

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 ВЕЛИЧИНИ ОСІДАННЯ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ НА  
ДОСЛІДНІЙ ДІЛЯНЦІ ВУЛ. МИКОЛИ АМОСОВА 9, м. КИЇВ»

Виконала



студентка 4-го курсу  
кафедри гідрогеології та інженерної геології  
Ярмішко Дарина Володимирівна

Науковий керівник



кандидат геол. наук  
Рева Максим Валерійович

Робота рекомендується до захисту (протокол № 13  
кафедри гідрогеології та інженерної геології від "13.06", 2023р.

Завідувач кафедри



професор, доктор геол. наук  
Кошляков Олексій Євгенович

Київ – 2023

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ.....	5
1.1. Фізико - географічні умови району робіт .....	5
1.1.1. Положення ділянки.....	5
1.1.2. Клімат.....	5
1.1.3. Геоморфологія, рельєф та гідрографія .....	8
1.2. Геологічна будова .....	10
1.2.1. Структурно-тектонічні особливості.....	10
1.2.2. Стратиграфія .....	12
1.2.3. Нестратифіковані утворення.....	23
1.3. Гідрогеологічні умови .....	24
1.4. Інженерно-геологічні умови .....	27
РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ.....	33
2.1. Інженерно - геологічні та гідрогеологічні умови ділянки дослідження.....	33
2.2. Методика визначення вертикальних деформацій ґрунтової основи.....	34
2.2.1. Методика розрахунку осідання ґрунтової основи методом пошарового підсумовування.....	35
2.3. Розрахунок величини вертикальних деформацій ґрунтової товщі на ділянці будівництва .....	37
ВИСНОВОК .....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТКИ .....	47

## ВСТУП

*Актуальність дослідження.* Визначення вертикальних деформацій ґрунтової основи є актуальною задачею у складі сучасного комплексу інженерно-геологічних досліджень. Адже вона враховує як осідання товщі від навантаження споруди, так і додаткові деформації, що розвиваються в природних умовах в місцях поширення структурно-нестійких ґрунтів. На сьогодні, в умовах щільної забудови міських територій, зокрема м. Києва, доводиться все частіше вирішувати задачі спорудження інженерних споруд у складних інженерно-геологічних умовах, а саме на площах поширення здатних до просідання від власної ваги лесових ґрунтів.

Тому питання вивчення деформаційних властивостей ґрунтів є важливим та актуальним для інженерної геології.

*Об'єктом дослідження* є ґрунтова основа на ділянці будівництва житлового будинку.

*Предметом дослідження* є деформаційні властивості ґрунтової основи на будівельному майданчику.

*Мета і задачі дослідження.* Мета цієї бакалаврської роботи полягає у визначенні величини можливих вертикальних деформацій ґрунтової основи на ділянці будівництва житлового будинку.

Відповідно до поставленої мети визначені наступні завдання дослідження:

- охарактеризувати загальні природні умови території;
- виконати розрахунок величини осідання ґрунтової основи фундаменту на природній основі методом шарового підсумовування;
- розрахувати величину деформацій ґрунтової основи для стрічкового та прямокутного фундаменту;
- Вибрати оптимальний тип фундаменту для даної ділянки робіт.

*Практичне значення* отриманих результатів полягає в тому, що на основі визначеного значення величини вертикальних деформацій ґрунтової основи можна оцінити надійність проекрованої споруди та правильність інженерних рішень.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДБН – Державні будівельні норми

ДСТУ – Державні стандарти України

ДДЗ – Дніпровсько-Донецька западина

ЗСР – Загальне сейсмічне районування

ІГЕ – Інженерно-геологічний елементи

Пн. Ш. – північна широта

р. – річка

рр. – роки

Сх. Д. – східна довгота

УКМ – Українського Кристалічного масиву

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ

### 1.1. Фізико - географічні умови району робіт

#### 1.1.1. Положення ділянки

Об'єкт дослідження розташований на правому березі річки Дніпра у м. Києві, за адресою вул. Миколи Амосова, 9 (рис 1.1.).

#### 1.1.2. Клімат

Район роботи характеризується помірно-континентальним кліматом з чітко вираженими порами року. Літні місяці відрізняються відносно високою вологістю і температурою, тоді як зимові місяці є м'якими. Територія дослідження є метеорологічно добре вивченою. Метеостанція, яка знаходиться у аеропорту Жуляни є найближчою до об'єкту дослідження і розташовується на відстані 24 км в південному напрямку, 50°40' – Пн. Ш. 30°57' – Сх. Д. Код метеостанції – 33345, висота над рівнем моря – +167 м (Погода в Києві - РП5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rp5.ru>).

У таблиці 1.1 наведені дані про розподіл середньомісячних температур повітря на метеостанції в аеропорту Жуляни за період з 1994 по 2022 роки.

*Таблиця 1.1 – Дані щодо температурного режиму повітря на метеостанції в аеропорту Жуляни за 1994 по 2022 рр.*

Пункт	Середньомісячна температура, °С												Середня багаторічна температура, °С
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Жуляни (аеропорт)	-4,4	-3,6	1,1	9,0	15,3	18,9	20,3	19,5	14,3	8,1	2,2	-2,2	8,2



Масштаб 1: 2000

Умовні позначення

Досліджувана ділянка робіт



Рис. 1.1 – Оглядова карта-схема району робіт (Google maps [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/maps/place/>.)

Середня багаторічна температура повітря складає +8,2°C. Температурні показники для найтеплішого і найхолоднішого місяців наступні: середня багаторічна температура у найтеплішому місяці (липні) становить +20,3°C, а у найхолоднішому місяці (січні) -4,4°C. (Погода в Києві - РП5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rp5.ru>).

У другій половині грудня утворюється стійкий сніговий покрив, середня висота якого становить 13,9 см. Найбільша товщина снігу зафіксована у березні 2013 р. і склала 56 см.

Поступове танення снігу та плавний перехід від зими до весни сприяють поступовій інфільтрації талих вод. Сніговий покрив повністю зникає в першій декаді березня. Промерзання ґрунту в цей період залишається в межах 1,0-1,5 м.

У середньому, відносна вологість повітря за рік становить 72%, але в квітні 2009 р. було зафіксовано мінімальне значення вологості повітря, яке становило 9%.

За даними, середньорічна кількість опадів дорівнює 627 мм. Максимальна кількість опадів припадає на весняно-літні місяці, зокрема на травень-липень. В таблиці 1.2 подані дані щодо внутрішнього розподілу атмосферних опадів. (Погода в Києві - РП5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rp5.ru>).

*Таблиця – 1.2 Внутрішньорічний розподіл атмосферних опадів по метеостанції в аеропорту Жуляни за 1994-2020 рр .*

Пункт	Середньомісячна сума опадів, мм												Холодний період XI-III, мм	Теплий період IV-X, мм	Сума середньомісячної кількості опадів,
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень			
Жуляни (аеропорт)	42	42	38	43	58	71	76	65	51	42	50	48	221	406	627

### 1.1.3. Геоморфологія, рельєф та гідрографія

Згідно зі схемою геоморфологічного районування ділянка робіт знаходиться в межах Придніпровської височини, а саме Київського Полісся та представляє собою слаборозчленовану хвилясту рівнину з загальним нахилом поверхні у північно-східному напрямі, яка характеризується заплавними та типовими терасовими формами.

Рельєф низовини – моренно-зандровий денудаційно-аккумулятивний тип рельєфу, що формувався протягом середньонеоплейстоценово-голоценового періоду.

В геоморфологічному відношенні Київське Полісся неоднорідне та характеризується складним східчастим рельєфом. Основну роль у характері та просторовому розподілі окремих геоморфологічних сходинок у Київському Поліссі відіграли геоструктура, дніпровське зледеніння та діяльність талих вод дніпровського та прип'ятського (тясминського) зледеніння, а також ерозійно-аккумулятивна діяльність річок.

Абсолютні відмітки поверхні коливаються від +110 до +190 м.

Річкова система досліджуваної належить до басейну р. Дніпро.

Річка Дніпро є найбільшою та найдовшою річкою в Україні. Природна довжина Дніпра складала 2 285 км, але після побудови каскаду гідроелектростанцій та водосховищ її довжина становить 2 201 км. У межах України річка Дніпро протікає на довжині 981 км. Річка має басейн площею – 504 тис. км<sup>2</sup>, в межах України – 291,4 тис. км<sup>2</sup>. Основна притока в межах досліджуваної території є р. Десна (Екологічний паспорт місто Київ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco\\_pasport\\_2019.pdf](https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco_pasport_2019.pdf)).

Річка відноситься до рівнинного типу з повільною й спокійною течією. Для р. Дніпро характерне звивисте річище, річка утворює рукави, багато перекатів, островів, проток, мілин. Заплава р. Дніпро по довжині річки часто змінює свою ширину. Вище гирла р. Десна заплава має ширину 3 км, розширюючись до гирла

до 12-18 км, нижче гирла заплава звужується, і в м. Київ ширина її складає 5 км. Площа дельти складає 350 км<sup>2</sup>.

Ширина русла змінюється від 120 до 1 200 м, переважаюча – 300-400 м. Глибина русла коливається від 1,5 до 9 м, переважаюча 4-5 м. Русло річки має звивисту форму та постійно змінює свій напрямок.

Річка зазвичай має швидкість течії 0,7-0,8 м/с, але найбільша швидкість може досягати 1,2 м/с.

Беручи до уваги різні природні умовами м. Київ має строкатий ґрунтовий покрив. У Північних околицях міста, що тягнуться до Полісся, переважають дерново-підзолисті ґрунти, які розвинулися переважно під хвойними лісами. У правобережній високій частині Києва поширені ґрунти звичні для майже всієї України - чорноземи. Ці ґрунти утворились на дуже специфічних, повітропроникних та відносно сухих суглинках, які зазвичай зростають в лісах. У природних лісопарках Києва є темно-сірі лісові ґрунти, які утворились під широколистяними лісами.

Річка Дніпро зарегульована. Вище за течією м. Київ розташоване Київське водосховище, нижче Канівське водосховище, об'єм якого 3 730 млн. м<sup>3</sup> і обсяг середнього річкового стоку, який протікає через ствір гідровузла, становить 33 100 млн. м<sup>3</sup>. Канівське водосховище, що знаходиться південніше м. Київ, виконує функцію регулювання стоку як на тижневому, так і на добовому рівнях, об'єм становить 2 480 млн. м<sup>3</sup>, стік річки в створі гідровузла 43 9000 млн. м<sup>3</sup> (Екологічний паспорт місто Київ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco\\_pasport\\_2019.pdf](https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco_pasport_2019.pdf)).

Змішане живлення річки Дніпро складається з підземних джерел, дощових та снігових опадів. Приблизно 80% щорічного стоку формується на верхів'ї басейну, де випадає значна кількість опадів і є мале випаровування. Режим води в річці формується через чітко виражені природні явища, такі як весняні повені, низькі рівні влітку з періодичними літніми паводками, регулярне підвищення рівня води восени та зимові підвищення рівнів.

