

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

Геологорозвідувальний

(факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню **магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Войт Євгенії Олександрівни

(ПІБ)

академічної групи 103М-18-2

(шифр)

спеціальності 103 «Науки про Землю»

(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> освітня програма «Гідрогеологія»

(за наявності)

(офіційна назва)

на тему: «Аналіз техногенезу інженерно-геологічних умов середніх правобережних терас  
відмітки Дніпро-Кам'янське з обґрунтуванням інженерного захисту будівельної ділянки»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Загриценко А.М.			
Розділів:	Загриценко А.М.			
Загальний	Загриценко А.М.			
Спеціальний	Загриценко А.М.			
<b>Рецензент</b>	Ішков В.В.			
<b>Нормоконтролер</b>	Дерев'ягіна Н.І.			

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
Гідрогеології та інженерної геології  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ Рудаков Д.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

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

студенту Войт Євгенії Олександрівні академічної групи 103М-18-2  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 «Науки про Землю»  
спеціалізації<sup>1</sup> освітня програма «Гідрогеологія»  
(за наявності)

на тему «Аналіз техногенезу інженерно-геологічних умов середніх правобережних терас  
відрізку Дніпро-Кам'янське з обґрунтуванням інженерного захисту будівельної ділянки»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 21.11.19 № 2147-Д

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Аналіз досвіду будівництва в умовах середніх правобережних терас р. Дніпро, методи прогнозу змін гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов. Гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови району Дніпро-Кам'янське, с. Миколаївка їх геологічна будова, гідрогеологічні умови, інженерно-геологічна характеристика, геоморфологія та рельєф, гідрологія та клімат, характеристика ІГЕ, фізико-механічні властивості ґрунтів.	15.10.2019
		29.10.2019
Спеціальний	Прогноз підтоплення і розрахунок дренажних систем на території с. Миколаївка, аналіз видів дренажних систем, результатів розрахунку. Методи захисту підтоплених територій при будівництві фотогальванічної електростанції	30.10.2019
		11.12.2019

Завдання видано

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

Загриценко А.М.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

\_\_\_\_\_ 12.10.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії

\_\_\_\_\_ 11.12.2019

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис студента)

Войт Є.О.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 79 с., 8 рис., 8 табл., 26 джерел, 1 додаток.

ПІДТОПЛЕННЯ, ЗСУВ, РІВЕНЬ ҐРУНТОВИХ ВОД, ВОДОЗНИЖЕННЯ, МІЖДРЕННЯ.

*Об'єкт дослідження* – процес підтоплення ґрунтовими підземними водами ділянки заплави річки для будівництва фотогальванічної електростанції поблизу с. Миколаївка.

*Мета роботи* – прогноз змін інженерно-геологічних умов в результаті експлуатації дренажних споруд.

*Предмет досліджень* – параметри дренажних споруд для захисту території від підтоплення.

*Методи досліджень* – збір, аналіз та узагальнення інформації; аналітичні розрахунки, картографічні методи із застосуванням геоінформаційних технологій.

Для досягнення мети поставлені такі задачі: аналіз досвіду будівництва в умовах середніх правобережних терас р. Дніпро; узагальнення гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов району м. Дніпро – м. Кам'янське; аналіз інженерно-геологічної характеристики ділянки будівництва поблизу с. Миколаївка; прогноз підтоплення з розрахунком дренажних систем на території с. Миколаївка.

*Наукова новизна* полягає в розробці ефективних схем дренавання підтопленої та потенційно підтопленої території заплави р. Суха Сура з урахуванням відстані між дренами та різних фільтраційних параметрів.

В загальній частині роботи проаналізований досвід будівництва в умовах середніх правобережних терас р. Дніпро, розглянуті проблеми, ускладнення, особливості при будівництві, досліджені геоморфологія та рельєф, гідрологічні умови, геологічна будова, гідрогеологічні умови.

В дослідній частині виконаний розрахунок дренажних систем на досліджуваній території. Розглянуті методи захисту умов території, що підтоплюється. За результатами розрахунку оцінена ефективність використання горизонтальної дренажної системи.

## Перелік умовних скорочень

РГВ	– Рівень ґрунтових вод
ВГ	– Водонесний горизонт
УЩ	– Український щит
ДДЗ	– Дніпровсько-Донецька западина
$K_{\phi}$	– Коефіцієнт фільтрації



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

## Зміст

ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ СЕРЕДНІХ ПРАВОБЕРЕЖНИХ ТЕРАС Р. ДНІПРО	8
1.1 Проблеми та ускладнення при будівництві на правобережних терасах р. Дніпро	10
1.2. Методи прогнозу змін гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов	17
1.3. Особливості будівництва в складних інженерно-геологічних умовах	19
2. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ТА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДНІПРО-КАМ'ЯНСЬКЕ.	21
2.1. Геологічна будова	21
2.2. Гідрогеологічні умови	35
2.3. Інженерно-геологічна характеристика правобережжя р. Дніпро	39
3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОБЛИЗУ С. МИКОЛАЇВКА.	45
3.1 Адміністративне положення території	45
3.2 Геоморфологія та рельєф	45
3.3 Гідрологія та клімат	46
3.4 Характеристика інженерно-геологічних елементів	49
3.5 Гідрогеологічні умови	53
3.6 Фізико-механічні властивості ґрунтів	54
3.7 Корозійна активність ґрунтів	57
4. ПРОГНОЗ ПІДТОПЛЕННЯ І РОЗРАХУНОК ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ С. МИКОЛАЇВКА	61
4.1 Методи захисту підтоплених територій	61
4.2 Аналіз видів дренажних систем	63
4.3 Розрахунок дренажних систем	70
4.3 Аналіз результатів розрахунку	73
5. ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	76
ДОДАТОК А. Схема розташування свердловин	79
ДОДАТОК Б. Відгук керівника	80
ДОДАТОК В. Рецензія	81

## ВСТУП

В останні десятиліття на території середніх правобережних терас р. Дніпро загострилась проблема техногенезу. Негативну дію техногенезу, що викликає активізацію інженерно-геологічних процесів, стає дедалі складніше не помітити.

В наслідок будівництва крупних гідротехнічних споруд, інтенсивного промислового та цивільного освоєння територій, збільшення чисельності населення, а також розвитку водоносних мереж та комунікацій відбувається підйом рівня ґрунтових вод, що призводить до підтоплення.

Територія правого берега р. Дніпро на якій відсутні прояви негативних інженерно-геологічних процесів вже забудована. Через це стає актуальним освоєння територій з такими інженерно-геологічними умовами, які ускладнюють процес будівництва наявністю певних природних факторів (зсуви, підтоплення, просідання та ін.). Такою територією є с. Миколаївка, що розташоване у поймі р. Суха Сура, де ділянка в 60 гектарів відноситься до категорії підтоплених.

З урахуванням значимості проблеми захисту територій від небезпечного впливу природних процесів під час будівництва необхідно розробити оцінку ефективності використання горизонтальних дренажних систем на досліджуваній території поблизу с. Миколаївка, де планується будівництво фотогальванічної електростанції.

*Об'єкт дослідження* – процес підтоплення ґрунтовими підземними водами ділянки заплави річки для будівництва фотогальванічної електростанції поблизу с. Миколаївка.

*Мета роботи* – прогноз змін інженерно-геологічних умов в результаті експлуатації дренажних споруд.

*Предмет досліджень* – параметри дренажних споруд для захисту території від підтоплення.

*Методи досліджень* – збір, аналіз та узагальнення інформації;

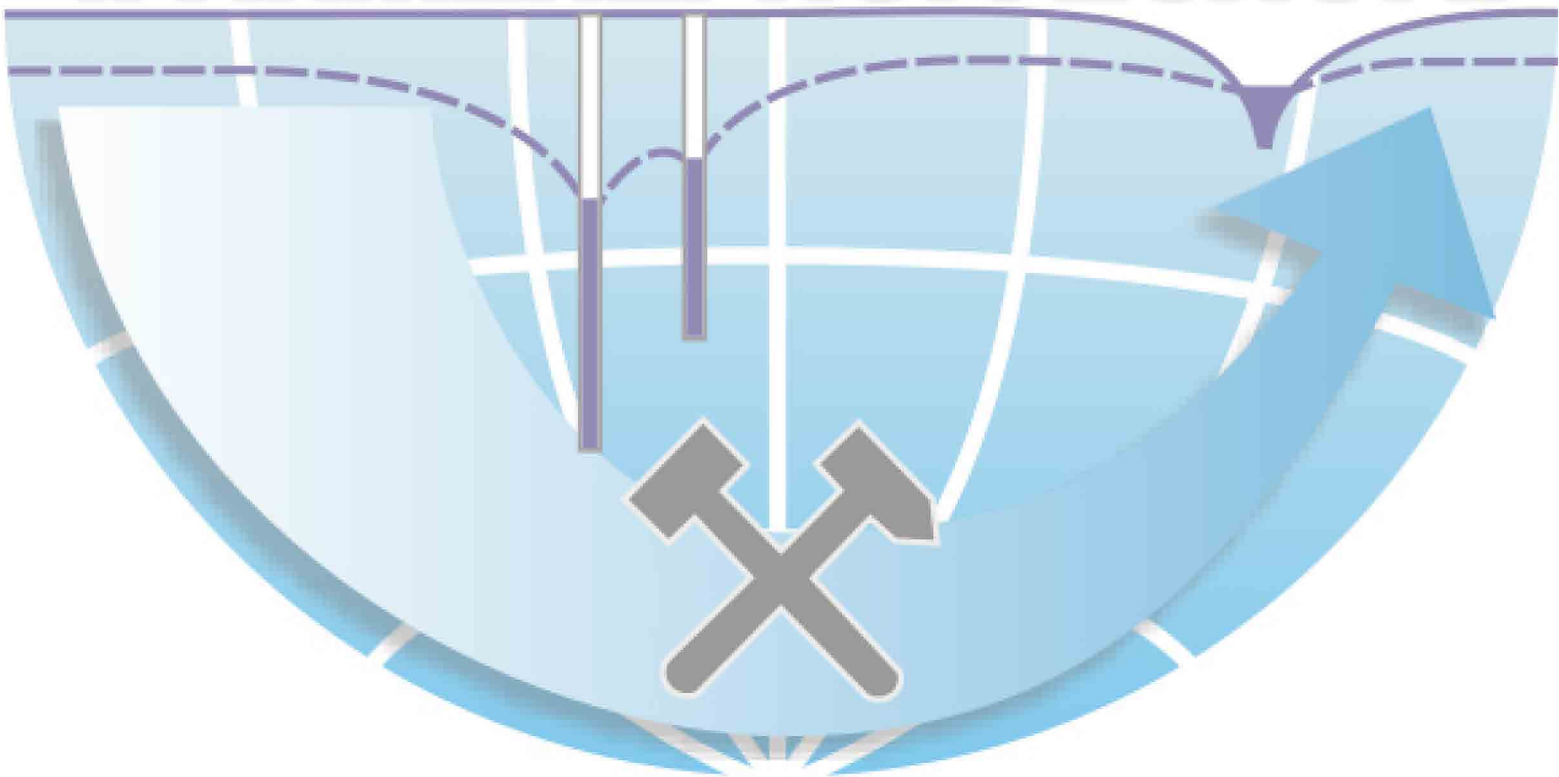
аналітичні розрахунки, картографічні методи із застосуванням геоінформаційних технологій.

