 до 25 м у Азовському морі, а на північно-західному шельфі - від 1 до 60 м.

На зовнішньому шельфі та глибше потужність відкладів не перевищує 4 м.

За даними радіовуглецевого аналізу вік нижньої товщі голоценових утворень становить 9820-3450 років, а верхньої - менше 3450 років. (Паранько, 2008)

Олігоцен. Межигірський регіонар розповсюджений тільки на заході території, на правобережжі Дніпра. У результаті розмивів відсутній у межах водно-льодовикових долин і долинах річок. Розкритий низкою свердловин і в відслонених уздовж правого берега Дніпра, на схід від м. Ржищів. Горизонт займає вододільні простори і залягає з чітким контактом на розмитій поверхні обухівських відкладів, перекривається відкладами верхнього олігоцену, міоцену та четвертинними утвореннями. Потужності його змінюються в межах 2-5 м, в окремих випадках досягають 10,0 м. (В.Ю. Зосимович, 2015)

Межигірські відклади літологічно представлені мілководними прибережно-морськими піщано-глинистими опадами: пісками буро- та жовтувато-зеленими, зеленувато-світло-сірими та охристо-зеленими, кварцовими з домішками глауконіту, різнозернистими, переважно дрібно та середньозернистими, глинистими, алевритистими, слюдистими, інколи з незначними прошарками темно- та буро-сірої глини, подекуди піски вцент помутнілі до рихлого пісковика. Глини залягають у різних частинах товщі пісків, поширені в південній частині вивченої території. Зазвичай вони зеленувато-сірі, сіро-зелені, в'язкі, пластичні, слюдисті, з глауконітом, алевритисті. Пісковики світло-сірі з блакитним відтінком або зеленувато-сірі, кварц-глауконітові, дрібнозернисті, слюдисті, ділянками залізисті, міцні. (В.Ю. Зосимович, 2015)

Межигірські відклади цього району палеонтологічно не охарактеризовані, вік їх визначається положенням у розрізі (підстиляючі еоценові відкладення палеонтологічно добре охарактеризовані). На суміжній площі, у межах аркуша "Київ", у міжгірських відкладах зустрінуто молюсків, спікули губок, диноцисти і паліноморфи.

Розріз в межах берекського регіоярису на глибині 52,5-55,5 м представлений піском тонко-дрібнозернистим, ущільненим до пухкого пісковика з глинисто-алевітровою домішкою, світло-сірим із зеленуватим відтінком, з рідкісними жовтими плямами та тонкими прошарками. У нижній частині з'являються прошарки вохристо-жовтого і рожевого кольору. По всій піщаній товщі трапляються прошарки світло-зеленувато-сірих тонкосланцевих тонкосланцевих глин потужністю 2-3 см, на поверхнях нашарувань яких є наліт лусочок мусковіту. У основі інтервалу піщаник дрібно-середньозернистий, бурувато-сірий, глинистий, міцний, потужність за керном 0,2-0,3 м. На глибині 55,5-57,0 м розкрито глини темно-бурувато-сірі до чорних, щільні, плитчасті, на площинах нашарування з численними лусочками мусковіту. (В.Ю. Зосимович, 2015)

Межигірські та берекські відклади олігоцену поширені обмежено і відрізняються нетиповістю літологічного складу. Розглянуто номенклатурні питання. Обґрунтовано невалідність глядівської свити палеоцену, монастирецької та костянецької свит еоцену, а також розглянуто об'єм київської свити еоцену зони зчленування північно-східного схилу ПЩ і ДДВ. (В.Ю. Зосимович, 2015)

### **1.2.3. Гідрогеологічні умови**

Гідрогеологічні умови території визначаються геологічними утвореннями, структурами, а також фізико-географічними факторами. Більша частина території району розташована в Дніпровському артезіанському басейні, південь і південний захід розташовані в Українському кристалічному масиві.

Територія Дніпровського артезіанського басейну характеризується наявністю потужних водоносних горизонтів і комплексів, приурочених до різних стратиграфічних ярусів палеозойських, мезозойських і кайнозойських віків.

Живлення відбувається в бічній частині басейну Дніпра, частково за рахунок переливу води з різних горизонтів. Для горизонтів близького від поверхні залягання областю живлення є поліська рівнина на півночі та Дніпровська лівобережна долина на сході. Долина Дніпра в Дніпровському артезіанському басейні також є зоною глибокого розвантаження пластів, де відсутня водотривка порода. (ТОВ «Інженербудпроект»)

Територія містить такі водоносні горизонти:

- водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію та їх кори вивітрювання;
- верхньопермські осадові водоносні горизонти;
- юрські водоносні горизонти байоського та батського ярусів;
- крейдяні сеноманські осадові водоносні горизонти;
- водоносний комплекс палеогенових відкладів київської, бучацької та канівської світ;
- водоносні шари палеогенових відкладів харківської світи;
- водоносні товщі неогенових відкладів полтавської світи;
- водоносний горизонт алювіальних, озерно-алювіальних, водно-льодовикових, озерно-льодовикових та міжморенних відкладів балок, заплав річок, надзаплавних терас р. Дніпро;

- водоносні горизонти в лесах і лесоподібних супісках і суглинках.