Густота гідрографічної сітки в районі є досить високою та відноситься до басейну річки Дніпро. Серед найбільш значних лівобережних приток Дніпра належать річки Десна, Трубіж, Супой, а правобережних – Прип'ять, Уж, Тетерев, Здвиж, Ірпінь, Стугна та Рось (Екологічний паспорт місто Київ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco\\_pasport\\_2019.pdf](https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco_pasport_2019.pdf)).

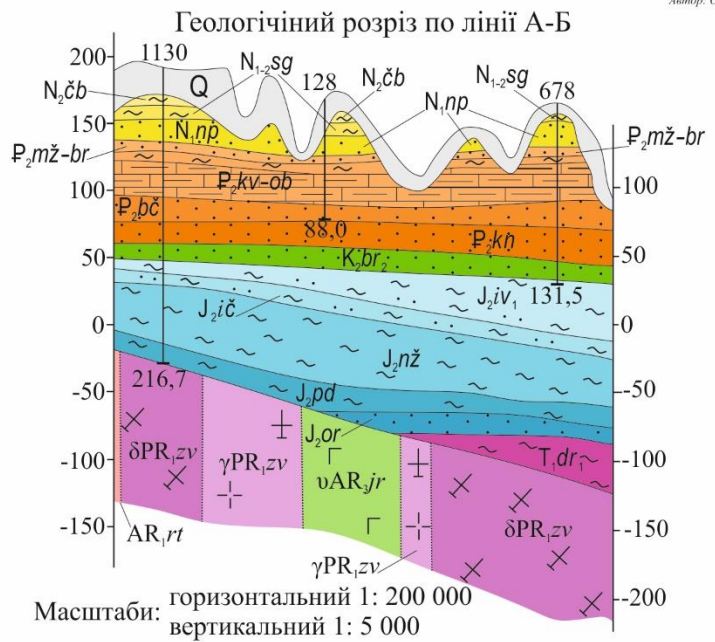
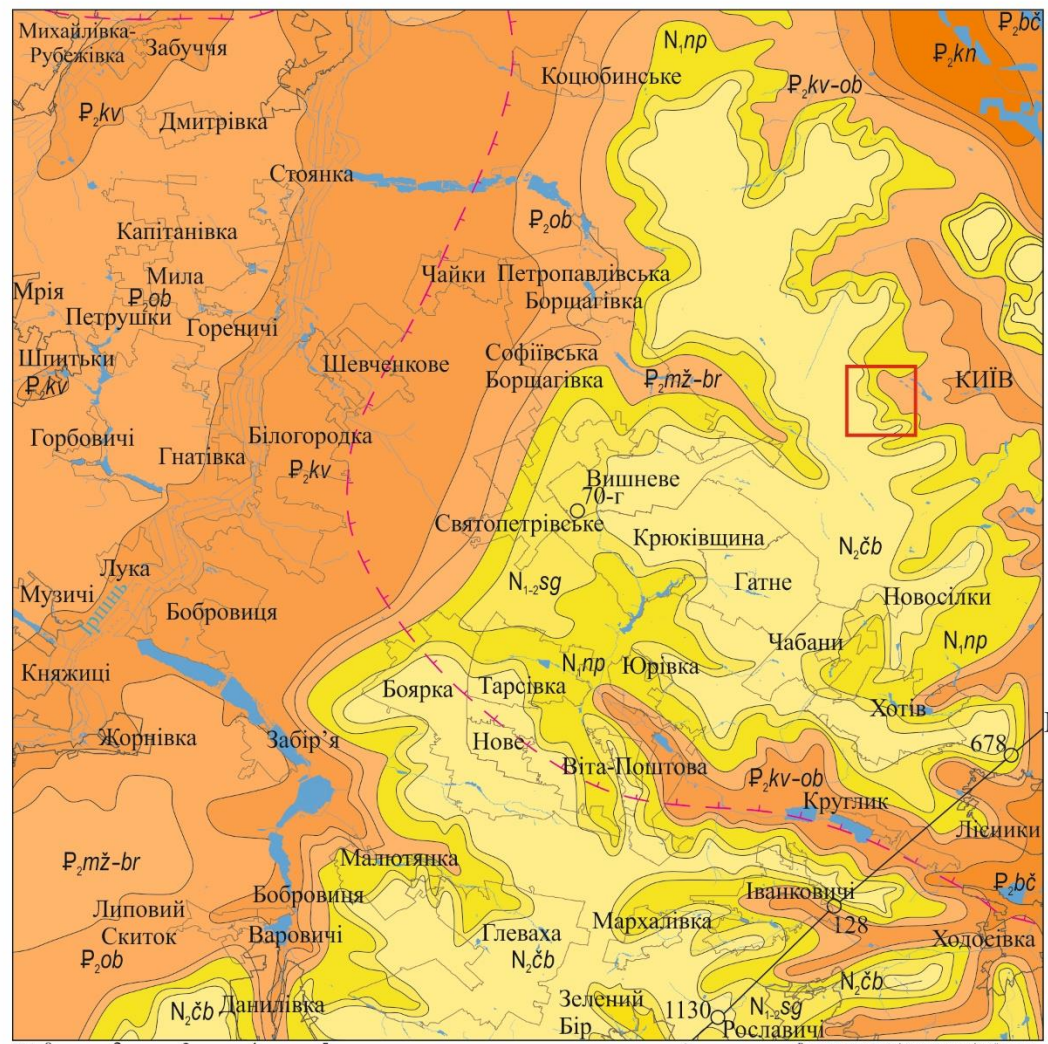
## **1.2. Геологічна будова**

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

Місце проведення робіт розташоване на аркуші М-36-ХІІІ (Київ) Державної геологічної карти масштабу 1:200 000. Цей район приурочений до схилу Українського щита, який занурюється в бік Дніпровсько-Донецької западини (Ковальов и др., 2001).

Геологічна будова району включає кристалічні породи докембрійського віку та результати їх вивітрювання, а також осадові відклади мезозою (утворення тріасової, юрської та крейдової систем) і кайнозою (породи палеогенової, неогенової та четвертинної систем(рис. 1.2).

Територія району робіт знаходиться в складній тектонічній зоні переходу від Українського Кристалічного масиву (УКМ), який знаходиться в західній частині, до Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) – в східній частині. Північно-східний схил щита, включаючи місто Київ, розпочав формуватися на межі палеозою та мезозою. У середині пермського періоду почалося прогинання цієї частини УКМ, тому територія району перетворилася на область спокійного осадконакопичення (Лисенко, 2021), (Ковальов и др., 2001).



**Рис. 1.2 – Геологічна карта району робіт (Ковальов и др., 2001)**

## 1.2.2 Стратиграфія

### ***Архей-протерозой***

В межах району робіт найбільш давніми є кристалічні породи архей-протерозойського фундаменту, які залягають на глибині від 200 до 215 м.

Представлені вони переважно утвореннями росинсько-тікицької серії неорархею ( $AR_{1rt}$ ), складеними амфіболітами, кристалосланцями біотит-амфіболовими, гнейсами амфібол-біотитовими та біотитовими (Ковальов и др., 2001).

### ***Мезозойська ератема***

Тріасова система

Нижній відділ

Індський ярус

*Дронівська світа. Нижня (пересазька) підсвіта* ( $T_1dr_1$ ) розповсюджена в центральній та північно-східній частині території дослідження. Відклади підсвіти знаходяться на кристалічних породах докембрійського фундаменту або на продуктах їхнього вивітрювання і перекривається породами середньої юри.

Нижня частина пересазької підсвіти представлена піщаною товщею з підпорядкованими прошарками пісковиків, рідше глин. Для неї характерний світло-сірий, жовто-сірий колір, часто з блакитним відтінком. Піски кварцові, добре відсортовані, різною мірою глинисті, каоліністі.

Вище за розрізом залягають кварцові піски світло-сірі, жовто-сірі, місцями зеленуваті. Потужність описуваних відкладів змінюється від 1-2 до 40 м (Ковальов и др., 2001).

Юрська система

Середній відділ

Байоський ярус

*Орельська світа* ( $J_2or$ ) має обмежене розповсюдження на території дослідження. Відклади орельської світи залягають на розмитій поверхні тріасової

товщі, в місцях її відсутності – на кристалічних породах докембрійського фундаменту або на продуктах їх вивітрювання, перекриваються утвореннями підлужної світи.

У підошві розрізу орельської світи спостерігається базальний шар порід, який складається з гравію, крупних і середніх пісків. Цей шар практично не містить глинистих домішок. Вище залягають відклади заплавної фації, представлені сірими, коричнево-сірими, середньо- та дрібнозернистими, здебільшого кварцовими, слабо глинистими пісками з тонкими прошарками піщанистих глин та алевритів. Верхня частина складена піщанистими глинами і алевритами з проверстками вуглистих пісків та бурого вугілля. Глини та алеврити в цьому районі мають сірий, темно-сірий або чорний колір з буруватим відтінком. Деякі з них мають різний ступінь вуглистості. Вони характеризуються горизонтальним верствуванням. Сумарна потужність відкладів орельської світи, в основному, становить 1-16 м.

#### Байоський та батський яруси нерозчленовані

*Підлужна світа (J<sub>2pd</sub>)* поширена всюди на площі дослідження. Відклади підлужної світи незгідно, з розмивом, залягають на поверхні утворень орельської світи, в місцях їх відсутності – на кристалічних утвореннях докембрійського фундаменту або на результатах їхнього вивітрювання, згідно перекриваються глинами ніжинської світи.

Розріз світи складений рівномірним шаруванням алевритистих глин з однорідною товщиною, які поступово переходять до глинистих алевритів у підошві. Порооди у цьому розрізі мають темно-сірий до чорного кольору з буро-коричневим відтінком. Вони різними мірою містять вуглець і часто мають хаотичне шарування, хоча іноді можуть бути більш однорідними. В загальній масі порід часто простежуються уламки міцно зцементованих різнозернистих, грубозернистих пісковиків. У розрізі світи інколи помітні малопотужні проверстки глинистих сидеритів жовто-бурого кольору. Загальна потужність описуваних відкладів досягає 22 м.

### Батський ярус

*Ніжинська світа* ( $J_2n'$ ) розвинена повсюдно в районі робіт. Відклади ніжинської світи залягають на утвореннях підлужної світи, перекриваються породами ічнянської світи.

Ніжинська світа літологічно характеризується однорідною товщею тонкошаруватих глин з присутністю сидеритових вкраплень. Глини відзначаються сірим або темно-сірим забарвленням з зеленуватим і голубуватим відтінком, слюдисті, щільні, безкарбонатні. Потужність відкладів світи становить 34-56 м.

### Келовейський ярус

*Ічнянська світа* ( $J_2i'$ ) поширена на всій території дослідження. Відклади ічнянської світи залягають згідно на утвореннях батського ярусу, перекриваються породами іваницької товщі.