Для досягнення мети поставлені такі задачі:

- аналіз досвіду будівництва в умовах середніх правобережних терас р. Дніпро;
- узагальнення гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов району м. Дніпро – м. Кам'янське;
- аналіз інженерно-геологічної характеристики ділянки досліджень поблизу с. Миколаївка;
- прогноз підтоплення з розрахунком дренажних систем на території с. Миколаївка.

*Наукова новизна* полягає в розробці ефективних схем дренавання підтопленої та потенційно підтопленої території заплави р. Суха Сура з урахуванням відстані між дренами та різних фільтраційних параметрів

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## 1. АНАЛІЗ ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ СЕРЕДНІХ ПРАВОБЕРЕЖНИХ ТЕРАС Р. ДНІПРО

Досвід будівництва на території правобережних терас р. Дніпро досить великий. За всі роки будівництва у досліджуваному районі спостерігався як негативний досвід, так вдалі проекти забудов.

До негативного досвіду можна віднести такі випадки, коли відбудовані дитячі садки, котельні, житлові будівлі, школи, гуртожитки та багато інших забудов, які входять до інфраструктури міст та селищ перебували в аварійному стані чи потребували термінової евакуації людей задля реконструкцій, або впровадження заходів щодо захисту будівлі через погану вивченість території. Для того щоб прослідити динаміку кількості надзвичайних ситуацій, які сталися на території України протягом 2009-2018 років приведемо данні статистики на рис 1.1.

Найпоширенішим несприятливим фізико-геологічним явищем на територіях правобережних терас р. Дніпро слід відзначити наявність у геологічному розрізі маловологих лесовидних ґрунтів (оскільки праве узбережжя р. Дніпро відноситься до прильодовикової рівнини, яка в свою чергу сильно розчленована рр. Дніпро, Мокра Сура) здатних проявляти просідні властивості при замочуванні. Також ці породи мають анізотропні фільтраційні властивості, що призводить до локальних замочувань та специфічних екзогенних процесів – зсувів, обвалів, просадок, локальних підтоплень.

Вивчення властивостей лесових ґрунтів та лесової товщі на правому узбережжі р. Дніпро у 1914 році почав Л.Л. Іванов. У 1916 році В.Д. Ласкарев досліджував території складені лесовидними товщами на вододільному плато між рр. Дніпро, Мокра Сура, у своїх дослідженнях він з'ясував наявність трьох ярусів лесів, які розділені двома горизонтами похованого ґрунту. У 1978 році була побудована перша інженерно-геологічна карта просідних властивостей ґрунтів території правого узбережжя р. Дніпро, де було зображено наявність непросідних та просідних ґрунтів I та II типів.



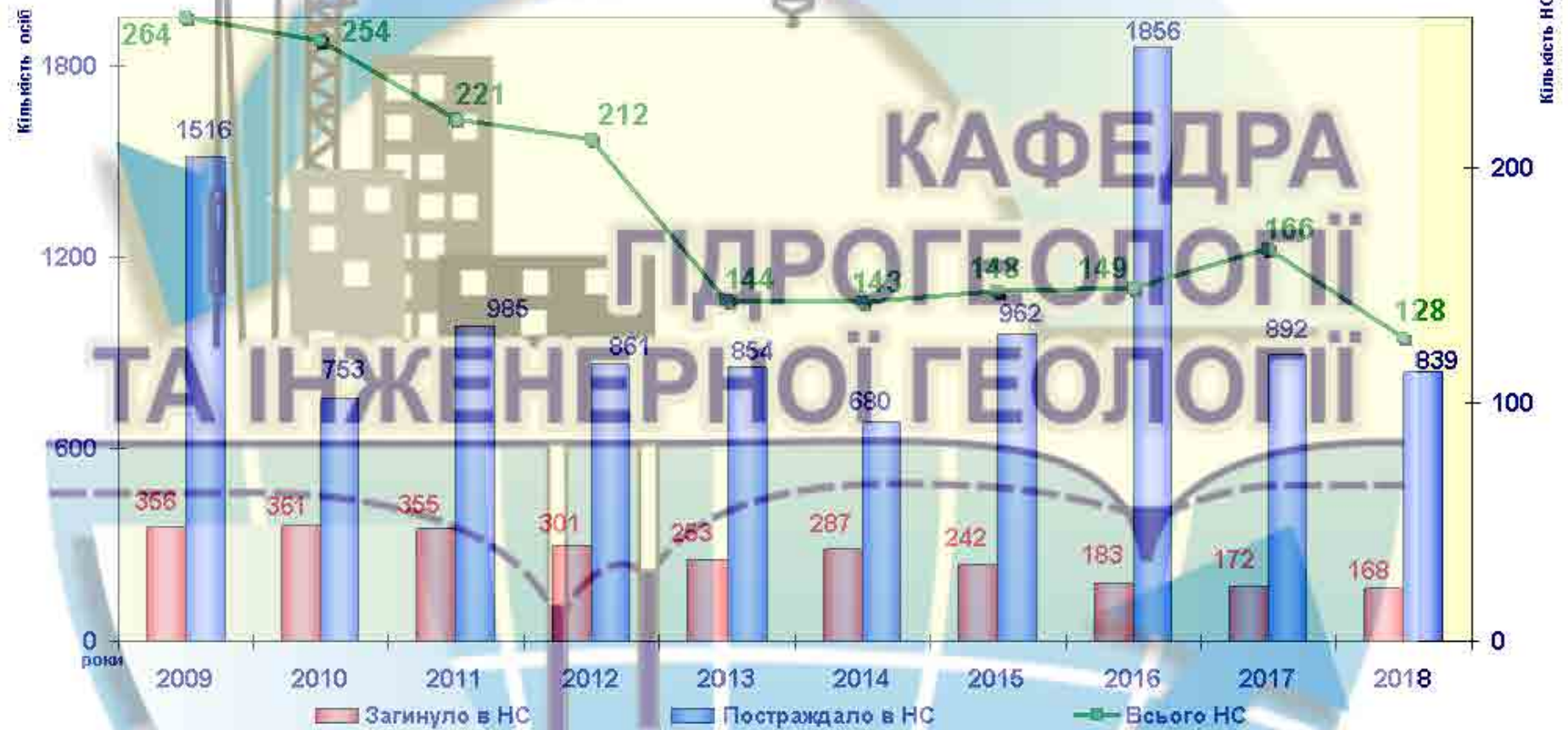


Рис. 1.1 – Статистичні данні з кількістю техногенних та природних надзвичайних ситуацій, що сталися на території України впродовж 2009-2018 років.

Розглянемо декілька об'єктів, де спостерігалися масштабні аварії пов'язані з наявністю лесових ґрунтів та лесів.

Місто Дніпро, ж/м Тополь, де у 1997 році стався зсув, площа якого досягала 1500 м<sup>2</sup>. Під час цього зсуву дитячий садок та школа опинилися під впливом екзогенного процесу та були майже повністю зруйновані.

Ще одним трагічним випадком можна вважати територію Самишеної балки, що знаходиться у м. Кам'янське, де у 1996 році стався зсув, і задля безпеки людей було евакуйовано декілька десятків багатоповерхових будівель.

Таких випадків на правобережжі р. Дніпро велика кількість, зсувні ділянки, які з'являються у випадках зволоження лесових масивів, або появи додаткового навантаження зовсім не рідкість. Поява таких аварійних територій інколи не залежить від людини, а має певний зв'язок тільки зі зміною природних умов.

У зв'язку із зростаючою забудовою міст та розширенням їх територій на правому березі р. Дніпро інженерно-геологічні вишукування проводяться все частіше, властивості просідних ґрунтів вивчаються ще ретельніше, це дає змогу виводити певні залежності просідання лесових ґрунтів від вологості, власного навантаження та ін.

### **1.1 Проблеми та ускладнення при будівництві на правобережних терасах р. Дніпро**

Згідно з «Районуванням території України за складністю інженерно-геологічних умов» [1], на територіях середніх правобережних терас р. Дніпро виникають такі чинники складності: підтоплення, просідання лесових ґрунтів, зсуви (рис. 1.2).