Водоносні комплекси палеогенових відкладів київської, бучацької та канівської світ представлені пісками різнозернистими, потужністю від 10,0 м до 20,0 м. Середня глибина залягання – 35,0-75,0 м. Води напірні, напори від 20,0 м до 30,0 м. Верхнім водотривким шаром є мергель київської світи. Живлення відбувається на південно-західному борті Дніпровського артезіанського басейну, за рахунок вод сеноманських відкладів, які залягають нижче та тріщинних вод докембрію. Води горизонту гідрокарбонатні, натрієво-магнієві-кальцієві, мінералізація змінюється в межах від 178,0 до 768,8 мг/дм<sup>3</sup>. (ТОВ «Інженербудпроект»)

Водоносні горизонти палеогенових відкладів харківської світи широко поширені на правому березі Дніпра. Потужність невелика 2,3-14,5 м, глибина залягання 11,0-86,0 м, водоносна порода дрібнозернистий пісковик. Живиться за рахунок вод полтавської світи та четвертинних відкладів. Води горизонту гідрокарбонатно-кальцієві та гідрокарбонатно-натрієві, мінералізація 254,0-560,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Водоносні горизонти неогенових відкладів полтавської світи поширені лише на правому березі Дніпра. Водонасичені породи — це дрібнозернисті та мілкозернисті піски. Потужність шару 10,0-15,0 м, глибина залягання 7,0-53,5 м, яка живиться переважно за рахунок атмосферних опадів. Пластові води карбонатні кальцієві з мінералізацією 440,0-600,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Широко поширені водоносні горизонти алювіальних, озерно-алювіальних, водних льодовиків, озерно-льодовикових і міжрічкових відкладів, річкових заплав і надзаплавних терас Дніпра, представлені різнозернистими пісками, гравієм і галькою. Потужність складає в середньому 10,0-20,0 м і живиться за рахунок річок, атмосферних опадів і напірних вод Межигірсько-Обухівського та Бучацько-

Канівського водоносних горизонтів. Води переважно вуглеводневі, мінералізація переважно 60,0-670,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Поширення водоносного шару лесу та лесоподібних піщано-суглинкових шарів невелике, обмежене шаром піску під лесовим шаром. Залягає на глибині 0,9-25,2 м, має потужність 0,3-7,0 м, повністю поповнюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. (ТОВ «Інженербудпроект»)

#### **1.2.4 Інженерно-геологічні умови ділянки**

Відповідно до ДБН А.2.1-1:2008 за складністю інженерно-геологічних умов територія будівництва відноситься до III (складної) категорії.

За формою рельєфу проектна ділянка розташована в правому схилі Глибочицького каньйону з абсолютною висотою 143,40-153,10 м і перепадом висот 9,7 м.

Розкривають шар ґрунту шляхом буріння та перевіряють генетичні характеристики та фізико-механічні характеристики, а згідно ДСТУ Б В.2.1-5-96 «ґрунт. «Статичний метод обробки результатів випробувань» поділяють на інженерні елементи та геологічні елементи, від зверху вниз ілюструють:

ІГЕ-1 – (т Н) – пухкий ґрунт: супісок, сіро-бурий, твердий, з 10-15% тонким шаром мілкового піску;

ІГЕ-2 – (d РIII - Н) світлопіщаний, жовто-сірий, середньої щільності, слабка водонасиченість;

ІГЕ-3 – (d РIII - Н) пісок порошкоподібний, світло-жовтий, твердий, лесоподібний, пісок дрібний тонкий шар 10-15%;

ІГЕ-4 – (d-с РIII) пісок піщаний, бурий, пластичний;

ІГЕ-5 (d-c PIII) слабопилуватий суглинок, коричневий, твердопластичний, з тонким шаром м'якопластичного суглинку 10-20%, містить 5% карбонату;

ІГЕ-6 – (N1 пр) пісок світлий, сіруватий, щільний, має низьку та середню водонасиченість, насичений водою;

ІГЕ-7– (P3 br) Пісок пилуватий, червоний, жовто-сірий, сіро-коричневий, щільний, від низької до середньої водонасиченості, насичений водою;

ІГЕ-8 – (P3 мз) пісок пилуватий, зелено-сірий, зелений, пластичний;

Глибина залягання, потужність і розподіл вибраних ІГЕ показані на інженерно-геологічних профілях .

Стандартна глибина промерзання ґрунту становить 1,0 м

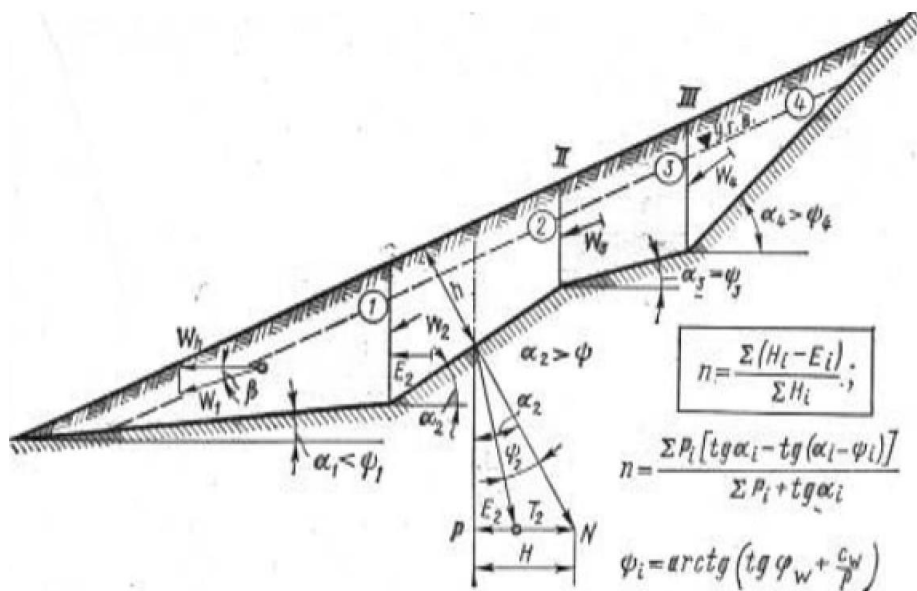
## РОЗДІЛ 2.