Розріз світи, переважно, складений алевритами та глинами, часто має двочленну будову. Нижня її частина представлена глинами сірими, темно-сірими щільними, часто алевритистими, вапняковистими. Верхня частина представлена глинистими алевритами. Алеврити в цьому випадку мають сірий або темно-сірий колір з буруватим відтінком. Вони складаються переважно з кварцу, мають різну кількість глинистих домішок, піщинок і часто мають вапняковий характер. Потужність утворень ічнянської світи змінюється від 8 до 15 м.

### Келовейський ярус

*Іваницька світа. Нижньоіваницька підсвіта* ( $J_2iv_1$ ) розповсюджена повсюдно в районі робіт. Відклади нижньоіваницької підсвіти залягають на породах ічнянської світи, перекриваються утвореннями верхньої крейди.

Нижньоіваницька підсвіта літологічно складена алевритами карбонатними, крем'янистими, глинистими, серед яких спостерігаються прошарки алевритистих вапняків, глин, мергелів, карбонатних та алевритових опок, рідше тонкозернистих пісків, пісковиків. Алеврити світло-сірі із зеленувато-бурим відтінком, однорідні, іноді верстуваті, глинисті, карбонатні. Глини сірі, світло-сірі з бурувато-коричневих

відтінком, щільні, різною мірою карбонатні, алевритисті. Піски дрібно- та тонкозернисті, кварцові, часто вміщують залізисті ооліти, черепашковий детрит. Потужність відкладів коливається від 7 до 42 м (Ковальов и др., 2001).

Крейдова система

Верхній відділ

Сеноманський ярус

*Буромська світа. Верхньобуромська підсвіта ( $K_2br_2$ )* розповсюджений на всій площі дослідження. Верхньобуромські відклади залягають на юрських утвореннях, перекриваються палеогеновими породами.

Відклади підсвіти літологічно представлені зеленувато-сірими, дрібно- та тонкозернистими, кварц-глауконітовими, глинистими пісками. Потужність відкладів становить 11-17 м.

*Товща крейди ( $K_2k$ )* поширена в північно-східній частині району робіт. Залягає на відкладах буромської світи, перекривається палеогеновими утвореннями.

Товща представлена писальною крейдою, що у напрямку підосви перетворюються в мергель. Крейда має білий колір, а іноді також може бути світло-сірою, щільна. Потужність відкладів товщі досягає 15 м (Ковальов и др., 2001).

### ***Кайнозойська ератема***

Палеогенова система

Еоценовий відділ

Канівський регіоярус

*Канівська серія ( $\}2kn$ )* розповсюджена на всій території робіт. Канівські відклади трансгресивно залягають на утвореннях верхньої крейди, перекриваються бучацькою серією.

У розрізі переважно присутні піски. У нижній частині вони мають темно-сірий колір, іноді наближаючись до чорного. Піски є дрібно- і тонкозернистими, містять алеврит, слюду і глауконіт. В основі розрізу спостерігаються шари чорних вуглистих глин, а також включення великих зерен кварцу, гальки кременю і жовних

фосфоритів. Середня частина розрізу складена пісками мають сірий і зеленувато-сірий колір, складаються з глауконіт-кварцових зерен і мають дрібну і різнозернисту структуру. Завершують розріз піски темно-сірі глауконіт-кварцові з лінзами глин темно-сірих і пісковиків. Потужність відкладів змінюється від 16 до 26 м.

#### Бучацький регіонарус

*Бучацька серія* ( $\}_{2b/}$ ) широко розвинена на території дослідження. Бучацькі відклади трансгресивно залягають на канівських утвореннях. Перекриваються породами київської світи, а в долині р. Дніпро – четвертинними відкладами.

Складена бучацька серія переважно глауконіт-кварцовими пісками. Після канівських пісків розташовується шар гравелевого піску та фосфоритової гальки. Вище знаходяться зеленувато-сірі дрібно- і тонкозернисті піски, які містять алеврит і глини. Верхній шар складається з сірих і зеленувато-сірих різнозернистих пісків. У пісках часто можна знайти дрібні чорні фосфорити, а також спостерігаються стяжіння пісковика, який має сірий і темно-сірий колір, зазвичай дрібнозернистий. Потужність їх змінюється від 12 до 21 м.

#### Київський регіонарус

*Київська світа* ( $\}_{2kv}$ ) залягає на утвореннях бучацької серії, перекривається неогеновими та четвертинними відкладами.

Породи київської світи складаються з морських пісків, глин і мергелів. Базальний горизонт включає піски жовтувато-зеленувато-сірого кольору, які містять кварц і глауконіт, а також мають мергелеву структуру. Ці піски переважно мають дрібну і середньозернисту зернистість, з чисельними фосфоритами бурого або темно-сірого кольору. Вище залягають мергелі і глини світло-сірі зі слабким голубувато-зеленуватим відтінком, щільні. Перекривають мергелі в'язкі глини зеленувато-блакитно-сірі. Сумарна потужність описуваних відкладів досягає 29 м.

#### Обухівський регіонарус

##### Харківська серія

*Обухівська світа* ( $\}_{2ob}$ ) має обмежене поширення в районі робіт. Відклади залягають з чітким контактом на поверхні київської світи, перекриваються утвореннями нижнього олігоцену.

Нижня частина розрізу представлена пісками алевритистими зеленувато-сірими, з плямами жовтого та бурого кольору, безвапняковими. Вище залягає алеврит блакитно-сірий до синього, глинистий, безвапняковий. Розріз завершується шарами піщаних, слюдистих і глауконітових алевритів жовтувато-зеленувато-сірого кольору, які не містять вапнякових включень. В цих шарах можна спостерігати численні світло-сірі та жовті плями. Загальна потужність відкладів коливається від 3 до 14 м.

#### Олігоценний відділ

Межигірський та берекський регіонари нерозчленовані

Харківська та полтавська серія нерозчленовані

*Межигірська та берекська світи нерозчленовані* ( $\}_{3mž-br}$ ) залягають на розмитій поверхні обухівської світи з чіткою перервою, перекривається відкладами неогенової та четвертинної систем.

Межигірська світа складена мілководними морськими піщано-глинистими утвореннями. Ці утворення є різно-, середньозернистими, і містять кварц і глауконіт. Крім того, вони можуть мати незначну домішку глинисто-алевритового матеріалу. Загальна потужність світи від 12 до 15 м. Берекська світа представлена глинами буро-зеленими, буро- та темно-сірими до чорних, з проверстками та лінзами світло-сірого кварцового, іноді можуть зустрічатися лінзи кварцового піску, які мають світло-сірий колір, а також зеленувато-сірий колір, з тонкими лінзоподібними прошарками залізного пісковіку. Потужність сягає 6 м (Ковальов и др., 2001).

Неогенова система

Міоценовий відділ

Новопетрівський регіонари

## Полтавська серія

*Новопетрівська світа* ( $N_{1np}$ ) зберіглась лише на вододілах правобережжя р. Дніпро, де вона досить поширена. Залягають породи світи на розмитій поверхні відкладів еоцен-олігоцену, перекриваються товщею строкатих глин, а в межах площ розмиву останніх – четвертинними відкладами.

Нижня частина світи утворена сірими пісками, темно-сірими або бурими з різною зернистістю, включаючи прошарки темно-сірих вуглистих глин та піщанистого бурого вугілля. В її нижній частині, на межі з берекською світою, знаходиться шар різнозернистих пісків, іноді з гравелевими включеннями, в окремих випадках, гумусованих. Вище за стратиграфічною послідовністю зустрічаються сніжно-білі, світло-сірі та сірі піски, іноді з легким жовтим або рожевим відтінком, які є дрібнозернистими та шаруватими каоліністичними пісками, іноді містять прошарки або лінзочки піщанистих, каолінистих глин, а також в деяких місцях зустрічаються прошарки кварцових пелітових борошнистих пісків, відомих як маршаліти. Розріз завершується шарами піску жовтувато-сірого та вохристо-жовтого кольору, що є кварцовими, різнозернистими та містять значну кількість каоліну. Ці шари переходять у зцементований каолінистий пісковик або піщанистий каолін у великій мірі. Сумарна потужність відкладів світи досягає 20 м.

### Міоценовий та пліоценовий відділи нерозчленовані

*Товща строкатих глин* ( $N_{1-2sg}$ ) широко розповсюджена на вододільних ділянках міжріччя р. Ірпінь. Вона залягає з розмивом на полтавських відкладах, перекривається товщею бурих глин, а на ділянках відсутності останніх – четвертинними відкладами.

Нижня частина розрізу представлена однорідними глинами сірими, попелясто-сірими, вище темно-сірими, іноді майже чорними, досить чистими, пластичними. Верхня частина розрізу складена строкатими глинами полімінеральними, більш піщанистими, щільними, в'язкими. Часто присутні залізисті та залізисто-марганцеві стяжіння. Потужність описуваних порід 1-20 м.

### Пліоценовий відділ

*Товща червоно-бурих глин (N<sub>2</sub>čb)* розташована на товщі строкатих глинах, перекривається четвертинними відкладами.

Глини характеризуються різноманітним забарвленням та змінним літологічним складом. Глини, пластичні, щільні, в'язкі, безкарбонатні, в різному ступені піщанисті. Потужність бурих глин досягає 10 м (Ковальов и др., 2001).

### Четвертинна система

#### Еоплейстоценовий розділ

*Озерно-алювіальні відклади (IaE)* складають межиріччя р. Ірпінь. Залягають безпосередньо на відкладах неогену та палеогену. Перекриваються нерозчленованими елювіальними, еолово-делювіальними еоплейстоценовими глинами.

Озерно-алювіальні відклади представлені гумусованими, погано сортованими, різнозернистими від середньозернистих до гравелистих, кварцовими пісками, які містять прошарки темно-сірих гумусованих суглинків. Потужність цих утворень змінюється від 2 до 15 м.

*Елювіальні та еолово-делювіальні відклади (e,vdE)* поширені в межиріччі р. Ірпінь. Залягають на утвореннях неогенової та палеогенової систем, а їх верхній шар перекривається різнофаціальними відкладами. Іноді ці відклади можуть бути перекриті елювіальними або еолово-делювіальними утвореннями нижнього неоплейстоцену.

Елювіальні та еолово-делювіальні відклади характеризуються різноманітним кольоровим спектром. Вони включають сірі, зеленувато-сірі, оливково-зелені, коричневі та коричнево-жовті нерівномірно плямисті глини. У цих глинах можна спостерігати численні блакитно-сірі, жовтуваті та вохристі плями різних форм і розмірів. Переходи від одного кольору до іншого відбуваються поступово та незакономірно. У складі відкладів також можна знайти прошарки сірих

різнозернистих, переважно середньозернистих, місцями гумусованих кварцових пісків. Потужність в середньому становить 10-20 м (Ковальов и др., 2001).

### Неоплейстоценовий розділ

#### Нижня ланка

*Елювіальні та еолово-делювіальні відклади (e, vdP<sub>I</sub>)* залягають на еоплейстоценових утвореннях і перекриті елювіальними утвореннями середнього неоплейстоцену або різнофаціальними відкладами дніпровського льодовика.