Одним із найпоширеніших несприятливих фізико-геологічних процесів та явищ слід відзначити наявність у геологічному розрізі маловологих лесовидних ґрунтів, здатних проявляти просідні властивості при водонасиченні.

Рисунок 1.2 – Районування території України за складністю інженерно-геологічних умов



На вододілах і давніх річкових терасах розвинуті товщі лесів та лесовидних суглинків. Ці товщі складаються із декількох різновікових горизонтів, які розділяються двома або трьома прошарками похованих ґрунтів.

Просідаючі ґрунти під дією зовнішньої сили або навіть під впливом своєї ваги дають осідання через розміщені в них пори і макропори. До таких макропористих ґрунтів відносяться леси, які проявляють осідання під тиском при зволоженні. В надзаплавних терасах зустрічаються лесовидні опади, які мають невелику водопроникність, але підвищену просідність. Глинисті ґрунти заплавних терас можуть мати як просідні, так і набухаючі властивості. Насипні глинисті породи, технічні відходи виробництва у вигляді золи, пилу також можуть володіти просадністю.

Але найбільшим поширенням, як у всьому світі, так і в Україні користуються лесові ґрунти, займаючи більше 80% площі. Їх просідні властивості формувалися в процесі опадонакопичення і в процесі подальшого існування у вільному стані. Ущільнення таких порід відбувається в результаті їх зволоження, або коли вони піддаються додатковим навантаженням. Також нижні шари лесових ґрунтів можуть ущільнитися під вагою верхніх шарів лесу. Леси складаються часток пилюватої розмірності, володіють значною пористістю (до 50%) і невеликою вологістю. При зволоженні руйнується початкова структура частинок.

Зазвичай просадні ґрунти знаходяться в маловологому стані. Для виникнення швидкої деформації просідання досить невеликого зовнішнього тиску. Коли ґрунти водонасичені – фільтрація води в них незначна і деформації відбуваються повільно.

Просадність ґрунтів вивчається за допомогою компресійних приладів шляхом зволоження зразків, докладаючи певний тиск. Виникли деформації порівнюють з початковим станом ґрунту.

При будівництві на таких ґрунтах зазвичай виділяють умови, коли зволожений ґрунт продавлюється під власною вагою до п'яти сантиметрів і більше п'яти сантиметрів. І в залежності від цього планують різні види робіт

та заходів. Наприклад, ущільнюють і закріплюють ґрунти, обпалюють і т. д. Також планують розташування та умови експлуатації будівель і споруд таким чином, щоб мінімально знизити можливість витоків води.

Останнім часом намагаються використовувати комплексні заходи захисту від просадних процесів у ґрунтах, тому що жоден із застосовуваних окремо методів не може забезпечити стовідсоткову надійність експлуатації будівель і споруд. Це зумовлено багатьма факторами: неясністю генезису просадних ґрунтів, неясністю генезису процесу осідання, а також зі складністю будови таких опадів, з розмаїттям їх властивостей.

Другим не менш важливим негативним проявом природних явищ є *підтоплення* як природне і техногенне явище, що охоплює загалом близько 70 тисяч кілометрів квадратних, або 12 відсотків території держави, погіршує умови формування поверхневих і підземних вод та функціонування господарських об'єктів, знижує родючість ґрунтів.

Сьогодні в Україні надзвичайно загострилася проблема підтоплення територій, яка пов'язана з підвищенням рівнів підземних вод, зволоження ними порід і ґрунтів зони аерації. Це, в свою чергу, викликає порушення у господарській та виробничій діяльності людей, погіршення побутових умов проживання населення, призводить до зміни фізико-хімічних властивостей підземних вод та екосистем ґрунту, впливає на видовий склад, структуру та продуктивність рослинного і тваринного світу на підтоплених територіях та спричиняє інші негативні прояви [2].

За останні 20 років площа земель із сталими проявами підтоплення збільшилася удвічі. Підтоплення зазнає 541 населений пункт, з них 223 у зонах впливу зрошуваного землеробства та великих водосховищ, а у 97 площа підтоплення перевищує 50 відсотків території.

Площа підтоплених земель сільськогосподарського призначення становить близько 118 тис. гектарів.

Через підтоплення земель пошкоджується близько 12 тис. архітектурно-історичних пам'яток. За експертними оцінками, від підтоплення

земель тією чи іншою мірою потерпають до 16 млн. чоловік. Соціально-економічні збитки становлять у сільській місцевості від 300 до 500 гривень, у містах і селищах – до 10 – 12 тис. гривень на 1 гектар підтоплених територій [3].

Природно-техногенне підтоплення має місце в центральних та південних регіонах України: у Дніпропетровській, Запорізькій, на півночі Одеської, Миколаївської та Херсонської областях.

Баланс ґрунтових вод на таких територіях слабо порушений або порушений внаслідок збільшення їх живлення, що пов'язане зі зниженням природного дренажу території. Найбільш інтенсивно підтоплені території, що прилягають до заплавл річок, ділянки в зонах впливу водосховищ та каналів, підроблені гірничими виробками тощо.

Розвивається техногенне підтоплення з порушенням балансу ґрунтових вод під впливом господарської діяльності, де переважають техногенні чинники підтоплення – експлуатація іригаційних систем, водосховищ, каналів, втрати води з комунікацій, створення ставків в яружно-балковій системі тощо.

У цілому, для південних областей території України, де процес підтоплення пов'язаний з техногенними умовами формування положення рівнів ґрунтових вод, площі підтоплення та інтенсивність процесу постійно змінюються. 2016 рік характеризується як рік незначних амплітуд коливання рівнів.

За даними державної служби геології надр України: у Дніпропетровській області межі площ підтоплення за останній рік, у порівнянні з попереднім роком, майже не змінились (в середньому площі змінювались в межах  $\pm 3-7 \text{ км}^2$ ), у порівнянні з минулими роками спостерігалось її незначне зменшення. Загальна площа територій, що перебувають в підтопленому стані –  $7255 \text{ км}^2$  при глибині рівня ґрунтових вод 0-3 м,  $2240 \text{ км}^2$  при глибині рівня ґрунтових вод 0-2 м.

Підтоплення відмічається на території 925 населених пунктів, з них 18 міст – загальна площа підтоплення  $263 \text{ км}^2$ , 34 селищ міського типу –  $133 \text{ км}^2$

та 873 села – 976 км<sup>2</sup>. Основними чинниками, що сприяють розвитку підтоплення, є: порушення підземного і поверхневого стоку під впливом фільтрації із каналів Дніпро-Донбас, Дніпро-Кривий Ріг, великих водосховищ – Кам'янського, Каховського, Південного, господарських ставків (більше 1300 шт.), відстійників, ставків-накопичувачів промислових і шахтних вод, меліорація земель, забудова територій, втрати із комунікацій та ін. Найбільші площі підтоплення зафіксовано в Широківському – 585 км<sup>2</sup>, Апостолівському – 570 км<sup>2</sup>, Магдалинівському – 550 км<sup>2</sup>, Петриківському – 530 км<sup>2</sup>, Нікопольському – 540 км<sup>2</sup> районах. Підтоплені є міста Дніпропетровськ, Кам'янське, Кривий Ріг, Апостолове, Зеленодольськ, Широке, Інгулець, Вільногірськ, Тернівка, Першотравенськ та ін. [4]

Основними природними умовами, в яких формується процес підтоплення, є наявність слабопроникних ґрунтів і їх прошарків, розташування водотривких шарів відносно близько до поверхні ґрунту, слабка дренажність територій.

На міських територіях до природних факторів додається техногенний вплив, який призводить до активізації процесів підтоплення; цей вплив обумовлений зміною відміток поверхні (плануванням) територій, що забудовуються, погіршенням природної дренажності, ефектом екранування потоків вологи.

Підтоплення ґрунтовими водами має місце тоді, коли рівень ґрунтових вод тимчасово або постійно встановлюється вище основи наземних або підземних споруд і комунікацій, а для рослин парків і садів – вище рівня, який порушує їх нормальний розвиток [5].

Також важливим негативним фактором при будівництві виступають зсуви, які займають домінуюче положення серед ЕГП внаслідок значного поширення на правобережній частині р. Дніпро. Вони виникають на порівняно незначній площі, проте їх активізація має значні негативні наслідки через швидкоплинність їх розвитку та значні деформації та руйнування інженерно-

господарських об'єктів. Головними природними чинниками активізації зсувів є метеорологічні, гідрологічні, гідрогеологічні, сейсмічні.

Вплив господарської діяльності на розвиток зсувів пов'язаний з додатковим навантаженням, підрізкою схилів під час будівельних робіт, створенням динамічних навантажень на схили, додатковим обводненням зсувонебезпечних територій. Сучасна активізація зсувів, що розвиваються на схилах різного генезису, досить часто пов'язана з проявом супутніх процесів – ерозійного та абразійного, що є чинниками підсилення основного процесу.

За даними Державної служби геології надр України на території України зафіксовано 22 948 зсувів, кількість їх змінюється за рахунок ліквідації (зрізання, зчищення), злиття окремих близько розташованих зсувних форм або внаслідок виявлення, або утворення нових.

Найбільш масштабний розвиток зсувів зафіксований на узбережжі Чорного моря у межах Одеської, Миколаївської областей та АР Крим, на узбережжі Азовського моря, правобережжі р. Дніпро та його правих приток, у басейнах річок Уж, Тиса, Латориця, Ріка, Тересва (Закарпаття) та басейнах річок Дністер, Прут, Черемош, Сирет, Стрий, Вишня (Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька області) [6].