### Визначення ступеня стійкості укусу методом горизонтальних сил Маслова-Берерра

#### 2.1. Теоретичні данні

Назва методу	Загальна характеристика, застосування	Переваги	Недоліки
Метод горизонтальних сил Маслова-Берера	1. Застосовується у випадках, коли схил складний різнорідними ґрунтами. 2. Зсув відбувається за відомою, довільною поверхньою ковзання.	1. Оцінка стійкості для різнорідної зсувної товщі ґрунтів. 2. Довільний обрис поверхні ковзання. 3. При нечітких обрисах контурів поверхні ковзання.	Метод не може бути використаний при поверхні ковзання, що проходить практично паралельно схилу

У випадку, коли сповзання ґрунту часто відбувається по фіксованій поверхні ковзання, для визначення ступеня стійкості укусу найбільш виправданим є метод горизонтальних сил Маслова-Берера. Сутність методу полягає у визначенні активного тиску ґрунту в межах того чи іншого блоку на підпірну стінку з вертикальною задньою межею і з поверхнею ковзання, що нахилена до горизонту під кутом  $\alpha$  (Рис.3)



**Рис.3 Розрахункова схема для визначення ступеня стійкості схилу методом горизонтальних сил Маслова-Берера**

Коефіцієнт запасу за цим методом визначається формулою:

$$k_{зан} = \frac{\sum P_i [tg \alpha_i - tg (\alpha_i - \psi_i)]}{\sum P_i tg \alpha_i} ; \quad (2.6.2)$$

де:  $P_i$  - вага блоку;  $\alpha_i$  - кут нахилу площини ковзання цього блоку до горизонту;  $\psi_i$  - кут здвигу ґрунту при навантаженні, що дорівнює вазі блоку.