Елювіальні та еолово-делювіальні відклади представлені глинами, суглинками, лесами і лесовидними суглинками. Потужність в середньому становить 0,1-2,0 м.

#### Нижня та середня ланки нерозчленовані

*Озерно-алювіальні відклади (IaP<sub>I-II</sub>)* поширені в палеодолині пра-Ірпінь у Київському Полісі та деяких його приток у льодовикових районах. У покрівлі відклади частково денудовані та плащеподібно перекриті різнофаціальними утвореннями дніпровського льодовика.

Озерно-алювіальні відклади представлені двома різнофаціальними пачками: нижньою – переважно піщаною, алювіальною, та верхньою – супіщано-суглинистою, озерно-льодовиковою. Нижня пачка представлена сірими та жовто-сірими пісками різного розміру зерен. Унизу розрізу спостерігається збільшення розміру зерен, а також поява катунів обухівських алевритів і строкатих глин. Верхня пачка представлена з перекриваючих шарів озерних, озерно-алювіальних глинистих пісків, супісків та суглинків. Ці відклади мають сірий і зеленувато-сірий колір і часто містять гумусовані домішки. Сумарна потужність описуваних відкладів коливається від 1 до 20 м (Ковальов и др., 2001).

#### Середня ланка

*Елювіальні відклади (eP<sub>II</sub>)* присутні на вододільних ділянках межирр'я р. Дніпро-р. Ірпінь. Залягають на відкладах нижнього неоплейстоцену та

еоплейстоцену. Перекриті різнофаціальними утвореннями дніпровського зледеніння.

Представлені чорноземоподібними і коричнево-бурими, бурими, червоними та коричневими ґрунтами з прошарками лесів. Потужність елювіальних відкладів коливається в межах від 0,6 до 1,8 м.

*Льодовикові відклади (gP<sub>II</sub>)* характеризуються наявністю червоно-коричневих супісків та середньо- до важкосуглинистих суглинків. У цих відкладах також можна спостерігати включення валунів та гальки кристалічних порід. Потужність досягає 16 м.

*Водно-льодовикові та озерно-льодовикові відклади (f, lP<sub>II</sub>)* складаються з під- і надморенних озерно-льодовикових та водно-льодовикових суглинків та супісків, пісків світло-сірих, зелено- або блакитно-світло-сірих. Потужність підморенних відкладів сягає 25 м, потужність надморенних – до 15 м.

*Алювіальні відклади третьої надзапавної тераси (a<sup>3</sup>P<sub>II</sub>)* поширені в межах третьої надзапавної тераси р. Ірпінь. Незгідно залягають на поверхні обухівської світи палеогену. Перекриваються делювіально-еоловими пісками пізньонеоплейстоценового-голоценового віку.

Алювіальні відклади складені однорідним, середньозернистим кварцовим піском. Ці відклади можуть мати нечітку горизонтальну верстуватість, яка зумовлена зміною зернистості піску. Деякі ділянки можуть містити поодинокі лінзи сірого старичного суглинку, що розташовані в розрізі. Потужність сягає 50 м (Ковальов и др., 2001).

#### Верхня ланка

*Елювіальні та еолово-делювіальні відклади (e, vdP<sub>III</sub>)* представлені бурими ґрунтами, рідко з прошарками лесів, лесами та лесоподібними суглинками, супісками. Потужність описуваних відкладів в середньому становить 7-15 м.

*Алювіальні відклади другої надзапавної тераси (a<sup>2</sup>P<sub>III</sub>)* представлені кварцовими пісками сірими, світло-сірими зі слабкими зеленуватими та

жовтуватими відтінками переважно дрібнозернистими, з лінзами та проверстками сірих старичних суглинків. Потужність відкладів досить витримана в межах 20,0-40,0 м.

*Алювіальні відклади першої надзапвної тераси (a<sup>1</sup>P<sub>III</sub>)* представлені кварцовими пісками сірими, світло-сірими зі слабкими зеленуватими та жовтуватими відтінками, різнозернисто-дрібнозернистими.

Неоплейстоценовий та голоценовий розділи нерозчленовані

Середня ланка та голоцен нерозчленовані

*Елювіально-делювіально-еолові відклади (edvP<sub>II</sub>-H)* представлені кварцовими пісками, які мають жовто-сірий та світло-жовтий колір, характеризуються різними розмірами зерен. Вони містять окремі утримані від процесу перевіювання шари викопних ґрунтів. Потужність змінюється від 0,1 до 15,0 м (Ковальов и др., 2001).

Верхня ланка та голоцен нерозчленовані

*Елювіально-делювіально-еолові відклади (edvP<sub>III</sub>-H)* плащоподібно перекривають усі алювіальні відклади р. Дніпро та р. Ірпінь.

Літологічно представлені пісками, супісками кварцовими палево-сірими, коричнево-світло-сірими, різнозернистими-дрібнозернистими, слабо глинистими, з лінзами палево-сірих суглинків. Потужність відкладів змінюється у межах від 1-2 до 8 м.

Голоценовий розділ

*Алювіальні відклади сучасних заплав (aH)* поширені в заплаві р. Дніпро та р. Ірпінь. Представлені кварцовими пісками різнозернистими, супісками та суглинками. Потужність сучасних алювіальних відкладів становить 10-20 м.

*Біогенні відклади (bH)* генетично пов'язані з відкладами сучасних заплава. Представлені низинним типом торфів. Потужність утворень складає 1-3 м (Ковальов и др., 2001).

### 1.2.3 Нестратифіковані утворення

#### ***Архейська акротема***

Пізній архей

Юр'ївський комплекс

Породи юр'ївського комплексу спостерігаються у Дніпровській тектонічній зоні і на суміжних територіях Макарівського тектонічного блоку. До них належать інтенсивно метаморфізовані габроїди ( $vAR_{3jr}$ ). Серед гнейсів росинсько-тікицької серії можна помітити утворення силоподібних малопотужних тіл, тоді як серед ультраметаморфічних порід звенигородського комплексу вони присутні у вигляді овальних штокоподібних тіл.

Габроїди мають темно-сірий колір із зеленуватим відтінком, дрібно- та середньозернисту структуру і масивну текстуру (Ковальов и др., 2001).

#### ***Протерозойська акротема***

Ранній протерозой

Звенигородський комплекс

До складу уманського комплексу входять плагіограніти та граніти біотитові ( $\gamma PR_{1zv}$ ) і діорити та кварцові діорити ( $\delta PR_{1zv}$ ). Утворення звенигородського комплексу виходять на докембрійську поверхню в межах Макарівського тектонічного блоку.

Діорити та кварцові діорити ( $\delta PR_{1zv}$ ) утворюють штокоподібні складно побудовані тіла. У межах Дніпровської тектонічної зони мають згідне з її напрямком північно-західне простягання.

Діорити мають зелено- сіре, світло-сіре забарвлення, середньозернисту структуру та масивну, рідше, смугасту текстуру.

Плагіограніти та граніти біотитові ( $\gamma PR_{1zv}$ ) займають приблизно половину території в межах Макарівського тектонічного блоку.

Плагіограніти макроскопічно сірі, рідше, рожево-сірі середньозернисті, з однорідною текстурою. Граніти характеризуються біотитовими сірими тонами, з

помітним слабким рожевим відтінком. Вони мають дрібно-середньозернисту або рівномірнозернисту структуру з масивною, а часом смугастою текстурою.

#### Уманський комплекс

До складу уманського комплексу входять порфіробластичні граніти мусковіт-біотитові, порфіробластичні ( $\gamma$   $PR_{1um}$ ) та їх мігматити ( $\gamma_m$   $PR_{1um}$ ). Ці породи виходять на докембрійський фундамент у межах Бориспільського тектонічного блоку.

На макроскопічному рівні граніти відзначаються рожевим відтінком, середньо-крупнозернистою порфіробластичною структурою. Вони мають масивну текстуру, а в мігматитових різновидах можна помітити смугасту текстуру. (Ковальов и др., 2001).

#### Кора вивітрювання (MZ-PZ)

В межах району робіт кора вивітрювання утворюється по докембрійських породах. Поширення кори вивітрювання незначне.

Кори вивітрювання характеризуються зоною дезінтеграції порід, а також, менш часто, наявністю каолінів. Зона інтеграції поширена на всій площі та потужністю не перевищує 1-2 м. Зона дезінтеграції складена уламками порід, рідше жорствою.

На невеликих ділянках інколи можна спостерігати збережені кори вивітрювання, що складаються переважно з первинних каолінів, які утворилися на основі гранітоїдів. Утворення мають потужність 1-2 м (Ковальов и др., 2001).

### 1.3 Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови району формуються внаслідок геологічної будови, тектонічних процесів та фізико-географічних факторів. Більша частина території району входить до складу Дніпровського артезіанського басейну, а південна та південно-західна частини розташовуються в межах Українського кристалічного масиву (Расовський и др., 2005), (Лисенко, 2021), (Ковальов и др., 2001).

Район Дніпровського артезіанського басейну складається із багатьох водоносних горизонтів та комплексів, які пов'язані з різними стратиграфічними горизонтами утворень палеозойського, мезозойського та кайнозойського віків.

Артезіанський басейн отримує воду з бортових частин Дніпра, а також через перелив води з різних горизонтів. Поліська рівнина на півночі та Дніпровська лівобережна долина на сході є основними джерелами живлення для ближчих до поверхні горизонтів. У долині Дніпра в рамках Дніпровського артезіанського басейну також спостерігається розвантаження води з глибоких горизонтів у місцях, де відсутні водонепроникні породи (Расовський и др., 2005), (Лисенко, 2021).

На даній території виділяються такі водоносні горизонти (Расовський и др., 2005), (Лисенко, 2021):

- водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію та їхньої кори вивітрювання;
- водоносний горизонт верхньопермських відкладів;
- водоносні горизонти байоського та батського ярусів юри;
- водоносний горизонт відкладів сеноманського ярусу крейди;
- водоносний комплекс палеогенових відкладів бучацької, канівської та київської світ;
- водоносний горизонт палеогенових відкладів харківської світи;
- водоносний горизонт неогенових відкладів полтавської світи;
- водоносний горизонт алювіальних, озерно-алювіальних, озерно-льодовикових, водно-льодовикових та міжморенних відкладів заплав річок, балок, надзаплавних терас р. Дніпро;
- водоносний горизонт в товщі лесовидних супісків, лесів та суглинків.

Водоносний комплекс палеогенових відкладів бучацької, канівської та київської світ складається з різнозернистих пісків, що мають потужність від 10,0 м до 20,0 м. Середня глибина залягання цього комплексу становить 35,0-75,0 метрів. Води в цьому комплексі є напірними, з напорами від 20,0 м до 30,0 метрів. Верхній

водонепроникний шар утвору представлений мергелем київської світи. Живлення води відбувається з південно-західного борту Дніпровського артезіанського басейну, завдяки водам сеноманських відкладів, що знаходяться у нижніх шарах, а також тріщинним водам докембрю. Води цього горизонту є гідрокарбонатними, містять натрій, магній та кальцій, а рівень мінералізації коливається від 178,0 до 768,8 мг/дм<sup>3</sup> (Лисенко, 2021).