У 2016 р. утворення нових зсувів не спостерігалось. Достатньо повної картини активізації зсувів у 2016 р. немає, через обмежений комплекс моніторингових робіт, а подекуди й зовсім їх відсутність. За даними моніторингових спостережень активізація зсувів спостерігалась на узбережжі Азовського моря у межах Донецької області, на узбережжі Чорного моря у межах Одеської та Миколаївської областей, в Дніпропетровській області – в балках міст Дніпро (Дніпропетровськ) та Кам'янське, на правому схилі Каховського водосховища.

Найбільшої шкоди розвиток та активізація зсувів завдає міським територіям зі щільною забудовою та значною чисельністю населення. Площа поширення ділянок з розвитком зсувів у межах міських територій складає 483,6 км<sup>2</sup>. Активна господарська діяльність без проведення необхідних



інженерних заходів викликала розвиток зсувів на території 405 населених пунктів, серед яких Київ, Дніпро, Кам'янське, Одеса та інші.

У Дніпропетровській області зсувні ділянки, що розташовані в балках міст Дніпро та Кам'янське, залишаються небезпечними для інженерних споруд та життя людей. У м. Дніпро в активному стані знаходяться зсуви у центральній частині міста на лівому схилі балки Красна, на правому схилі балки Рибальська. Причини утворення зсувів техногенні – замочування лесів витоками з водокommунікацій.

Схильними до активізації у м. Дніпро є зсувні ділянки на правому схилі та верхів'ї балки Краснопільська, на правому схилі балки Аптекарьська.

У м. Кам'янське активною є зсувна ділянка, яка розташована на правому схилі балки Шамишина в центральній частині міста, ділянка у верхів'ї балки Баранникова.

## 1.2. Методи прогнозу змін гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов

Геотехнічні вишукування включають: визначення складу, стану і властивостей ґрунтів; прогноз змін стану і властивостей ґрунтів під впливом різних факторів (зволоження, обводнення та осушення, термічні впливи, статичні і динамічні навантаження); прогнозу оцінку стійкості схилів і укосів; моделювання та розроблення рекомендацій з підвищення стійкості природних і створення штучних геотехнічних масивів ґрунтів.

На завершальному етапі камеральних робіт (окрім інженерно-геодезичних вишукувань) розробляють такі види прогнозів: пошуковий, у якому здійснюють якісну або кількісну характеристику змін та ймовірного стану природно-техногенних умов; нормативний, у якому наводять рекомендації щодо досягнення потрібного (нормативного) стану природно-техногенних умов шляхом регулювання впливів і/або виконання спеціальних заходів (планування території, дренажування, будівництво стримувальних споруд, закріплення ґрунтів тощо).

Достовірність прогнозів забезпечується обсягом та якістю вихідної інформації, регламентованої відповідними нормативними документами. На основі прогнозів (у тому числі прогнозів взаємодії споруди з навколишнім середовищем) необхідно здійснювати оцінку ефективності та якості прийнятих проектних рішень. Розроблення пошукових і нормативних прогнозів є обов'язковою складовою частиною інженерно-геологічних робіт і обов'язковим елементом звіту.

Дія зазначених процесів може розповсюджуватись на суміжні ділянки, це особливо слід враховувати на ділянках існуючої щільної забудови в межах міських територій.

Розроблення рекомендацій щодо попередження або усунення цих процесів входить до складу нормативного прогнозування змін інженерно-геологічних умов під впливом проектованої діяльності. У випадках, коли підтоплення пов'язане з високим положенням або спрямованим підйомом рівня підземних вод у існуючому природному водоносному горизонті (ВГ), до характеристик гідрогеологічних умов території (ділянки), визначення яких в процесі вишукувань є обов'язковим, належать такі:

- просторове розташування (у розрізі та в плані) меж ВГ, що потрапляють у зону взаємодії проектованої споруди з геологічним середовищем;
- побутове та прогнозоване положення рівня ґрунтових вод та п'езометричного рівня напірних вод;
- оцінка потенційної підтопленості проводиться на основі якісного прогнозування природних та техногенних змін гідрогеологічних умов території, в результаті яких можливе виникнення наступних явищ: підвищення вологості ґрунтів зони аерації; формування локальних водоносних горизонтів («верховодки»); природні сезонні та багаторічні коливання рівня підземних вод; техногенні зміни рівня підземних вод.

### 1.3. Особливості будівництва в складних інженерно-геологічних умовах

Особливості будівництва в складних інженерно-геологічних умовах полягають в тому, що потрібно виконувати прогноз пошуковий та нормативний. Метою цього прогнозу є оцінка ризику змін властивостей ґрунтів під дією природних і техногенних факторів (замочування, висушування, ущільнення, хімічне закріплення, вібродинамічне та сейсмічне навантаження). Такі прогнози очікуваних деформацій земної поверхні, включаючи можливість виникнення провалів і воронок чи наявності порожнин в основі на території запланованого будівництва повинні виконуватись тільки такими організаціями, які мають навички та практичний досвід виконання вишукувальних робіт.

На основі таких прогнозів виконують оцінку ефективності та якості прийнятих проектних рішень і ступеня ризику для життєдіяльності людей. Виконання пошукових і нормативних прогнозів є обов'язковою умовою надійного проектування будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах із забезпеченням безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього середовища.


Важливим фактором таких прогнозів є те, що проектування та будівництво споруд повинно мати параметр часу у якому можуть відбуватися деформації земної поверхні, зміни міцносних та деформаційних характеристик, підвищення рівня ґрунтових вод та інші чинники складності при будівництві.

Оцінку ризику виходу критеріїв напружено-деформованого стану будівлі і споруди із граничних параметрів виконують шляхом зіставлення прогнозованих (розрахункових) і граничних параметрів комплексних розрахункових моделей будівель і споруд з урахуванням спільної роботи ґрунтової основи, фундаменту і надземних конструкцій.

За результатами оцінки визначають необхідність та об'єм додаткових

заходів захисту будівель і споруд .

Розрахункові моделі будівель і споруд, які використовують для визначення зусиль і деформацій у конструкціях, повинні відображати дійсні умови роботи будівель і споруд та особливості їх взаємодії з основою, а також враховувати просторову роботу, геометричну та фізичну нелінійність і повзучість матеріалів конструкцій [7].



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

## 2. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ТА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДНІПРО-КАМ'ЯНСЬКЕ. АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДІЛЯНКУ

### 2.1 Геологічна будова

Територія досліджуваного району як все Середньо-Придніпров'я, в процесі свого розвитку, зазнала значних змін, в результаті яких Український кристалічний масив був неодноразово дислокований і денудований. На сьогоднішній день на досліджуваній площі простежується ряд складних геологічних структур.

В межах Українського кристалічного масиву, цієї складної багатоярусної споруди, виділяються складчасті структури північно-західного, північно-східного і субмеридіонального напрямків. Деякі дослідники, наприклад Н. П. Семененко, виділяли ще структури субширотного напрямку.

До теперішнього часу питання про послідовності виникнення цих структур ще не вирішене, хоча з цього приводу існують деякі роздуми В. Є. Тарасенко (1914), Б. Л. Личкова (1925), П. П. П'ятницького (1937), Д. Н. Соболева (1937), Н. П. Семененко (1947, 1949 і 1953), Ю. І. Половинкин (1953 і 1954) та інших геологів.

Вважається, що північно-західні складчасті структури - найбільш древні, північно-східні і субмеридіальні - більш молоді, а субширотні - наймолодші. Проте не виключена можливість, що до найдавніших структур відносяться північно-східні.

Історія геологічного розвитку досліджуваної території представляється нам в наступному вигляді. У нижньому археозої в межах вивчаємої території, як і на площі всього Українського кристалічного масиву, тривалий період існував геосинклінальний режим з накопиченням потужної товщі глинисто-мергелистих і піщаних опадів, перетворених наступним метаморфізмом в гнейси, кристалічні сланці, мармур, рудні та безрудні кварцити.

Ці найдавніші метаморфічні породи входять до складу Тетеревабузької серії. Цьому геосинклінальному режиму відповідає перший тектоніко-

магматичний- процес, виділений Ю. І. Половинкиним (1954).

Закладення найдавніших складчастих структур відбувалося, ймовірно, також в нижньому археозої.

З тектонічними поштовхами цього етапу зв'язуються міжпластові інтрузії і жили основних і ультраосновних порід і перші інтрузії гранітної магми, виділені А. Н. Козловською та М. І. Ожеговою на Побужжя і Придністров'я. В межах Середнього Придніпров'я зазначені інтрузивні породи невідомі.

У верхньому археозої сталося нове прогинання території сучасного кристалічного масиву на великих ділянках Середньої Наддніпрянщини, що супроводжувалося потужним вулканізмом і виливом на широкій площі Середньої Наддніпрянщини покривів основної магми діабазового складу.

Цей вилив був багаторазовим, пульсуючим, що чергується з періодами нормального накопичення опадів, коли відкладалися крем'яністі і піщано-глиністі опади, що перетворилися в кінцевому результаті в залізисті кварцити Верхівцевських і Сурськомагнітних аномалій, в кварцево-серицитових сланців, а інколи в гнейси, що входять до складу Верхівцевської серії.

Мабуть, тривалість періодів виливів основної магми поступово зменшувалася, а тривалість періодів накопичення опадів збільшувалася, так як потужність пластів кварцево-серицитових сланців збільшується у верхніх частинах розрізів західного крила верхівцівського синклінорія.

Існування дайок епідіабаза, січних покриви епідіабаза вище с. Ново-Миколаївки по р. Мокра Сура і приурочених, ймовірно, до тріщин і розломів, свідчить про активну тектонічну діяльність під час освіти Консько-верхівцевської серії.