## 2.2. Методика виконання розрахунків

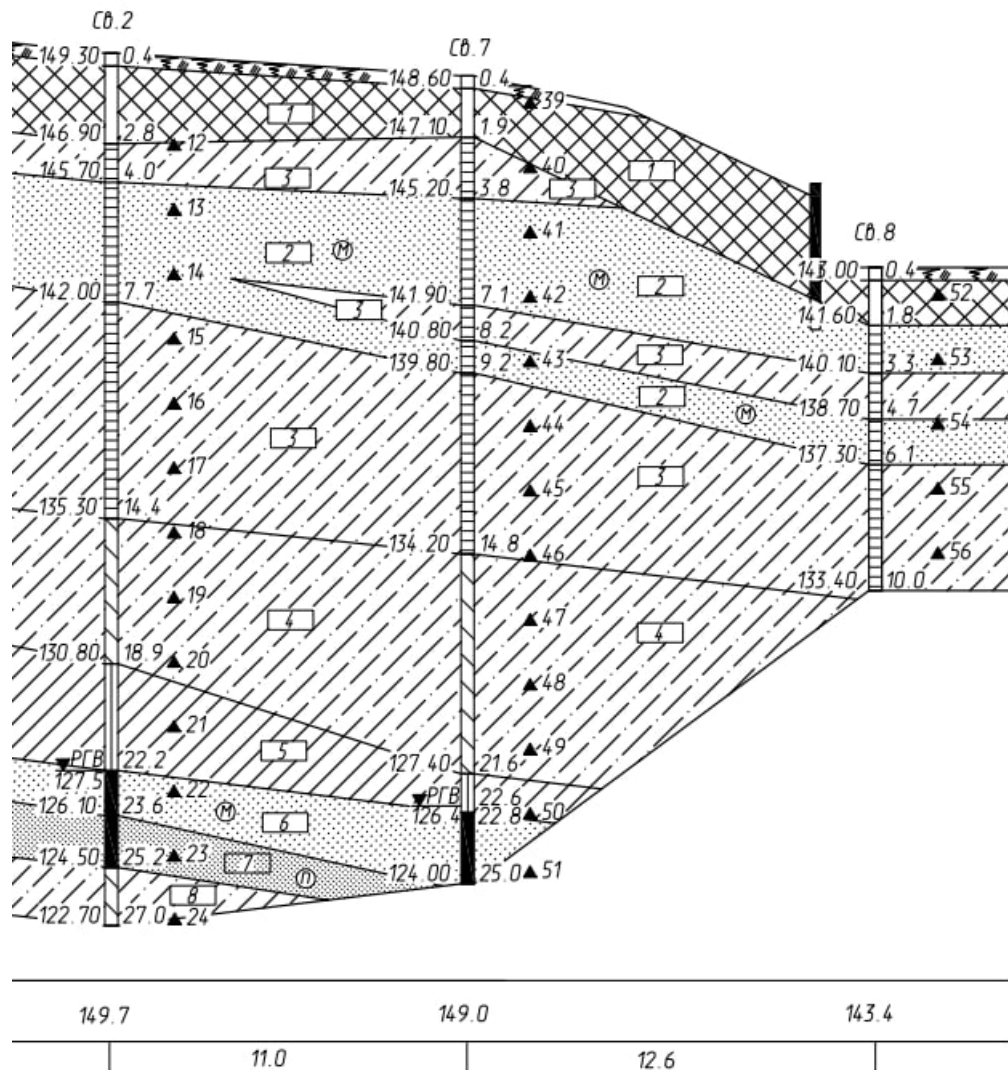


Рис.4

Маємо розріз на Рис.4.

Ми рахуємо коефіцієнт стійкості для умовно-продовженого схилу, без врахування підпірної стінки.

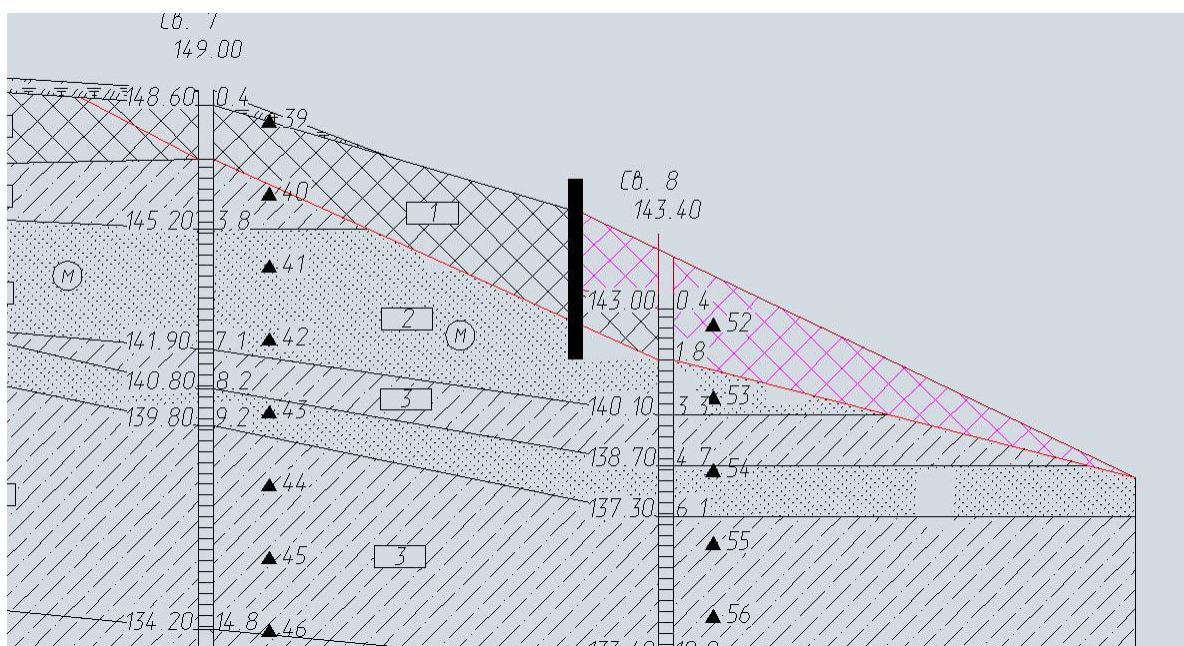


Рис.5

Продовжили схил в автокаді Рис.5, рожевим замальований умовний схил. Червона лінія – лінія зсуву (по якій наші породи будуть зсковзувати та зсуватись).

Далі наше тіло зсуву ділимо на блоки (по 3-5 м), не забуваєм про масштаб автокаду і наш реальний. Все що виміряно в автокаді треба поділити на 5 і тоді ми отримуємо реальні дані про розміри для нашого випадку.