Водоносний горизонт палеогенових відкладів харківської світи розповсюджений на правому березі річки Дніпро. Цей горизонт має невелику потужність, від 2,3 до 14,5 метрів, а глибина його залягання варіюється в межах від 11,0 до 86,0 метрів. Водовмісними породами є тонкозернисті піски. Живлення горизонту здійснюється за рахунок вод, що поступають з полтавської світи та четвертинних відкладів. Води цього горизонту є гідрокарбонатними-кальцієвими та гідрокарбонатними-натрієвими, а рівень мінералізації коливається від 254,0 до 560,0 мг/дм<sup>3</sup> (Лисенко, 2021).

Водоносний горизонт неогенових відкладів полтавської світи розповсюджений лише на правому березі річки Дніпро. В цьому горизонті водовмісними породами є тонкозернисті та мілкозернисті піски. Потужність цього горизонту коливається від 10,0 до 15,0 метрів, а глибина його залягання варіюється в межах від 7,0 до 53,5 метрів. Живлення води головним чином здійснюється за рахунок атмосферних опадів. Води цього горизонту є гідрокарбонатними-кальцієвими, а рівень мінералізації коливається від 440,0 до 600,0 мг/дм<sup>3</sup> (Лисенко, 2021).

Водоносний горизонт алювіальних, озерно-алювіальних, водно-льодовикових, озерно-льодовикових та міжморенних відкладів балок, заплав річок, надзаплавних терас р. Дніпро дуже широко поширений. В цьому горизонті переважають різнозернисті піски з домішкою гравію та гальки. В середньому, його потужність становить 10,0-20,0 метрів. Живлення цього горизонту здійснюється за рахунок річок, атмосферних опадів і напірних вод з водоносних горизонтів

харківської та бучацько-канівської світ. Води в цьому горизонті переважно мають гідрокарбонатний склад, а рівень мінералізації, в основному, становить 60,0-670,0 мг/дм<sup>3</sup>. (Лисенко, 2021).

Водоносний горизонт в товщі лесів та лесовидних супісків, суглинків має обмежене поширення і пов'язаний з прошарками пісків нижньої частини цих відкладів. Він залягає на глибині від 0,9 до 25,2 метрів, його потужність становить від 0,3 до 7,0 метрів. Живлення цього горизонту здійснюється виключно за допомогою інфільтрації атмосферних опадів (Лисенко, 2021).

#### **1.4 Інженерно-геологічні умови**

Об'єкт дослідження знаходиться в льодовиковому районі Північно-східної перигляціальної підобласті відповідно до структурно-геоморфологічного районування. Найбільш поширеними відкладеннями комплексу четвертинних відкладів є елювіальні утворення, які складаються з еолово-делювіальних відкладень різного віку, починаючи з раннього еоплейстоцену до пізнього неоплейстоцену. На всій площі можна зустріти моренні, флювіо- і лімногляціальні відклади дніпровського зледеніння, що представляють собою лесові та лесоподібні суглинки, глини, супіски і піски з прошарками супісків та суглинків. Алювіальні відкладення з сучасних заплав та надзаплавних терас, а також делювіально-еолові і еолові утворення, озерно-болотні і біогенні осадки не є популярними в досліджуваній зоні.

Четвертинна товща має потужність в діапазоні 20-30 метрів. Гіпсометричний рівень сучасної поверхні становить 180-190 метрів (Лисенко, 2021).

Континентальні відклади пермської та тріасової систем залягають на кристалічних породах докембрію. Також, на цих породах можна знайти морські відклади юрської системи та континентально-морські відклади крейди (Лисенко, 2021).

Ділянка містить широко розповсюджені палеогенові відклади, які утворені канівською, бучацькою, київською та харківською світами. Потужність

палеогенових порід може варіювати залежно від характеру рельєфу підстиляючих порід та інтенсивності процесів розмиву, які відбувалися після утворення цих відкладів. При цьому потужність збільшується з півдня на захід і досягає максимальну потужність у районі с. Пирогово, досягаючи 92,0 м. Покрівля палеогенових відкладів розташовується на висотах 108-125 м і складається з найдавніших порід канівської світи, які включають в себе чорну піщанисту глину та дрібнозернисті глинисті піски з фосфоритовими включеннями, а також породи бучацької світи, які складаються з дрібнозернистих глинистих пісків (Ковальов и др., 2001).

Канівсько-бучацькі відклади знаходяться на висотах від 35 до 80 м. Відклади київської світи широко розповсюджені. Нижня пачка складається з вапнякових пісків, на яку накладається пачка мергелів товщиною 20-25 м, а зверху розташовується безкарбонатна глина, яка займає потужність 13 м. Загальна потужність київської світи становить 50 м.

Харківська світа має невелике поширення головним чином на вододільних плато і складається з слюдистих пісків товщиною від 1,0 до 28,0 м.

Неогенові відклади на правому березі Дніпра в межах вододільних плато та їх схилів представлені полтавськими пісками, глинами з бурих та строкатих порід потужністю від 10 до 40 м.

У районі правобережжя Дніпра, на вододільних плато і схилах відбувається розподіл неогенових відкладів, що складаються з полтавських пісків та строкатих та бурих глин. Загальна потужність товщі сягає від 10 до 40 м (Лисенко, 2021).

Територію покривають четвертинні відклади, які майже однорідної структури і мають різні типи порід плейстоценового та голоценового віку, що характеризуються мінливістю та строкатістю літологічного складу. На правому березі Дніпра переважають накопичення таких типів, як делювіальні, еолово-делювіальні, моренні, озерно-льодовикові та флювіогляціальні, тоді як на лівому березі розповсюджені накопичення на основі боліт, озерно-алювіальні, алювіальні

піщано-глинисті відклади заплави та надзаплавних терас річки Дніпро. В долині р. Дніпро четвертинні відклади найбільш потужні, які досягають 71,0 м (Лисенко, 2021).

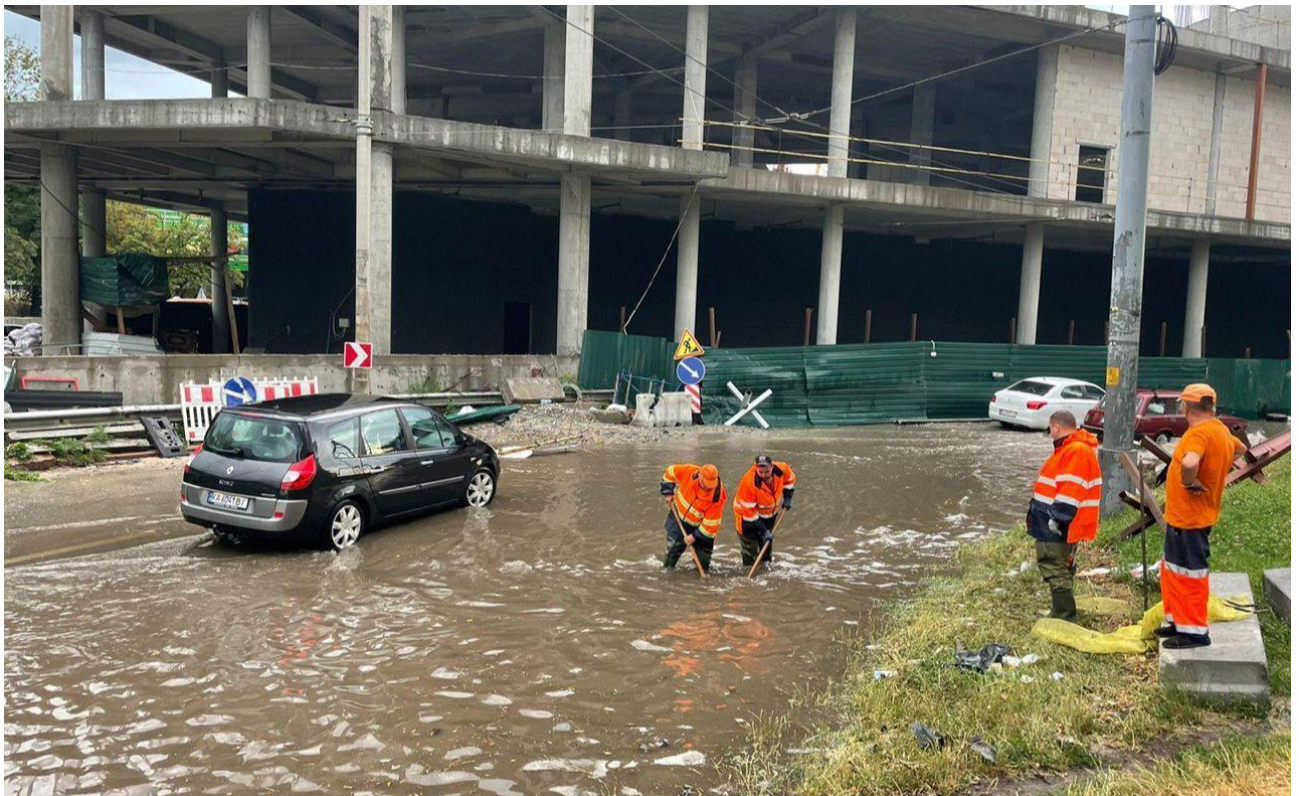
На території Києва можуть виникнути небезпечні інженерно-геологічні процеси, які пов'язані з ендогенними та екзогенними факторами. До ендогенних факторів відносяться розломи, тектонічні рухи і сейсмічна активність. Найбільш небезпечними ІГП за величиною завданих збитків господарським об'єктам є зсуви, карст, підтоплення, абразія, селі тощо.



***Рис. 1.3 – Зсувні процеси в м. Київ***



**Рис. 1.4 – Абразія берегів Дніпра**



**Рис. 1.5 – Підтоплення в м. Київ**



**Рис. 1.6 – Селеві процеси в м. Київ**

Характер поширення та інтенсивності інженерно-геологічних процесів можуть залежати від специфічних особливостей геологічної та геоморфологічної структури території, включаючи тектонічні, неотектонічні та сейсмічні режими, кліматичні, гідрологічні та гідрогеологічні умови, а також палео- та сучасні умови середовища.

Дослідники наводять можливі причини небезпечних інженерно-геологічних явищ у Києві, такі як особливості рельєфу, розташування на кордоні тектонічних розломів, особливості геології району та підвищена сейсмічна активність. На правому березі річки Дніпро особливо небезпечні зсувні процеси, оскільки в цій частині розвинені лесові породи, що піддаються зсувам. Спостерігаються зміщення масивів ґрунту, обвали.

У цій області присутні пористі та тріщинуваті утворення, які виявляють властивості хорошої фільтрації. Це може створювати сприятливі умови для

природного руху та витоку води, а також може збільшувати ризик втрати води внаслідок технічних аварій.