Не виключена можливість, що дайкові епідіабази у віковому і генетичному відношенні є аналогами зеленокаменних порід, що підстилають криворізьку серію метаморфічних порід.

У зв'язку з тектонічною діяльністю цього періоду сталися міжпластові впровадження ультраосновної магми в товщу осадово-ефузивних порід. В

процесі метаморфізму основні породи були перетворені в епідіабази, перетворені, в свою чергу в амфіболіти і кристалічні сланці хлоріто-амфіболітового складу, а похідними ультраосновних порід з'явилися серпентиніти і сланці тальку. В кінці верхньо-археозойського етапу накопичення опадів утворилися ефузиви типу альбітофірів, кератофіри і порфірити.

Свідченням активної вулканічної діяльності цієї епохи є прошарки туфів і туфітів, відомі в на сьогодні як осадово-ефузивні товщі Верхівцевських магнітних аномалій.

У верхньому археозої тривалий період накопичення опадів з утворенням покривів ефузивів з незначними інтрузіями ультраосновної магми змінився орогенним періодом.

З епохою інтенсивного складкоутворення пов'язана потужна інтрузивна діяльність Кіровоградсько-житомирського комплексу гранітоїдів. Найявністю складок північно-західного простягання і тут пов'язується з інтрузією плагіогранітів, що відбувалася на початку верхньорхеозойського тектогенезу.

Між радгоспом № 10 і Карнаухівськими хуторами відстежується широка смуга плагіогранітів, які прорвали тут осадово-ефузивну товщу Сурської синклінорії, відокремивши значну товщу Романкового-Новоселівського масиву епідіабаза і амфіболітів; тому вісь Сурської синклінорії продовжена на північний захід, аж до ст. Воскобойня.

У північній частині Сурської магнітних аномалій, в районі сс. Любомирівка, Новопетрівки, Новоселівки, Карнаухівської хуторів і Пашенної балки, осадово-ефузивна товща, зібрана в складки субширотного і місцями північно-східного простягання, якщо судити по контурах деяких магнітних аномалій, у яких простягання складають їх залізистих порід зазвичай збігається з простягання аномальних плям з високим магнітним полем.

На ділянках, наприклад в районі с. Сурськоміхай спритні, Сурський синклінорій, судячи з відбудованої поверхні кристалічних порід має бути блокової будови.

Ділянки дрібних грабенів тут виділяються за абсолютними позначками покрівлі відкладів київського і бучакського ярусів і в меншій мірі відбиваються в сучасному рельєфі, що вказує коливання рухів на протязі від карбону до теперішнього часу.

Це підтверджується знахідкою в районі с. Сурсько-Михайлівка вторинного каоліну з прошарками вапнякового пісковика, умовно віднесеного до карбону.

Верхівцеве-Томаківський і Сурський синклінорії відокремлюються одне від одного Сурсько-Базавлукським антиклінорієм, простягання котрого, приблизно, Пн-Зх  $320^\circ$ . Через майже повної відсутності оголень і нечисленності пошукових свердловин будова його вивчена погано.

Антиклінорій складний плагіограніти і його мігматити, серед яких затиснуті численні, здебільшого невеликі поля буттям плагіоклазових гнейсів і рідше, реліктові ділянки основних порід Конксько-верхівцевської серії, не зруйновані від асиміляції гранітною магмою.

Цілком ймовірно, що ділянки гнейсів та епідіабазів виступають корінням мілких синклінальних складок другого і третього порядку. Вісь антиклінорія умовно проводиться через сс. Пушкарівка, західна частина Криничок, Володимирівка, Березнуватівка. Падіння порід на його крилах на Пд-Сх с. Пашенна Балка, на південний схід від с. Карнаухівського хутора, – 1-24,17 м.

Таким чином, різниця в абсолютних позначках покрівлі київського ярусу становить 46 м.

На правобережжі р. Базавлука, в районі с. Потік, абсолютна відмітка підосви київського ярусу +30,32 м, а в 0,9 км від неї абсолютна відмітка підосви бучакського ярусу +46,0 м, що, по-видимому, свідчить про вертикальні зсуви окремих блоків кристалічного фундаменту, в кінці



київського століття, вже після відкладення мергелю. Амплітуда вертикального зсуву в даному випадку становить близько 40-50 м. Таких прикладів можна привести багато.

Диз'юнктивні порушення відбувалися і в більш пізній час. Так, на лівому березі р. Базавлука поблизу с. Болтишка в оголенні шаруватих пісків нижнього – середнього міоцену чітко простежуються скиди з амплітудою 1-2 м. Простягання скидів Пн-Пд  $50^\circ$ , падіння південно-східне під кутом  $50^\circ$ .

Молодші неогенові відкладення, аж до горизонту строкатих глин, залягають в межах кристалічного масиву на різних гіпсометричних рівнях, що свідчить про коливальних рухах в кінці третинного і на початку четвертинного періодів (рис 2.1).

Долина р. Базавлука має, бути, тектонічна будова. Русло річки робить численні круті повороти (часто під прямим кутом), відповідні лінії тріщин окремо, або напрямку відокремлення порід.

Крім того, в літній час, коли річка в багатьох місцях зовсім або майже зовсім пересихає, сухі ділянки чергуються з лесами глибиною до 20 м, які, приурочені до вузьких грабенів тектонічного походження з вертикальними стінками.

Ліві берега таких плес зазвичай прикриті четвертинними алювіальними відкладами де росте трава й очерет.

Вертикальна ж стінка правого берега вище рівня води в руслі переходить в крутий скелястий схил.

Судячи з характеру стінок вузьких грабенів і переходу від вертикальної до горизонтальної площості майже під прямим кутом, опускання блоків кристалічного масиву відбувалося в недавні часи, можливо на початку четвертинного періоду або в кінці неогену.

Тільки молодою тектонікою можна пояснити існування невеликих перекатів в руслі р. Базавлука, які чергуються із зазначеними вище грабенами.

У геоморфологічному відношенні досліджувана ділянка правобережжя р Дніпро відноситься до піднесеної хвилястої рівнини, яка відноситься до області еродованого плато Середньої Наддніпрянщини.

На всій території досліджень виділяються наступні геоморфологічні елементи: ділянки плато, схили плато, стародавні і сучасні річкові долини, прохідні долини, балки та яри, зсуви.

#### *Ділянки плато*

В межах еродованого плато правобережжя в рельєфі виділяються рівнинні ділянки плато, не порушені сучасною ерозією, і ділянки, місцями порізані ярами або розчленовані плоскими верхів'ями балок, а також схили плато і долини приток р. Дніпра з їх яружно-балочною мережею.

За геологічною будовою ділянки плато дуже неоднорідні. У південно-східній частині листа виділяються ділянки плато, приурочені до найдавнішої дочетвертинної області денудації, на якій, тільки в кінці третинного періоду (в пліоцені) почали переважати процеси акумуляції, в результаті чого безпосередньо на корі вивітрювання докембрію залягають червоно-бурі глини, перекриті четвертинними суглинками. Ці ділянки розташовані на Базавлук-Саксаганському і Сурьсько-Базавлукських докембрійських антикліналях [8].

Значно більшу площу займають ділянки плато більш молодого геоморфологічного рівня, які відносяться до області денудації, що виникла після регресії середньо сарматського моря.

На відміну від ділянок більш давнього плато кристалічний фундамент тут покритий третинними відкладами, і чим глибше він занурений, тим повільніше в покрівлі його з'являється стратиграфічна серія теоретичних відкладів.

Найбільша за потужністю і повна стратиграфічна серія характерна для ділянок плато, розташованих і в районі Домотканської, Базавлук-Самотканської і Сурьської депресій, складених відкладами бучакського ярусу.



Рисунок 2.1 – Карта четвертинних відкладів правого берега р. Дніпро  
(поблизу м. Кам'янське)

1. алювіальні відклади річок – суглинки, супіски, мули;
2. еолові відклади – піски;
3. алювіальні відклади – піски, супіски та суглинки ( $alQ_3$ );
4. еолові, делювіальні, алювіальні відклади – суглинки лесовидні, супіски пилюваті палеві ( $Q_3$ );
5. делювіальні, алювіальні відклади – суглинки лесовидні, супіски, піски ( $dalQ_{2,3}$ );
6. еолові та місцями делювіальні відклади – суглинки лесовидні палеві та жовто-бурі ( $Q_{3+2}$ );
7. еолові, делювіальні відклади – супіски та суглинки лесовидні палеві та сірі ( $Q_{3+2}$ ).

### *Стародавні та сучасні долини річок*

Долини річок і пов'язана з ними яружно-балочна мережа широко розвинені на території правобережжя р. Дніпро.

Найбільш розчленованою і великою є долина р. Дніпра, яка, мабуть, свій розвиток почала ще в пліоцені, коли базисом її ерозії був рівень понтичного моря.

Алювіальні відкладення першої (давньої) фази розвитку цієї річки змиті потоками талих вод льодовиків четвертинного періоду. Найбільш важливу роль у формуванні долини рр. Дніпра, Саксагані і Домоткани зіграли потоки талих вод Дніпровського і Валдайського льодовиків.

У поперечному профілі долини Дніпра виділені заплава і три надзаплавних тераси (I, II, III). Найбільш древньою є третя (III) тераса, формування якої відноситься до середнього відділу і синхронно дніпровського заледеніння.

Вона відома тільки у вузькій смузі, що оточує крутий схил правобережного плато, де вона сильно еродована. Поверхня її нахилена в сторону долини р. Дніпро. Тиловий край місцями непомітно зливається зі схилом плато на абсолютному рівні близько 100 м. Передній уступ в багатьох місцях чітко виражений.