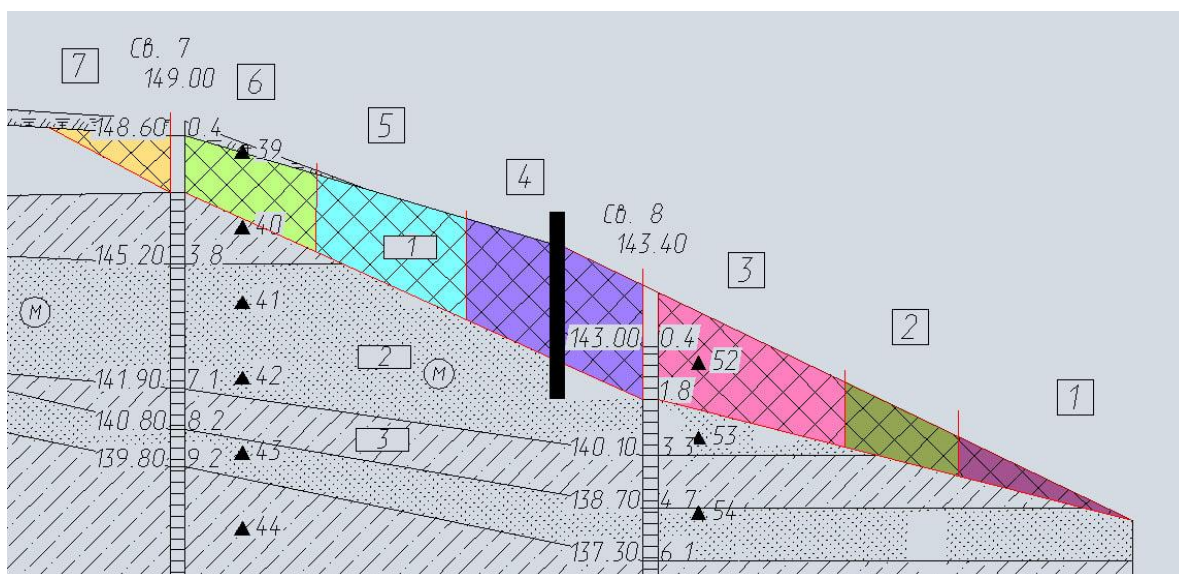


Рис.6

В нас вийшло 7 блоків (Рис.7). Нумерація обов'язкова зверху-донизу. Всі вони складені одними породами (ІГЕ-1) техногенними насипними грунтами: супісками сіро-коричневими, твердими.

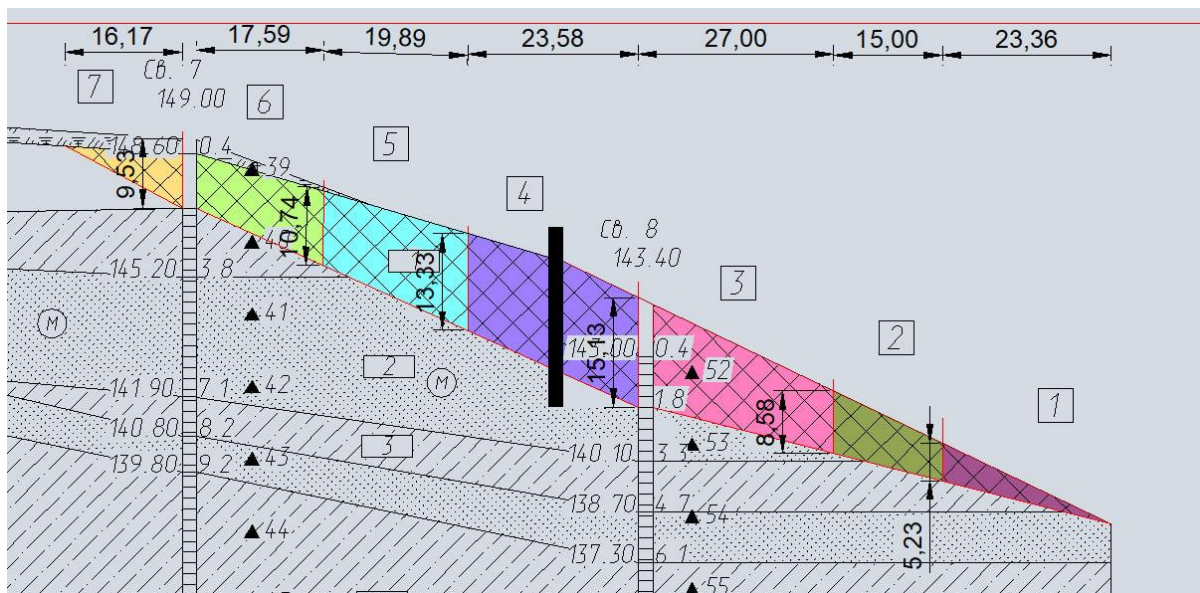


Рис.7

Сутність методу полягає у визначенні активного тиску ґрунту в межах того чи іншого блоку на підпірну стінку з вертикальною задньою межею і з поверхнею ковзання, що нахилена до горизонту під кутом  $\alpha$ .

Маємо визначити для розразунків кут  $\alpha$ .