Інженерно-геологічні дослідження надають необхідну інформацію про інженерно-геологічні умови та можливі небезпечні інженерно-геологічні явища, а також про ґрунти та підземні води. З використанням цієї інформації проєктувальники вибирають відповідний фундамент та планують заходи для зміцнення ґрунтів.

Взаємодія з природними геологічними процесами у рамках господарської діяльності може призводити до незбалансованого впливу та активізації небезпечних інженерно-геологічних явищ, яке буде негативно впливати на геологічне середовище досліджуваної ділянки.

Відповідно до національного стандарту ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво у сейсмічних районах України", місто Київ є землетрусною зоною з певним рівнем сейсмічності:

- Враховуючи фрагмент карти ЗСР-2004-А, його оцінка становить 5 балів, з періодом повторення один раз на 500 років, при ймовірності перевищення сейсмічної інтенсивності на протязі 50 років 10%.

- Згідно з фрагментом карти ЗСР-2004-В, оцінка складає 5 балів, з періодом повторення один раз на 1000 років, при ймовірності перевищення сейсмічної інтенсивності на протязі 50 років 5%.

- За фрагментом карти ЗСР-2004-С, оцінка сейсмічності становить 6 балів, з періодом повторення один раз на 5000 років, при ймовірності перевищення сейсмічної інтенсивності на протязі 50 років 1%.

Сейсмічна категорія ділянки будівництва, враховуючи сейсмічні властивості ґрунтів ( $200 < V_s < 500$ ), відповідає III категорії згідно таблиці 5.1 стандарту ДБН В.1.1-12:2014 (Лисенко, 2021).

## РОЗДІЛ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ

### 2.1. Інженерно - геологічні та гідрогеологічні умови ділянки дослідження

Відповідно до ДБН А.2.1-1:2008, територія будівництва належить до складної категорії III з інженерно-геологічної точки зору, через її високий ступінь складності.

Місце робіт розташоване на схилі вододілу з геоморфологічної точки зору, з абсолютними відмітками поверхні землі 180-190 м.

Геологічний розріз до розвіданої глибини 25,0 м складений (Лисенко, 2021):

- сучасними техногенними насипними ґрунтами: супісками пілуватими, твердими, з включенням будівельного сміття 10% (ІҒЕ-2д), потужністю 0,7-1,6 м;

- верхньоплейстоцен-голоценовими елювіально-делювіально - еоловими відкладами: супісками пілуватими, лесовидними, просідними твердими (ІҒЕ-29а) та пластичними (ІҒЕ-29б), потужністю 6,6-13,4 м та 2,7-6,3 м відповідно;

- середньоплейстоценовими флювіогляціальними, озерно- гляціальними відкладами: пісками пілуватими, щільними, від малого ступеня водонасичення до насичених водою (ІҒЕ-38), потужністю 2,6-4,7 м; супісками пілуватими, текучими (ІҒЕ-35г), потужністю 1,2 м; суглинками легкими пілуватими, важкими, напівтвердими (ІҒЕ-36а) та м'якопластичними (ІҒЕ-36в), потужністю 1,3 м та 1,7-4,2 м відповідно;

- неогеновими відкладами: товща червоно-бурих глин (ІҒЕ-47), потужністю 1,0 м; відклади новопетрівського регіорусу, полтавської серії: піски мілкі, щільні, насичені водою (ІҒЕ-50), потужністю 1,7-4,4 м;

Ґрунтові води на період вишукувань (серпень 2021 року) свердловинами зустрінуті на глибині 17,0-19,3 м, з абсолютними відмітками 126,70-128,40 м.

Дана ділянка вишукувань відноситься до невідтопленої (Лисенко, 2021).

Згідно Державного стандарту України ДСТУ Б В.2.6-145:2010, ступінь агресивного впливу рідких неорганічних середовищ на арматуру залізобетонних конструкцій залежить від вмісту хлоридів. При постійному зануренні, ступінь агресивного впливу є неагресивним, а при періодичному змочуванні вважається середньоагресивним, таблиця Б.5 (Лисенко, 2021).

## 2.2. Методика визначення вертикальних деформацій ґрунтової основи

Розрахунок та прогнозування деформацій ґрунтової основи є однією з основних задач механіки ґрунтів, які виникають:

- при дії зовнішніх сил, таких як навантаження будівлями і спорудами, а також транспортні навантаження;

- при виникненні внутрішніх сил, що впливають на фізико-механічні характеристики ґрунтів з плином часу;

- при прояві особливих властивостей ґрунту (просідання, набухання і т.д.);

- внаслідок розвитку інженерно-геологічних процесів, таких як карст, ерозія, абразія, суфозія, зсуви і т. д.;

- при впливі динамічних навантажень, таких як сейсмічні поштовхи, навантаження від технологічного обладнання і т. д.

Серед типів деформацій виокремлюють рівномірне та нерівномірне осідання, крен та зміщення. Одними з найпоширеніших вертикальних деформацій є (Костюченко та Шостак, 2005):

- осідання  $S$  – за рахунок стиснення ґрунту під навантаженням;

- просідання  $S_{sl}$  – за рахунок зміни структурної міцності лесових ґрунтів;

- здимання  $h_{sw}$  – морозне здимання та набухання глинистих ґрунтів;

- усадка  $S_{sh}$  – зменшення об'єму зразка ґрунту завдяки зменшенню вологості;

- осідання поверхні – деформації у нижніх шарах ґрунту, викликані природними і геологічними змінами;

- провали – порушення суцільності ґрунтових масивів призводять до деформацій (Костюченко та Шостак, 2005).

### 2.2.1. Методика розрахунку осідання ґрунтової основи методом пошарового підсумовування

Метод пошарового підсумовування є основним методом розрахунку осідання фундаментів для звичайних ґрунтових основ і використовується з 1930-х років і досі, відповідно до актуальних будівельних норм (Костюченко та Шостак, 2005).

При розрахунках цей метод застосовується згідно з певною умовою:

$$\sigma_{mt} < R \quad (2.1)$$

де:  $\sigma_{mt}$  – середній тиск на підшві фундаменту;

$R$  – розрахунковий опір несучого шару ґрунту .

У розрахунку величини осідання необхідно зобразити переріз фундаменту на інженерно-геологічному розрізі, побудувати епюри природного та додаткового напружень, визначити потужність стислої зони та обчислити осідання в цій зоні (Костюченко, 2013), (Костюченко та Шостак, 2005).

Існує кілька факторів або умов, які впливають на потужність стислої зони:

- зростання величини додаткового тиску на рівні фундаменту  $\sigma_{zp0}$  призводить до збільшення потужності стислої зони  $H_c$ ;

- зі збільшенням ширини фундаменту  $b$  при такому ж питомому навантаженні від споруди, потужність стислої зони  $H_c$  також збільшується відповідно;

- збільшення глибини встановлення фундаменту ( $d$ ) зменшує потужність стислої зони  $H_c$ ;

- форма фундаменту також впливає на потужність стислої зони. У випадку квадратного фундаменту, потужність стислої зони  $H_c$  буде менше, ніж у стрічкового, при однакових значеннях ширини ( $b$ ) та глибини ( $d$ );

- товщина стислої зони  $H_c$  може бути обумовлена глибиною залягання скельного ґрунту або ґрунту з модулем деформації ( $E$ ) більше 100 МПа;

Потужність стислої зони  $H_c$  визначено двома межами, а саме верхньою межею  $FL$  на рівні підшви фундаменту і нижньою межею  $BC$  на рівні, де виконується певна умова (Костюченко, 2013), (Костюченко та Шостак, 2005):

$$0,2 \times \sigma_{zq} = \sigma_{zp} \text{ (точність до 2 кПа)}$$

Потрібно побудувати не лише 2 епюри, а також третю, яка виконує функцію допоміжної епюри природного тиску, що зменшена в п'ять разів, тобто  $0,2\sigma_{zqi}$ . Точка перетину цієї допоміжної епюри  $0,2\sigma_{zqi}$  та епюри додаткового тиску  $\sigma_{zqi}$  зафіксує нижню межу стислої зони (Костюченко та Шостак, 2005).

У стисливій зоні  $H_c$  ґрунтова основа поділяється на окремі шари, товщина кожного з яких становить  $\frac{1}{5} b$ , відповідно до розбивки, яка була використана при складанні таблиці коефіцієнта розсіювання  $\alpha$  (див. додаток А).

Рекомендованим виконанням розбивки є таке, щоб на кожен розрахунковий шар припадав лише один вид ґрунту.

Розрахунок величини осідання виконується за формулою 2.2 (Костюченко та Шостак, 2005):

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp.i.mt}}{E_i} h_i, \quad (2.2)$$

де:  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує умовність розрахункової схеми, приймається як безрозмірне значення  $\beta = 0,8$ ;

$h_i$  – потужність шару, який є розрахунковим (і-го);

$\sigma_{zp.i.mt}$  – середній додатковий тиск, що діє в межах і-го шару.

$$\sigma_{zp.i.mt} = \frac{\sigma_{zp.i.пок} + \sigma_{zp.i.під}}{2} \quad (2.3)$$

де:  $\sigma_{zp.i.пок}$  – додатковий тиск, який утворюється на верхній межі розрахункового шару, у його покрівлі.

$\sigma_{zp.i.під}$  – додатковий тиск, що виникає на нижній межі розрахункового шару, в його підшві.

$E_i$  – розрахункова величина модуля деформації і-го шару.

Величину  $S_i$ , що була отримана, співставляють з допустимим осіданням  $S_u$ , що встановлюється згідно СНІП 2.02.01-83. Умова розглядається як задовільна, якщо  $S_i$

менше за  $S_u$ . В іншому випадку, необхідно збільшити розміри або заглиблення фундаментів, щоб вона була виконана (Костюченко та Шостак, 2005).

Для даного розрахунку, безперечно, важливими є вихідні розрахункові дані, які встановлюються при обробці результатів інженерно-геологічного дослідження.

### 2.3. Розрахунок величини вертикальних деформацій ґрунтової товщі на ділянці будівництва

Таблиця 2.1 – Дані для розрахунку

$$P = 183 \text{ кПа}; d = 2,5 \text{ м}; b = 2 \text{ м}, l/b = 9$$

H, м	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	E, МПа
6,6	1,7	1520
2,7	1,9	1330
2,6	1,8	6180
1,2	2,0	1200
1,3	1,9	3000
1,7	2,0	1700
1	2,0	3600
1,7	2,0	6300

Фундамент прямокутний:  $\frac{l}{b} \geq 10$ ; Фундамент прямокутний  $\frac{l}{b} = 2,0$ ;

Ґрунтові води на глибину розвіданої товщі зустрічаються на глибині 17,0 м.

Розрахунок виконуємо в табличній формі. Номер розрахункової точки обираємо, починаючи з підшви фундаменту. Беручи до уваги коефіцієнт  $\alpha$  в таблиці, заданій для варіанту, коли  $h_i = \frac{1}{5} b$ , визначаємо товщину розрахункового шару ґрунту:  $h_i = \frac{1}{5} = 0,4$ .