За геологічною будовою III тераса на окремих ділянках відноситься до типу акумулятивних або ерозійно-аккумулятивних.

В останньому випадку цю терасу складений кристалічними породами докембрію, які на правому березі Дніпра в багатьох місцях утворюють виходи у вигляді скель.

Друга (II) та перша (I) надзаплавні тераси р. Дніпра відносяться до лівобережжя р. Дніпра

На правому березі р. Дніпра I і II надзаплавні тераси розвинені тільки у вигляді вузьких смуг в рельєфі важко відокремлюваних одна від одної внаслідок того, уступи терас перекриті алювіальними суглинками.

Заплава р. Дніпро низинна. На лівобережжі вона багата озерами різної величини і форми, що тягнуться вздовж стариць р. Дніпро.

У пригирлових частинах будова долин рр. Самоткане і Домоткань аналогічна будові долини р. Дніпро.

Формування долини рр. Мокра Сура і Базавлука ймовірно почалась, в середині четвертинної епохи. У поперечному розрізі виділяються, крім заплави, I і II надзаплавні тераси, з яких більш древньою є II надзаплавна, синхронна дніпровському заледенінню, тобто III надзаплавна тераса р. Дніпро.

На формуванні долин цих річок лише побічно відбивався вплив талих вод Дніпровського і Валдайського льодовиків.

Вплив останнього було вельми незначний, в результаті чого в епоху четвертинного періоду тут утворилася тільки одна терасова сходинка - I надзаплавна тераса, за часом, очевидно, синхронна I і II надзаплавним терасам р. Дніпро.

Перша і друга надзаплавні тераси р. Базавлука дуже вузькі, в рельєфі дуже часто бувають злиті, в зв'язку з чим на карті вони показані одним знаком.

У багатьох місцях спостерігається таке явище і по р. Мокрою Сура, але на окремих ділянках все ж вдається виділити, крім заплави, ще два терасових рівня.

Необхідно відзначити, що напрямок річкової мережі і характер річкових долин на території правобережжя р. Дніпро тісно пов'язані зі структурою, мінералогічними та петрографічними особливостями, а також тектонікою кристалічного фундаменту[8].

#### *Прохідні долини*

Прохідні (наскрізні, або поховані) долини на території правобережжя р. Дніпро поширені дуже мало. Найявніші їх встановлено лише на двох вельми незначних за розмірами ділянках: на південь від м. Верхньодніпровська та на правобережжі р. Мокра Сура в південно-східній частині досліджуваного майданчика. Ймовірно їх вік не пізніше середини четвертинної епохи.

### *Яружно-балочна мережа*

На території правобережжя р. Дніпро широко розвинені балки. Вони досить густою мережею перетинають різні геоморфологічні елементи, починаючи від високих вододільних ділянок плато і закінчуючи терасами річок. Тому геологічна будова і форма їх дуже різноманітні.

Круті схили плато до долини р. Дніпра порізані глибокими і короткими балками з густою мережею юних ярів. пологі час утворилися головні складчасті споруди північно-західного простягання.

Впровадження гранітної магми відбувалося протягом декількох етапів. Спочатку на великій площі утворилися сірі плагіограніти, потім - рівномірно зернисті житомирські граніти і, нарешті, порфіроподібні кіровоградські граніти.

На першій стадії впровадження гранітної магми в ряді пунктів виникли гранодіорити і діорити, які мають локальний розвиток серед плагіогранітів, з якими вони пов'язані поступовими переходами і являються одновіковими утвореннями.

Ю. І. Половинкина відносить освіту плагіогранітів до геосинклінального етапу нижнього археозою, а інтрузію грано-діоритів і гранітів Кіровоградсько-житомирського інтрузивного комплексу - до орогену .

У зв'язку з орогенічними рухами та інтрузивною діяльністю верхнього археозою утворилися Верхівцевсько-Томаський і Сурський синклінорії і розділяє їх Сурсько-Базавлукський антиклінорій, складений в основному плагіогранітом і його мігматитами.

При цьому породи Конкські-верхівцевської серії були, зібрані в ізоклінальних складках північно-західного і, місцями, субмеридіального простягання, прорвані і асимільовані плагіограніти. субмеридіального простягання має також Саксаганського-Базавлукський масив кіровоградського граніту.

Після великої перерви в протерозої настав новий етап геосинклінального розвитку Українського кристалічного масиву або другий тектоно-магматичний процес. Відкладення цього періоду в даний час відомі тільки на захід від листа М-36-XXXV в районі Кривого Рогу, Кременчука, де, на думку В. Г. Бондарчука (1946 і 1947), в цей час існувала локальна субгеосинкліналь або тафрогеосинкліналь.

З орогенним етапом розвитку протерозойської геосинклінали пов'язана висока складчастість порід криворізької серії і інтрузія рожевих Дніпровсько-Токівських гранітів.

Активна тектонічна діяльність передувала інтрузії і супроводжувала її, зумовивши утворення численних зон розсланцювання, розломів і мілонітизації.

Впровадження рожевих гранітів відбулося в зв'язку з наймолодшою докембрійською субширотною фазою складкоутворення. Однак часто граніт успадковує і зберігає давніші лінійні структури, особливо північно-західного напрямку.

Завдяки винятковій рухливості, магма рожевого граніту дуже вплинула на перетворення порід, що вміщують і дала величезну кількість жил і виділень пегматиту, пов'язаних з виниклими тріщинами і розломами.

Відмінною особливістю цього періоду є незначні масштаби складкоутворення і панування диз'юнктивних дислокацій типу дрібних розломів, які сприяли широкому розвитку на Середній Наддніпрянщині постмагматичних процесів і виникнення різних гідротермальних утворень. З рожевим гранітом пов'язані явища натрієвого і, в меншій мірі, калієвого метасоматозу, епідотизація і т.д.

Протягом платформного етапу геологічного розвитку Середньої Наддніпрянщини, що з'явилася в протерозої-палеозої, тривали дислокації, головним чином субмеридіонального і субширотного простягання, які стали основою для утворення дайкових і жильних порід, представлених в багатьох випадках діабазами, рідше габро і піроксенітами.

У палеозої настав новий етап в історії геологічного розвитку Середньої Наддніпрянщини, пов'язаний з утворенням Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), що виникла в зв'язку з глибоким зануренням кристалічного фундаменту на північний схід від досліджуваної території.

Вважається, що в палеозойський час (від кембрію до кам'яновугільного періоду) вся територія листа представляла собою сушу, на якій відбувалася денудация гірських відкладів докембрію і процеси утворення кори вивітрювання кристалічних порід.

У палеозої, очевидно не раніше девону, почалося занурення суші на північний схід від території правобережжя і вже у верхньовізейський час північно східна частина листа була покрита морем, берегова лінія якого поступово насувалася на сушу, та віддалялася відсувалася.

Коливання берегової лінії відбувалися в умовах загального занурення суші та накопичення опадів.

Слідом за переміщенням берегової лінії в умовах теплого вологого клімату переміщувалась і зона пишних лісів, що і стало причиною утворення прошарку кам'яного вугілля в товщі верхньовізейського комплексу.

Залягання відкладів верхнього карбону на розмитій поверхні відкладів візейського ярусу говорить про те, що в середньо кам'яновугільну епоху велика нова трансгресія охопила північну частину території.

Склад опадів середньо кам'яновугільної епохи і наявність в товщі їх прошарку вугілля також говорить про переміщення берегової лінії і коливальних рухах суші.

Протягом кам'яновугільного періоду кристалічний фундамент північно-східної частини території правобережжя р. Дніпро вкрився товстим покривом опадів морської і субконтинентальних фацій.

Можливо, що в кам'яновугільний період море покривало всю поверхню кристалічного масиву на Середньому Придніпров'ї.

Однак в кінці палеозою і в мезозої внаслідок підняття масиву, всі кам'яновугільні відклади були змиті. Вони збереглися лише в поодиноких



депресіях і грабенах на поверхні кристалічного масиву, що має місце на сході (Вовчанський виступ) і на р. Суха Сура, де до карбону умовно віднесені прошарки вапнякового пісковика серед вторинного каоліну.

В кінці кам'яновугільного періоду, а також в пермський період, на всій території правобережжя була суша, на якій відбувалися ті ж процеси денудації і утворення кори вивітрювання.

Ніяких опадів мезозойської ери, за винятком тріасової гальки, на території не виявлено. Ймовірно, що і в мезозойський час вся територія листа була сушею, і тільки в кайнозої почала розвиватися нова трансгресія палеогенових морів, з яких найдавнішою була, середньоеоценова трансгресія (бучакське століття).

Ця трансгресія охопила тільки невелику північну частину території описуваної ділянки, а на більшій південній частині була суша, по якій протікали річки, приурочені до еродовано-тектонічних депресій на поверхні докембрію (Домотканської, Базавлук-Самотканської і Сурської).

Рельєф місцевості був увалисто-горбистий, близький до сучасного рельєфу поверхні докембрію. Клімат був теплий.

Судячи за даними Т. С. Цириной (1949), місцевість була вкрита густими, переважно листяними лісами і чагарниками. Особливо пишна рослинність була в долинах річок.

У міру настання моря на сушу і підвищення базису ерозії відбувалося заболочування річок, долин, утворення в них озер, під опадами яких місцями були поховані потужні накопичення рослинної матеріалу, з якого утворився буре вугілля.

В цей же час відбувалося утворення бокситовидних порід, бурих залізняків і бокситів на невеликих ділянках в долинах річок, куди виносилися розчини, збагачені вільним глиноземом і оксидами заліза в процесі вивітрювання основних порід.

У київське, а потім харківське століття трансгресія ще більш розширилася, утворивши Сурський, Базавлук-Самотканський та інші, більш дрібні затоки палеогенових морів, берегова лінія яких була нестійкою.