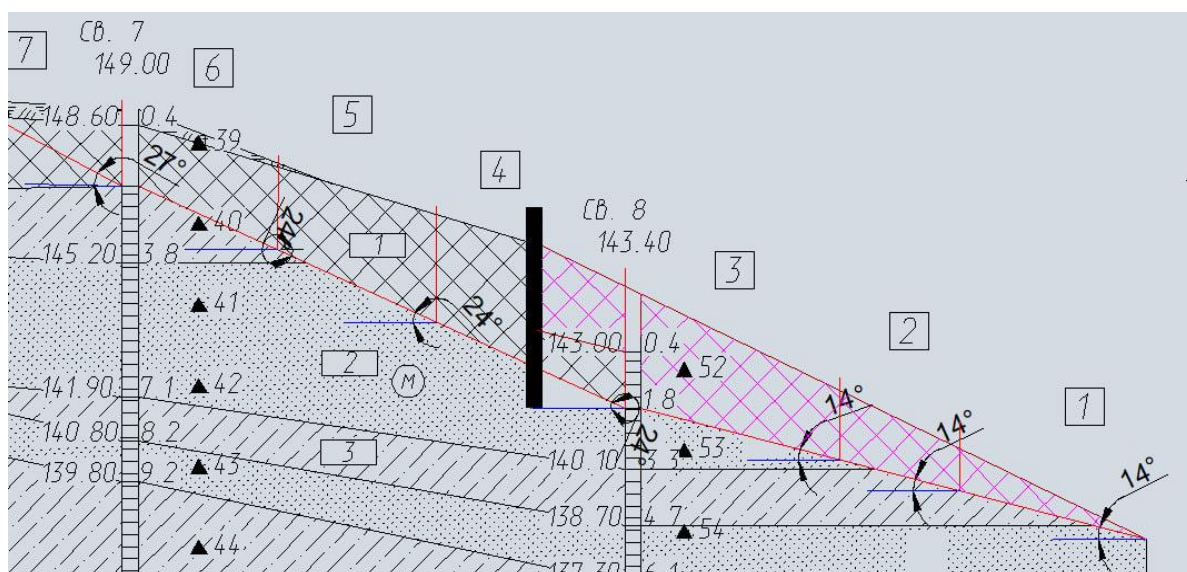


Рис.8.

Кут  $\alpha$  буде між синьою лінією та лінією зсуву в межах блоку, як на Рис.8.

Табл.1

№ блоку	IGE	$a_i$ Ширина блоку	$\alpha_i$ Кут	$h_i$ Висота блоку
7	1	3,2	27	0,0
6		3,5	24	1,9
5		4,0	24	2,148
4		4,7	24	2,7
3		5,4	14	3,0
2		3,0	14	1,7
1		4,7	14	1,0 0,0

Записавши всі дані з розрізу, маємо таблицю 1.

Для розрахунків там також треба дані з лабораторії: щільність ґрунту  $\rho$ , зчеплення  $c$  та кут внутрішнього тертя  $\varphi$

Їх беремо зі звіту, таблиця нормативних та розрахункових параметрів, беремо для сухого ґрунту, бо в межах тіла зсуву в нас не зустрінутий РГВ, отже ґрунт вважається сухий і розрахунки будуть для сухого (без зволоження) схилу

Номер IGE	При природній вологості																					
	Вологість природна W, д.о.		Вологість на межі розколювання, W <sub>p</sub> , д.о.		Число пластичності, I <sub>p</sub> , д.о.		Показник текучості, I <sub>L</sub> , д.о.		Коефіцієнт пористості, e, д.о.		Коефіцієнт водо-насичення, S <sub>r</sub> , д.о.		Щільність, г/см <sup>3</sup>		Кут внутрішнього тертя, град		Питоме зчеплення, С, кПа		Модуль деформації, Е, МПа		Умовний розрахунковий опір, R <sub>o</sub> , кПа	
	$\rho_n$	$\rho_{II}$	$\varphi_n, II$	$\varphi_I$	$c_n, II$	$c_I$	$E_n$	$E_I$	$R_{o, n}$	$R_{o, I}$	$R_{o, II}$	$R_{o, I}$	$R_{o, III}$	$R_{o, IV}$								
1	0.049	0.13	0.04	<0	0.72	0.18	1.63	1.60	20	18	17	13	10	180								
2	0.062	—	—	—	0.68	0.24	1.68	1.65	30	27	2	0	25	300								
3	0.120	0.16	0.05	<0	0.78	0.41	1.68	1.65	24	21	20	13	28	300 170								
4	0.192	0.17	0.06	0.37	0.69	0.74	1.88	1.85	23	20	12	8	11	230								
5	0.196	0.16	0.11	0.33	0.73	0.72	1.86	1.83	19	17	32	23	12	220								
6	0.137	—	—	—	0.56	0.65	1.93	1.90	35	32	6	4	38	—								
7	0.173	—	—	—	0.58	0.79	1.97	1.93	36	33	3	2	36	—								
8	0.188	0.18	0.03	0.27	0.56	0.90	2.03	1.99	14	12	50	33	30	—								

Рис.9.

З Рис.6. маємо наші показники, беремо значення менші, щоб не завищувати отримані показники і себе вберегти від помилкового завищеного коефіцієнту стійкості.

Отже, загальні дані для розрахунку в нас в таблиці 2.

Табл.2

№ блоку	ІГЕ	$a_i$	$\alpha_i$	$h_i$	$\rho_i$	$\varphi_i$	$c_i$	$\gamma_i$	$tg \varphi_i$
7	1	3,2	27	0,0	1,6	18	13	15,696	0,32492
6		3,5	24	1,9					
5		4,0	24	2,148					
4		4,7	24	2,7					
3		5,4	14	3,0					
2		3,0	14	1,7					
1		4,7	14	1,0 0,0					

Також маємо розрахувати питому вагу та тангенс кута внутрішнього тертя  $tg \varphi$ .  
Питома вага  $\gamma$ , визначається як  $9,81(\text{вільне падіння}) * \text{щільність } (\rho)$ .

### 2.3 Розрахунок стійкості схилів за методом Маслова – Берера

ПОСЛІДОВНО:

1. Середня потужність блоку

$$h_{mt} = (h_i + h_{i+1})/2$$

Розрахунку середньої потужності блоку

Табл.3

<b>№ блоку</b>	<b><math>h_{mt}</math></b>
<b>7</b>	0,953
<b>6</b>	2,027
<b>5</b>	2,407
<b>4</b>	2,846
<b>3</b>	2,371
<b>2</b>	1,381
<b>1</b>	0,523

2. Об'єм блоку

$$V_i = a_i \cdot h_{mt}$$

Розрахунок об'єму блоку

Табл.4

<b>№ блоку</b>	<b><math>h_{mt}</math></b>	<b><math>V_i</math></b>
<b>7</b>	0,953	3,08
<b>6</b>	2,027	7,13
<b>5</b>	2,407	9,58
<b>4</b>	2,846	13,42
<b>3</b>	2,371	12,80
<b>2</b>	1,381	4,14
<b>1</b>	0,523	2,44

3. Вага блоків

$$G_i = V_i \cdot \gamma_i$$

Розрахунок ваги блоків.