Значення умовної координати  $\xi = \frac{2z}{b}$  після того, як відбулась перевірка на  $i$ -тому визначеному шарі:  $\xi = \frac{2h_i}{b} = \frac{2 \times 0,2}{1} = 0,4$  (див. додаток А).

Подальші дії виконуємо в такій послідовності:

- переписуємо коефіцієнт  $\alpha$  для прямокутного та стрічкового фундаменту з таблиці для відповідних значень  $\xi$  (див. додаток А);

- у випадку, коли межі інженерно-геологічних елементів і розрахункових шарів не збігаються за допомогою інтерполяції, ми визначаємо значення  $\alpha$ ;

- розраховуємо природний тиск на рівні підшви фундаменту.

$$\sigma_{zq0} = H_1\gamma_1 + H_2'\gamma_2 = 6,6 \times 16,8 + 0,4 \times 18,7 = 118,1;$$

і додатковий тиск на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zq0} = \sigma_{mt} - \sigma_{zр0} = 64,9;$$

- оскільки  $\sigma_{zpi}$  з глибиною змінюється:  $\sigma_{zpi} = \alpha \sigma_{zq0}$ , то визначаємо необхідні значення  $\sigma_{zpi}$ ;

- записуємо величини природного тиску  $\sigma_{zpi}$  починаючи з  $\sigma_{zq0}$ , а також  $\sigma_{zpi}$  для меж інженерно-геологічних елементів, які розраховуються за формулою 2.4:

$$\sigma_{zpi} = \sum H_i \gamma_i \quad (2.4)$$

$$\sigma_{zq1} = H_1\gamma_1 = 6,6 \times 16,8 = 110,6 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq2} = 2,7 \times 18,7 = 50,5 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq3} = 2,6 \times 17,4 = 45,1 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq4} = 1,2 \times 19,3 = 23,2 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq5} = 1,3 \times 18,8 = 24,5 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq6} = 1,7 \times 19,1 = 32,5 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq7} = 1,0 \times 19,7 = 19,7 \text{ кПА};$$

$$\sigma_{zq8} = 1,7 \times 19,8 = 33,7 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq1} = 0,2 \times 110,6 = 22,1 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq2} = 0,2 \times 50,5 = 10,1 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq3} = 0,2 \times 45,1 = 9,0 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq4} = 0,2 \times 23,2 = 4,6 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq5} = 0,2 \times 24,5 = 4,9 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq6} = 0,2 \times 32,5 = 6,5 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq7} = 0,2 \times 19,7 = 3,9 \text{ кПА};$$

$$0,2 \times \sigma_{zq8} = 0,2 \times 33,7 = 6,7 \text{ кПА}.$$

- записуємо середні значення  $\sigma_{zpi}$  для розрахункового шару, що визначаються за формулою 2.3 (Костюченко та Шостак, 2005). Цю величину записуємо в рядку  $\sigma_{zp.i.mt}$ ;

- фіксуємо отримані результати розрахунків величин осідання в межах розрахункових шарів, які розраховані по формулі 2.2 (Костюченко та Шостак, 2005).;

- шляхом підсумовування величин осідань в межах розрахункових шарів, розраховуємо загальне осідання ґрунтової товщі під впливом прямокутного та стрічкового фундаменту;

- Далі, аналізуючи усі елементи і розрахунки (величину осідання, потужність стислої зони), обираємо кращий фундамент і для нього, скориставшись методом підбору, обираємо максимальне навантаження, за якого отримуємо максимально допустиме осідання.

$$\sum S_{\text{стр}} = 0,1150 \text{ м} = 11,5 \text{ см}$$

$$\sum S_{\text{прям}} = 0,0768 \text{ м} = 7,7 \text{ см}$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку величини осідання ґрунтової основи прямокутного фундаменту

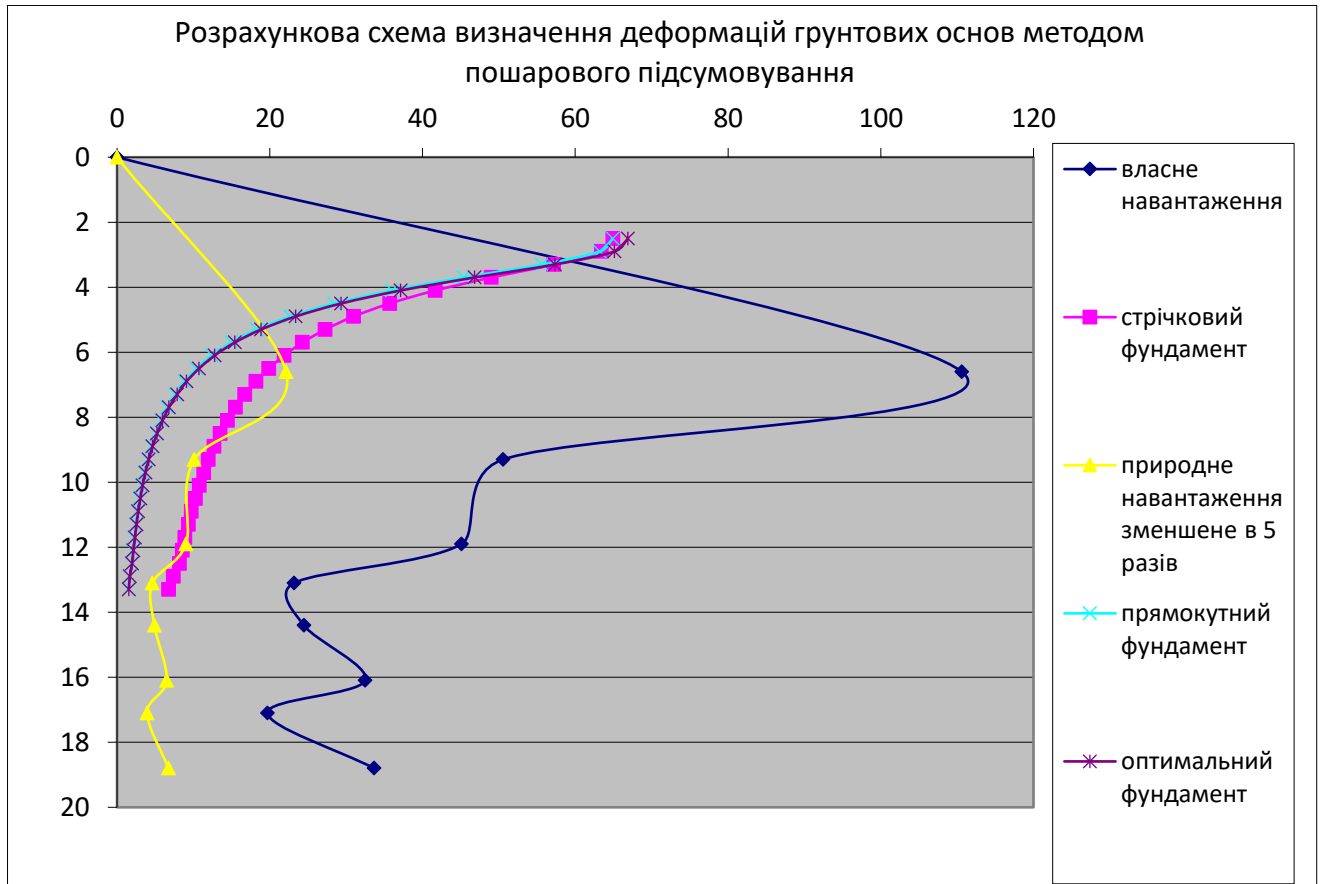
$\xi$	Інтерполяція		$\alpha$	$\sigma_{zpi}$	$\sigma_{zp.i.mt}$	$z$	$S_{i.\text{прям}}$	$S_{\text{прям}}$
0	1	1	1	64,91		2,5	0,003317	0,076843
0,4	0,972	0,975	0,9735	63,18989	64,04994	2,9	0,014294	
0,8	0,848	0,866	0,857	55,62787	59,40888	3,3	0,012154	
1,2	0,682	0,717	0,6995	45,40455	50,51621	3,7	0,009796	
1,6	0,532	0,578	0,555	36,02505	40,7148	4,1	0,007758	
2	0,414	0,463	0,4385	28,46304	32,24404	4,5	0,006153	
2,4	0,325	0,374	0,3495	22,68605	25,57454	4,9	0,004931	
2,8	0,26	0,304	0,282	18,30462	20,49533	5,3	0,004002	
3,2	0,21	0,251	0,2305	14,96176	16,63319	5,7	0,003291	
3,6	0,173	0,209	0,191	12,39781	13,67978	6,1	0,002745	
4	0,145	0,176	0,1605	10,41806	11,40793	6,5	0,002315	
4,4	0,122	0,15	0,136	8,82776	9,622908	6,9	0,00198	
4,8	0,105	0,13	0,1175	7,626925	8,227343	7,3	0,00171	
5,2	0,091	0,112	0,1015	6,588365	7,107645	7,7	0,00032	
5,6	0,079	0,099	0,089	5,77699	6,182678	8,1	0,000281	
6	0,07	0,087	0,0785	5,095435	5,436213	8,5	0,000249	

$\xi$	Інтерполяція		$\alpha$	$\sigma_{zpi}$	$\sigma_{zp.i.mt}$	$z$	$S_{i.прям}$	$S_{прям}$
6,4	0,062	0,077	0,0695	4,511245	4,80334	8,9	0,000221	
6,8	0,055	0,069	0,062	4,02442	4,267833	9,3	0,000197	
7,2	0,049	0,062	0,0555	3,602505	3,813463	9,7	0,000177	
7,6	0,044	0,056	0,05	3,2455	3,424003	10,1	0,00016	
8	0,04	0,051	0,0455	2,953405	3,099453	10,5	0,000146	
8,4	0,037	0,046	0,0415	2,693765	2,823585	10,9	0,000134	
8,8	0,034	0,042	0,038	2,46658	2,580173	11,3	0,000123	
9,2	0,031	0,039	0,035	2,27185	2,369215	11,7	0,000113	
9,6	0,028	0,036	0,032	2,07712	2,174485	12,1	0,000103	
10	0,026	0,033	0,0295	1,914845	1,995983	12,5	9,16E-05	
11	0,021	0,029	0,025	1,62275	1,768798	12,9	8,07E-05	
12	0,02	0,026	0,023	1,49293	1,55784	13,3	0	

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку величини осідання ґрунтової основи стрічкового фундаменту