Переміщення берегової лінії цих морів зафіксували в опадах київського і харківського морів, там вони представлені утвореннями прошарків вуглистих пісків, глин і бурого вугілля.

В кінці бучакського, в київське і харківське століття відбувалися незначні вертикальні зрушення в зонах докембрійських порушень, в результаті яких на окремих ділянках київське море розмило бучакські опади, а харківське море розмивало опади київського століття. Живильною провінцією накопичення опадів палеогену був кристалічний масив.

Палеогенова трансгресія змінилася регресією. Який ландшафт і які геологічні процеси переважали на всій території правобережжя р. Дніпро після регресії харківського моря аж до середньо сарматського часу, важко сказати.

Товща кварцових пісків, можливо, утворилася під час трансгресії неогенових морів. У середньосарматський час максимальна неогенова трансгресія охопила майже всю територію, за винятком невеликих острівців в її південній частині, відклавши піски, вапняки, мергелі і глини.

Неогеновий цикл опадонакопичення відбувався в значній мірі за рахунок повторного відкладення опадів палеогенових морів і потім вже за рахунок розмиву кори вивітрювання докембрію. Закінчився він лагунно-морськими відкладами кінця сарматського століття, що утворили горизонт строкатих глин.

В кінці неогену (в пліоцені) очевидно було покладено початок сучасної гідрографічної мережі, розвиток якої почався в четвертинний період; до останнього відноситься початок нового ерозійно-аккумулятивного циклу. Опадонакопичення в цей час визначалося не тільки геоструктурою описуваної території, а й становищем її відносно країв льодовика.

Значна роль в опадонакопиченні належала вітрові, водно-льодовиковим потокам і річкам, які відклали значну товщу покривних лесовидних суглинків

і супісків на плато і схилах, пісків і супісків в долинах річок і балок.

## 2.2 Гідрогеологічні умови

Згідно з «Державним Інформаційним Геологічним Фондом України» Гідрогеологічні умови досліджуваної території правого берега р. Дніпро діляться на два райони.

Перший район відноситься до гідрогеологічної провінції щита УЩ, другий – до гідрогеологічної провінції ДДЗ (рис 2.2).

У першому районі найдавніший ВГ приурочений до тріщинуватої зони кристалічних порід докембрія і в рідкісних випадках до їх кори вивітрювання, а в другому – до пластів тріщинуватих пісковиків кам'яновугільної системи. Кристалічні породи докембрію занурені, і води їх тріщин практичного значення не мають.

У кожному з названих районів на найдавніших ВГ залягає третинна товща, яка в свою чергу містить ВГ в пісках різного віку: а) бучакського, б) харківського та місцями київського ярусів, в) нижнього-середнього міоцену і середньосарматського під 'ярусу.

Горизонт тріщинуватих вод кристалічних порід докембрію відрізняється дуже слабкою водоносністю. Це пояснюється тим, що умови живлення цього горизонту за рахунок інфільтрації атмосферних вод і підтікання вод верхніх водоносних горизонтів вельми несприятливі у зв'язку з наявністю потужної товщі кори вивітрювання, представлені головним чином первинними каолінами.

Ще вище залягає товща четвертинних відкладів, яка утримує воду в лесовидних суглинках плато і схилів, а також в піщано-суглинистих алювіальних відкладах річкових долин.

Слід зазначити, що потужні джерела тут відсутні. Особливо несприятливі умови для харчування тріщинуватих вод докембрію характерні для ділянок плато більш давньої геоморфології – чеського рівня, де

безпосередньо на корі вивітрювання кристалічних порід залягають червоно-бурі глини, або глини горизонту строкатих глин.

Вода з тріщинуватих кристалічних порід відрізняється відмінними питними якостями, відноситься до типу сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієво-натрієво-магнієвих і близьких до них вод. Сухий залишок змінюється в межах від 1048 до тисячі двісті сімдесят шість мг / л.

Дебіт вимірюється десятими частками літра в секунду. Значення цього водоносного горизонту в річкових долинах досить невелике, а на плато - мізерно. У корі вивітрювання (бурих залізняках) рясний водоносний горизонт зафіксований по р. Самоткане.

Водоносні горизонти тріщинуватих пісковиків кам'яно-вугільної системи поширені на дуже незначній площі. Ці водоносні горизонти розкриті свердловинами у відкладах візейського та башкирського ярусів.

Названі водоносні горизонти поділяються на витримані по простяганню і потужності пачками і пластами сланців. Спеціальне гідрогеологічне дослідження водоносних горизонтів кам'яновугільної системи на території не проводилося.

Води кам'яновугільних відкладів візейського та башкирського ярусів на досліджуваній території пов'язані з водами тріасу а також бучакського ярусу третинної системи. Необхідно відзначити, що тріасові відклади, представлені галькою, мають настільки незначну потужність (0,20 – 3,60 м), що виділяти самостійний тріасовий водоносний горизонт тут немає підстав, тим більше, що тріасова галька лежить в основі відносинах пісків бучакського ярусу.



Рисунок 2.2 – Гідрогеологічна карта правого берега р. Дніпро (поблизу м. Кам'янське)

А – район гідрогеологічної провінції Українського кристалічного масиву; наявність слабо мінералізованого ВГ в породах докембрію. Б – район гідрогеологічної провінції ДДЗ, наявність сильно мінералізованого ВГ. 1 – границя між районами А і Б; 2 – водоносний горизонт в пісках бучакського ярусу. 3 – водоносний горизонт в плауконітових пісках та пісковиках харківського ярусу. 4 – водоносний горизонт в кварцових пісках нижнього та середнього міоцену, а також середньо сарматського під'ярусу. 5 – водоносний горизонт в четвертинних пісках, суглинках сучасних долин річок та балок. Водоносний горизонт типу «верховодка» на карті не зображений.

Водоносний горизонт бучакського ярусу є напірним. В районі Українського кристалічного масиву він приурочений до пісків континентальної і субконтинентальної фацій.

На окремих ділянках він пов'язаний з водами тріщин кристалічного масиву, а також з водами молодших теоретичних і навіть четвертинних відкладів. Рівень, режим і хімічний склад вод бучакського водоносного горизонту в районах УЩ за вмістом аніонів і катіонів відрізняються досить строкатим складом, близьким до вод типу сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієво-натрієво-магнієвих. Сухий залишок їх коливається від 261 до 1440 мг/л.

Водоносний горизонт у кварцових пісках харківського, а місцями харківського і київського ярусів в районі Українського кристалічного масиву тісно пов'язаний з водами бучакського ярусу і ще в більшій мірі з водами кварцових пісків нижнього-середнього міоцену і середньосарматського під'ярусів, а місцями з четвертинними водами. Цей водоносний горизонт є основним в гідрогеологічному комплексі, який досить детально вивчався при розвідці бурого вугілля бучакського ярусу під навою надвугільного водоносного горизонту.

Поверхня надвугільного горизонту хвиляста, так як на окремих ділянках він дренований. За хімічним складом води цього водоносного горизонту аналогічні водам бучакського ярусу району Українського кристалічного масиву.

Водоносний горизонт в кварцових пісках нижнього-середнього міоцену і середньосарматського під'ярусів має самостійне значення тільки в більш високій частині кристалічного масиву за межами поширення відкладів харківського ярусу. Цей горизонт в значній мірі дренований і використовується для питного водопостачання з побутових колодязів.

У південно-східній частині території правого берега р. Дніпро зустрічаються прошарки водоносних вапняків середньосарматського під'ярусу.

Водоносні горизонти четвертинної системи представлені в основному двома горизонтами, з яких перший приурочений до лесовидних суглинків та супісків плато і схилів, а другий - до алювіальних пісків і супісків древніх і сучасних долин річок і великих балок.

За рівнем води та хімічним складом води цих двох горизонтів в значній мірі відрізняються.

Рівень водоносного горизонту в лесовидних суглинках тісно пов'язаний з режимом атмосферних опадів і режимом самої атмосфери, а також з рельєфом сучасної поверхні.

Води горизонту лесовидних суглинків характеризуються значною строкатістю: зустрічаються води прісні, солонуваті, солоні і гірко-солоні. Прісні води відносяться до типу гідрокарбонатно-натрієво-кальцієвих, а гірко-солоні до типу сульфатно-хлоридно-натрієво-магнієво-кальцієвих вод.

Водоносний горизонт в алювіальних пісках та супісках, як було сказано вище, пов'язаний з водами третинних відкладів, переважно з водами харківського ярусу. Води цього горизонту належать до типу гідрокарбонатно-кальцієвих вод, сухий залишок їх близько 324 мг/л, загальна жорсткість близько 18 Н °.

Четвертинні води в долинах річок і в балках широко використовуються для питного водопостачання з побутових колодязів.

### **2.3. Інженерно-геологічна характеристика правобережжя р. Дніпро**

Характерними інженерно-геологічними умовами для досліджуваної ділянки середніх правобережних терас р. Дніпро, відрізка м. Дніпро – м. Кам'янське виступають такі природні процеси як зсуви, карст, підтоплення.

Зсувами називають такі зміщення гірських порід вниз по схилах, які утворюються внаслідок порушення природної рівноваги в шарах гірських порід. Зсуви можуть відбуватися через низку причин, серед яких: землетруси, перезволоження ґрунту викликане дощами або таненням снігів та ін.

На досліджуваній ділянці розвиток зсувів більш-менш слабкий

(рис. 2.3), проте на окремих ділянках спостерігається дуже сильний прояв цього природнього процесу, який відбувається під впливом природніх та антропогенних факторів.

Одним з найвідоміших природніх явищ виступає підтоплення, яке являє собою процес підвищення рівня ґрунтових вод, а також збільшення вологості порід зони аерації.