Табл.5

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$
7	0,953	3,08	48,38
6	2,027	7,13	111,93
5	2,407	9,58	150,29
4	2,846	13,42	210,67
3	2,371	12,80	200,96
2	1,381	4,14	65,03
1	0,523	2,44	38,35

4.Тиск на уявну стінку.

$$H_i = G_i \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Розрахунок тиску на уявну стінку.

Табл.6

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$\operatorname{tg} \alpha$	$H_i$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56

5.Питоме навантаження.

$$p_i = \gamma_i \cdot h_{mt}$$

Розрахунок питомого навантаження.

Табл.7

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$tg a$	$H_i$	$p_i$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65	14,96
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83	31,82
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91	37,78
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80	44,67
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11	37,22
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21	21,68
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56	8,21

6. Коефіцієнт

$$F_p = tg\varphi + \frac{c}{p}$$

Розрахунок коефіцієнта

Табл.8

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$tg a$	$H_i$	$p_i$	$F_p$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65	14,96	1,19
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83	31,82	0,73
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91	37,78	0,67
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80	44,67	0,62
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11	37,22	0,67
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21	21,68	0,92
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56	8,21	1,91

7. Кут зсуву

$$\psi_p = arctg F_p$$

Розрахунок кута зсуву

Табл.9

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$tg a$	$H_i$	$p_i$	$F_p$	$\psi_p$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65	14,96	1,19	50,05
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83	31,82	0,73	36,26
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91	37,78	0,67	33,78
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80	44,67	0,62	31,63
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11	37,22	0,67	33,99
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21	21,68	0,92	42,76
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56	8,21	1,91	62,35

8.Активний тиск.

$$E = G \cdot tg(\alpha - \psi_p)$$

Розрахунок активного тиску.

Табл.10

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$tg a$	$H_i$	$p_i$	$F_p$	$\psi_p$	$tg(\alpha - \psi_p)$	$E$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65	14,96	1,19	50,05	-0,43	- 20,59
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83	31,82	0,73	36,26	-0,22	- 24,32
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91	37,78	0,67	33,78	-0,17	- 25,91
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80	44,67	0,62	31,63	-0,13	- 28,22
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11	37,22	0,67	33,99	-0,36	- 73,10
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21	21,68	0,92	42,76	-0,55	- 35,69
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56	8,21	1,91	62,35	-1,12	- 43,12

9. Частина загального тиску на уявну стінку

$$T = H - E = G[\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}(\alpha - \psi_p)]$$

Розрахунок частини загального тиску на уявну стінку.

Табл.11

№ блоку	$h_{mt}$	$V_i$	$G_i$	$\operatorname{tg} \alpha$	$H_i$	$p_i$	$F_p$	$\psi_p$	$\operatorname{tg}(\alpha - \psi_p)$	$E$	$\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}(\alpha - \psi_p)$	$T$
7	0,953	3,08	48,38	0,51	24,65	14,96	1,19	50,05	-0,43	-20,59	0,94	45,24
6	2,027	7,13	111,93	0,45	49,83	31,82	0,73	36,26	-0,22	-24,32	0,66	74,16
5	2,407	9,58	150,29	0,45	66,91	37,78	0,67	33,78	-0,17	-25,91	0,62	92,83
4	2,846	13,42	210,67	0,45	93,80	44,67	0,62	31,63	-0,13	-28,22	0,58	122,02
3	2,371	12,80	200,96	0,25	50,11	37,22	0,67	33,99	-0,36	-73,10	0,61	123,21
2	1,381	4,14	65,03	0,25	16,21	21,68	0,92	42,76	-0,55	-35,69	0,80	51,90
1	0,523	2,44	38,35	0,25	9,56	8,21	1,91	62,35	-1,12	-43,12	1,37	52,68

$$k = \frac{\sum T_i}{\sum H_i}$$

10. Коефіцієнт стійкості.

$$K=1,81$$

За даних умов, схил вважається стійким і має запас стійкості (він більше 1,25).

## Висновки

Досліджувана ділянка розташована за адресою: вул. Миколи Пимоненка, 15 у Шевченківському районі м.Києва .

Територія дослідження характеризується помірно континентальним кліматом, який переважно формується під впливом циркуляції атмосферних повітряних мас, сонячної радіації, р. Дніпро та антропогенного впливу.

Загалом ділянка в геоморфологічному відношенні приурочена до Придніпровської височини. За формою рельєфу ділянка розташована в правому схилі Глибочицького каньйону з абсолютною висотою 143,40-153,10 м і перепадом висот 9,7 м.

Відповідно до ДБН А.2.1-1:2008 за складністю інженерно-геологічних умов територія будівництва відноситься до III (складної) категорії.