$\xi$	$\sigma_{zpi}$	$\alpha$	$\sigma_{zp.i.mt}$	$z$	$S_{i.стр}$	$S_{стр}$
0	64,91	1		2,5	0,015438	0,115072
0,4	63,41707	0,977	64,16354	2,9	0,014509	
0,8	57,18571	0,881	60,30139	3,3	0,012775	
1,2	49,00705	0,755	53,09638	3,7	0,010909	
1,6	41,67222	0,642	45,33964	4,1	0,009308	
2	35,7005	0,55	38,68636	4,5	0,00802	
2,4	30,96207	0,477	33,33129	4,9	0,007004	
2,8	27,2622	0,42	29,11214	5,3	0,0062	
3,2	24,27634	0,374	25,76927	5,7	0,005552	
3,6	21,87467	0,337	23,07551	6,1	0,005021	
4	19,86246	0,306	20,86857	6,5	0,004576	
4,4	18,1748	0,28	19,01863	6,9	0,004201	
4,8	16,74678	0,258	17,46079	7,3	0,003881	
5,2	15,51349	0,239	16,13014	7,7	0,000776	
5,6	14,47493	0,223	14,99421	8,1	0,000724	
6	13,50128	0,208	13,98811	8,5	0,000679	
6,4	12,72236	0,196	13,11182	8,9	0,000639	
6,8	11,94344	0,184	12,3329	9,3	0,000603	
7,2	11,35925	0,175	11,65135	9,7	0,000573	
7,6	10,77506	0,166	11,06716	10,1	0,000544	
8	10,25578	0,158	10,51542	10,5	0,000518	
8,4	9,7365	0,15	9,99614	10,9	0,000494	
8,8	9,34704	0,144	9,54177	11,3	0,000472	
9,2	8,89267	0,137	9,119855	11,7	0,000452	
9,6	8,56812	0,132	8,730395	12,1	0,000434	
10	8,17866	0,126	8,37339	12,5	0,000403	

$\xi$	$\sigma_{zpi}$	$\alpha$	$\sigma_{zp.i.mt}$	$z$	$S_{i.стр}$	$S_{стр}$
11	7,39974	0,114	7,7892	12,9	0,000366	
12	6,75064	0,104	7,07519	13,3	0	



**Рис. 2.1 – Розрахункова схема визначення деформацій ґрунтових основ методом пошарового підсумовування**

Отримане значення осідання як для стрічкового фундаменту  $S_p = 0,1150 \text{ м} \approx 11,5 \text{ см}$  не відповідає задовільним критеріям. Згідно з будівельними нормами, допустиме осідання для житлових будинків не повинно перевищувати значення  $S_u \leq 8 \text{ см}$ . У випадку, коли  $S_p > S_u$ , треба коригувати фундамент.

Для прямокутного фундаменту значення осідання  $S_p = 0,0768 \text{ м} \approx 7,7 \text{ см}$ , тому надалі максимальне навантаження будемо підбирати методом підбору для прямокутного фундаменту. Навантаження  $P$  збільшили з 183 до 185 кПа. При цьому величина осідання змінилась до 7,9 см, що задовольняє допустиме осідання.

## ВИСНОВОК

Виконавши дану бакалаврську роботу, можна, виходячи з вище сказаного, зробити такі висновки:

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

Місце робіт знаходиться на схилі вододілу, де абсолютна відмітка поверхні землі становить 180-190 метрів.

Геологічний розріз до розвіданої глибини 25,0 м представлений: – сучасними техногенними насипними ґрунтами: супісками пилюватими, твердими, з включенням будівельного сміття 10% (ІГЕ-2д), потужністю 0,7-1,6 м;

- верхньоплейстоцен-голоценовими елювіально-делювіально - еоловими відкладами: супісками пилюватими, лесовидними, просідними твердими (ІГЕ-29а) та пластичними (ІГЕ-29б), потужністю 6,6-13,4 м та 2,7-6,3 м відповідно;

- середньоплейстоценовими флювіогляціальними, озерно- гляціальними відкладами: пісками пилюватими, щільними, від малого ступеня водонасичення до насичених водою (ІГЕ-38), потужністю 2,6-4,7 м; супісками пилюватими, текучими (ІГЕ-35г), потужністю 1,2 м; суглинками легкими пилюватими, важкими, напівтвердими (ІГЕ-36а) та м'якопластичними (ІГЕ-36в), потужністю 1,3 м та 1,7-4,2 м відповідно;

- неогеновими відкладами: товща червоно-бурих глин (ІГЕ-47), потужністю 1,0 м; відклади новопетрівського регіоярису, полтавської серії: піски мілкі, щільні, насичені водою (ІГЕ-50), потужністю 1,7-4,4 м

Початковий тиск просідання 45-183 кПа.

Ґрунтові води на період вишукувань (серпень 2021 року) свердловинами зустрінуті на глибині 17,0-19,3 м.

У даній роботі я розраховувала величину осідання і просідання ґрунтової основи ґрунтової основи під дією прямокутного та стрічкового фундаменту методом пошарового підсумовування.

Будуючи графік, я відраховувала глибину, починаючи з підшви фундаменту, тобто не враховувала потужність фундаменту ( $d = 2,5$  м) при побудові графіка. Як видно на графіку, мінімальне значення напруг від власної ваги ( $\sigma_z=19,7$ ) маємо на глибині 17,1 м, а максимальне ( $\sigma_z=110,6$ ) знаходиться на глибині 6,6 м. Також побудована додаткова еюра напруг від власної ваги ґрунту (min  $\sigma_z=3,9$  кПа на глибині 17,1 м, max  $\sigma_z=22,1$  на глибині 6,6 м). Вона потрібна для визначення стислої зони, адже на перетині цієї додаткової еюри напруг від власної ваги та еюри від додаткового навантаження закінчується стисла зона. Еюри напруг від дії прямокутного та стрічкового фундаменту з глибиною зменшуються, це пов'язано з тим, що на поверхні ґрунтового масиву вплив споруди є максимальним, а занурюючись на глибину, цей вплив слабшає, тому і напруги зменшуються.

Мінімальне значення напруг від прямокутного фундаменту  $\sigma_{pi}=1,49$  кПа на глибині 13,3 м, максимальне значення  $\sigma_{pi}=64,91$  кПа на глибині 2,5 м.

Мінімальне значення напруг від стрічкового фундаменту  $\sigma_{pi}=7,07$  кПа на глибині 13,3 м, максимальне значення  $\sigma_{pi}=64,91$  кПа на глибині 2,5 м.

При розрахунку напруження та осідання  $S_p$  для прямокутного фундаменту, отримано значення  $S_p=0,0768$  м  $\approx 7,7$  см та потужність стислої зони – від 2,5 м до 5,3 м

При розрахунку напруження та осідання  $S_p$  для стрічкового фундаменту, отримано значення  $S_p=0,1150$  м  $\approx 11,5$  см та потужність стислої зони – від 2,5 м до 6,6 м.

Отримане значення для прямокутного фундаменту  $S_p=0,0768$  м  $\approx 7,7$  см є задовільним, згідно будівельних норм, допустиме осідання для житлових будинків має відповідати значенню  $S_u \leq 8$  см.

Збільшуємо навантаження для прямокутного фундаменту методом підбору. При цьому спостерігаємо за осіданням,, щоб воно не перевищувало 8 см. Навантаження Р збільшили з 183 до 185 кПа. При цьому величина осідання змінилась до 7,9 см, що задовольняє допустиме осідання.

Дана ділянка є придатною для будівництва споруд із запасом на додаткове навантаження 2 кПа.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Бондарчук В.Г. Геологічна будова Української СРСР. – К.: Радянська школа, 1963. – 375 с.

Г.В. Богомолов. Гидрогеология с основами инженерной геологии. – М.: Высшая школа, 1975. – 320 с.

ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва.

ДБН В.1.1 - 12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України.

ДБН В.1.1.-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення.

ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.

ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти.

ДБН Д.2.2-1-99. Сборник 1. Земляные работы.

ДСТУ Б А.2.4-13:2009. Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань.

ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації.

ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація.

ДСТУ Б.В.2.1-5.96. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань.

Инженерная геология СРСР. В 8 томах. Т.1. Русская платформа. М., Изд-во Моск. Ун-та, 1978.

Клімат Києва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни “Механіка ґрунтів” для студентів геологічного факультету /Упорядники: М.М. Костюченко, А.В.Шостак. К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2005 - 60 с.

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

Пешковский Л.Н., Перескокова Т.М. Инженерная геология. Под ред. О.К. Ланге. Учеб. Пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1971. 368 с. с илл.

Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для сторит. Вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1983.-288 с.

Шутенко Л.Н. Основание и фундаменты. Курсовое и дипломное проектирование /А.Д. Гильман, Ю.Т. Лупан-К.: Выща ше. Главное изд-во, 1989.-328 с.; 108 табл. 135 ил.-Библиогр.: 18 назв.

Google maps [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/maps/place/>.

Лисенко О. М. Робочий проект. Інженерно-геологічні вишукування на об'єкті: Солом'янський район, м. Київ, вул. Миколи Амосова, 9 – Київ: ТОВ «Інженерні вишукування», 2021.

Гідрогеологічне довивчення території аркушу М-36-ХІІІ (Київ) / Расовський В. М., Ващенко О. А. та ін. – Київ.: ПДРГП «Північгеологія», 2005.

Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, аркуш М-36-ХІІІ (Київ). Пояснювальна записка / Ковальов О. Б., Матвеев Г. Я. та ін. – Київ.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Північне державне регіональне геологічне підприємство, 2001. – 78 с.

Екологічний паспорт місто Київ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco\\_pasport\\_2019.pdf](https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2020/9/1/eco_pasport_2019.pdf)

Погода в Києві - РП5 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rp5.ru>

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Значення коефіцієнту  $\alpha$ 

$\xi$	Коефіцієнт $\alpha$ для фундаментів							
	Круг лих	Прямокутних із співвідношенням сторін $\eta = l/b$ , що дорівнює						Стрічк ових 10
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0	1	1	1	1	1	1	1	1
0,4	0,949	0,96	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,8	0,848	0,866	0,876	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,739	0,749	0,754	0,755
1,6	0,39	0,449	0,532	0,578	0,612	0,629	0,639	0,642
2	0,285	0,336	0,414	0,463	0,505	0,53	0,545	0,55
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,47	0,477
2,8	0,165	0,201	0,26	0,304	0,349	0,383	0,41	0,42
3,2	0,13	0,16	0,21	0,251	0,294	0,329	0,36	0,374
3,6	0,106	0,131	0,173	0,209	0,25	0,285	0,319	0,337
4	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,123	0,15	0,185	0,218	0,255	0,28
4,8	0,062	0,077	0,105	0,13	0,161	0,192	0,23	0,258
5,2	0,053	0,067	0,091	0,113	0,141	0,17	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6	0,04	0,051	0,07	0,087	0,11	0,136	0,173	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196
6,8	0,031	0,04	0,055	0,064	0,088	0,11	0,145	0,185
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,08	0,1	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8	0,022	0,029	0,04	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,06	0,077	0,105	0,15
8,8	0,019	0,024	0,033	0,042	0,055	0,071	0,098	0,143
9,2	0,017	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,02	0,028	0,036	0,047	0,06	0,085	0,132
10	0,015	0,019	0,026	0,033	0,043	0,056	0,079	0,126
10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,04	0,052	0,074	0,122
10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
11,2	0,012	0,015	0,021	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
11,6	0,011	0,014	0,02	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
12	0,01	0,013	0,018	0,023	0,031	0,04	0,058	0,106