Геологічний розріз в межах досліджуваної глибини 27,0м складений четвертинними відкладами (пісками та супісками). За геолого-генетичними ознаками та фізико-механічними властивостями виділено 8 інженерно-геологічних елементів опис яких наведений зверху – донизу:

ІГЕ-1 – (t Н) – Насипний ґрунт: супісок піщанистий, сіро-коричневий, твердий, з тонкими прошарками піску мілкого 10-15%;

ІГЕ-2 – (d PIII - Н) Пісок мілкий, жовто-сірий, середньої щільності, малого ступеня водонасичення ;

ІГЕ-3 – (d PIII - Н) Супісок пилуватий, пальово-жовтий, твердий, лесовидний, з тонкими прошарками піску мілкого 10-15%;

ІГЕ-4 – (d-с PIII) Супісок піщанистий, коричневий, пластичний;

ІГЕ-5 (d-с PIII) Суглинок легкий пилуватий, коричневий, тугопластичний, з тонкими прошарками суглинку м'якопластичного 10-20%, з включенням карбонатів 5%;

ІГЕ-6 – (N1 пр) Пісок мілкий, світло-сірий, щільний, малого і середнього ступеня водонасичення та насичений водою;

ІГЕ-7– (P3 br) Пісок пилюватий, рудий, жовто-сірий, сіро-бурий, щільний, малого і середнього ступеня водонасичення та насичений водою;

ІГЕ-8 – (P3 mz) Супісок пилюватий, зеленувато-сірий, зелений, пластичний;

В загальній схемі гідрогеологічного районування України досліджуваний район відноситься до північно-східної частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну.

На даній території виділяються 9 водоносних горизонтів. Згідно багаторічних спостережень за рівнем коливання ґрунтових вод, ділянка вишукувань відноситься до невідтоплюваних.

Розрахунок коефіцієнту стійкості був виконаний методом горизонтальних сил Маслова-Берерра. Метод був обраний як найбільш раціональний та доцільний до використання в даних досліджуваних умовах.

За отриманими результатами розрахунків було отриманно площини ковзання з найменшим кількісним показником стійкості.

Нормативний коефіцієнт стійкості 1.25. Отриманий результат:  $k=1,81$ .

Таким чином, результати розрахунків свідчать про стійкий стан схилу.

При облаштуванні фундаменту необхідно передбачити конструктивні заходи, згідно з вимогами ДБН В.2.1-10-2009.

### Список використаних літературних джерел

Барщевский, Н. Е., Купраш, Р. П., Швидкий, Ю. Н. Геоморфологія і рельєфотворюючі відклади району м. Києва (М. Ф. Веклич, Ред.). Наукова думка; 1989

Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування: теорія і практика досліджень : Київ. національний університет ім. Шевченка. — К., 32 с;2008

Бортник, С., Погорільчук, Н., Ковтонюк, О.. Позиція території м. Києва в тектонічній структурі України. Фізична географія та геоморфологія, 35–40с; 2016

Вишневський В. І. Малі річки Києва. Інтерпрес ЛТД, 2013.

Вишневський В.І. Водойми Києва. Київ.Ніка-Центр, 2021

Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва. ДБН А.2.1-1-2008.

Ґрунти. Класифікація (ДСТУ Б В 2.1-2-96). Держбуд України.

Ґрунти. Лабораторні випробування. Загальні положення. (ДСТУ Б В 2.13-96). Держбуд України.

Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань.(ДСТУ Б В 2.1-5-96). Держбуд України.

Зосимович В. та ін. До стратиграфії палеогенових відкладів канівського Придніпров'я, 2015. 353.

Драніков, А. Роз'яснювальна записка. Інженерно-геологічна карта м Києва, масштаб 1:25 000, 1948.

Дрозд, Н.Й., З історії гідрографічних досліджень річок України XVIII - XIXст., Академія наук Української РСР. Інститут гідрології та гідротехніки. Видавництво АН УРСР. Київ, 1958.

Возгрін Б. Д., Педанюк Г. І., Демехін Л. О., Соловицький В. М.; Карта четвертинних відкладів України. Масштаб 1 : 1 000 000 , Київ : Державна геологічна служба України, 2000.

Костюченко М.М. Механіка ґрунтів : навчальний посібник – Інтернет ресурс Київського університету. – geol.univ@kiev.ua – 116 с.

Костюченко, М. М., Шостак, А. В. (2004). Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів».

Костюченко М.М, А.В.Шостак А. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни “механіка ґрунтів”. Київ, 60 с.,2005.

Кошляков О.Є., Рева, М.В. Тимчасові методичні вказівки з підготовки та оформлення бакалаврських робіт зі спеціальності 103 – Науки про Землю група «Гідрогеологія та інженерна геологія». Київ: ВПЦ «Київський університет»,2022

Мороз С. А. Історія біосфери Землі. Книга друга. Геолого-палеонтологічний життєпис / С. А. Мороз. – Київ : Заповіт, 422 с. 1996.

Паранько І. "Основи четвертинної геології" : навчальний посібник. Кривий Ріг : Вид. центр КТУ, 99 с. 2008.

ТОВ «Інженербудпроект». Інженерно-геологічні вишукування. Технічний звіт. Київ, 2017. 57 с.

Управління екології та природних ресурсів департаменту міського благоустрою та збереження природного середовища виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації),2017

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в м.Києві у 2016 році.– Режим доступу

<https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/Доповідь%20Київ%202016.pdf>



## Додаток В