На території відрізка правого берега р. Дніпро підтоплення останнім часом дуже сильно розвивається через наявність антропогенного фактору, а також природніх умов.

До негативних наслідків підтоплення територій можна віднести:

- затоплення та руйнування фундаментів будівель і споруд;
- руйнування мереж водопостачання та водовідведення;
- засолення земель;
- розвиток заболочування, і як наслідок, вилучення зі сівозміни сільськогосподарських угідь;
- затоплення низин;
- зсув денної поверхні землі (зона гірничо- та вугледобувних підприємств);
- послаблення несучих властивостей ґрунтів;
- зменшення лісового фонду;
- змив родючого шару ґрунту;
- забруднення ґрунтових вод;
- вимивання частинок та осідання ґрунтів.

Основні фактори підтоплення поділяються на активні та пасивні, які, в свою чергу, на природні та техногенні. Слід відзначити, що за своєю дією вони ще поділяються на системні та періодичні.

На ділянці досліджень в с. Миколаївка підтоплення пов'язане з розташуванням ділянки, на березі р. Мокра Сура, а також поблизу притоки (Сухачівка) що наразі зникає.



За картою районування території України (рис. 2.4) територія відрізка м. Дніпро – м. Кам'янське загалом схильна до підтоплення, а на деяких ділянках (поблизу м. Кам'янське) навіть належить до територій з інтенсивним підтопленням.

Останнім негативним природним процесом зафіксованим на ділянці досліджень виступає карст. Карстом називають сукупність процесів та явищ, пов'язаних з діяльністю поверхневих чи підземних вод, що проявляється у розчиненні чи вилуговуванні гірських порід, внаслідок чого формується специфічний поверхневий та підземний рельєф.

Для розвитку карсту необхідні наступні умови:

- Наявність порід, що карстуються.
- Тріщинуватість цих порід.
- Достатня кількість опадів чи підземних вод.
- Можливість інфільтрації поверхневих вод в породи, що карстуються.

Проаналізувавши рис. 2.5 можемо сказати, що карст займає певну площу правобережних терас р. Дніпро, проте не розповсюджений на територіях м. Дніпро та м. Кам'янське.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ







Рисунок 2.5 – Районування території України за гірськими породами, які мають здатність до карстування.

### **3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОБЛИЗУ С. МИКОЛАЇВКА.**

Для оцінки вивченості території виконано пошук та вивчення фондових матеріалів, що містять відомості про структурно-тектонічні особливості території с. Миколаївка, орографію та гідрографію, геологічну будову, властивості ґрунтів, гідрогеологічні умови, інженерно-геологічні процеси та досвід будівництва, а також інші відомості, які дозволили зробити оцінку складності інженерно-геологічних умов, ступеня їх вивченості і розробити програму подальших вишукувальних робіт.

#### **3.1 Адміністративне положення території та геоморфологія ділянки**

Адміністративно досліджувана територія знаходиться у південній частині с. Миколаївка у Дніпровському районі, Дніпропетровської області.

Ділянка на час виконання інженерно-геологічних досліджень не забудована. Поверхня задернована, по периметру засаджена деревами та чагарниками. У північно-східній частині ділянка межує з приватними садибами. Зі східного боку ділянки розташовані під'їзні дороги. Тип покриття – ґрунтовий, територія покрита високою травою, під час тривалих злив доступ транспорту обмежено. На ділянці під час інженерно-геологічних вишукувань пробурено 60 свердловин, глибиною 4,0 та 8,0 м (Додаток А).

#### **3.2 Геоморфологія та рельєф**

Інженерно-геологічна вивченість території досліджень досить висока. Відповідно до геоморфологічного районування України с. Миколаївка розташоване у межах Дніпровсько-П'ятихатської акумулятивно-денудаційної хвилястої, розчленованої рівнини, що входить до складу Південно-придніпровської акумулятивно-денудаційної рівнини на неогенових відкладах і докембрійських породах [9].

Ділянка вишукувань належить до заплави лівого берега р. Суха Сура, що протікає з північного заходу на південний схід вздовж західного боку ділянки. Зі східного боку за межами ділянки відмічене заболочування

території.

Рельєф ділянки рівний, з незначним загальним ухилом поверхні у західному напрямі в бік р. Суха Сура. Ухил поверхні у центральній частині ділянки складає 0,0038, у західній – 0,0020, у північній – 0,0015, у східній – 0,0043, у південній – 0,0015.

Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 69,39 до 70,94 м (у Балтійській системі висот, відповідно до топографічного плану місцевості масштабу 1:500). На орографічній карті України (рис.3.1) можемо побачити, що рельєф досліджуваної території дійсно коливається від 50 м до 150 м.

### 3.3 Гідрологія та клімат

Відповідно до гідрологічного розчленування території України с. Миколаївка розташоване у Нижньобузько-Дніпровській області недостатньої водності [10].

Село Миколаївка розташоване на березі річки Суха Сура та її притоки Сухачівка, що наразі зникає в ставку на північно – східній околиці села. По селу протікає кілька пересихаючих струмків з загатами.

Дніпровський район (в тому числі с. Миколаївка) за архітектурно-будівельним районуванням відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 відноситься до зони II – Південно-Східний кліматичний район [11]. Середня температура за рік складає 8 – 9°C (рис. 3.2).

Відповідно до додатку Є ДБН В.1.2-2:2006 «Характеристичні значення навантажень та впливів для міст України»: снігове навантаження – 1340 Па; вітрове навантаження – 470 Па; товщина ожеледі – 19 мм; вітрове навантаження при ожеледі – 260 Па [12].

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів розрахована відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 становить: для глин і суглинків – 0,76 м; для супісків, пісків дрібних та пилюватих – 0,92 м; для пісків крупнопіщаних та середньозернистих – 0,99 м [13].







### 3.4 Характеристика інженерно-геологічних елементів

У сфері впливу споруди, що проектується до розвіданої глибини 8,0 м залягають нерозчленовані алювіально-делювіальні та елювіально-делювіальні відклади верхньоплейстоценового відділу, що складені супіском піщанистим (ІГЕ-4), суглинком легким піщанистим (ІГЕ-3), суглинком важким, пилюватим (ІГЕ-2), які з поверхні перекриті сучасними утвореннями – ґрунт рослинного шару – суглинок важкий (ІГЕ-1в), суглинок легкий (ІГЕ-1б), супісок піщанистий (ІГЕ-1а).

Досліджувана товща ґрунтів за номенклатурною ознакою і властивостями, згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96, розділена на чотири інженерно-геологічних елемента (ІГЕ) (рис. 3.3), в межах яких товща є статистично однорідною за складом і властивостями [14].

#### Сучасні утворення

ІГЕ 1а (е Р<sub>III</sub>-Н) Ґрунт рослинного шару без коренів дерев та чагарників – супісок піщанистий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин. Потужність ІГЕ складає в свердловинах від 1,00 до 1,50 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 9а, категорія розробки одноковшеvim екскаватором – 1 [15]. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – IV [16].

ІГЕ 1б (е Р<sub>III</sub>-Н) Ґрунт рослинного шару без коренів дерев та чагарників - суглинок легкий, пилюватий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин. Потужність ІГЕ складає в свердловинах від 0,80 до 1,40 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 9а, категорія розробки одноковшеvim екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – IV.

ІГЕ 1в (е Р<sub>III</sub>-Н) Ґрунт рослинного шару без коренів дерев та чагарників - суглинок важкий, пилюватий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин.. Потужність ІГЕ складає в свердловинах від

0,90 до 1,40 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 9а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – IV.

#### Плейстоценові відклади

ПГЕ 2а (v-d P<sub>III</sub>) Суглинок важкий, пілуватий, непросідний, коричнево-сірий, коричневий, бежевий м'якопластичної консистенції. Потужність ПГЕ складає в свердловинах від 0,50 до 2,40 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ПГЕ 2б (v-d P<sub>III</sub>) Суглинок важкий, пілуватий, непросідний, коричнево-сірий, коричневий, бежевий текучопластичної консистенції. Потужність ПГЕ складає в свердловинах від 1,10 до 3,10 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ПГЕ 3а (a-d P<sub>III</sub>) Суглинок легкий, піщанистий, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий, м'якопластичної консистенції. Потужність ПГЕ складає в свердловинах від 0,50 до 1,90 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ПГЕ 3б (a-d P<sub>III</sub>) Суглинок легкий, піщанистий, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий, текучопластичної консистенції. Потужність ПГЕ складає в свердловинах від 0,40 до 3,10 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ПГЕ 3в (a-d P<sub>III</sub>) Суглинок легкий, піщанистий, непросідний, світло-

сірий, зелено-сірий, текучої консистенції. Потужність ІГЕ складає в свердловинах від 0,50 до 1,60 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 35а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ІГЕ 4а (а-d P<sub>III</sub>) Супісок піщанистий, непросідний, зелено-сірий, пластичної консистенції. Потужність ІГЕ складає в свердловинах від 0,40 до 3,80 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 36а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

ІГЕ 4б (а-d P<sub>III</sub>) Супісок піщанистий, непросідний, зелено-сірий, текучої консистенції. Розкрита потужність ІГЕ складає в свердловинах від 0,40 до 3,80 м, може змінюватись в межах ділянки. Номер ґрунту за трудомісткістю розробки згідно ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 – 36а, категорія розробки одноковшевим екскаватором – 1. Категорія ґрунтів за сейсмічністю згідно з таблицею 5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – III.

Територія вишукувань розташована в районі з п'ятибальною сейсмічністю відповідно до карт ЗСР-2004-С ДБН В.1.1-12: 2014 «Будівництво у сейсмічних районах України». Спеціальних протисейсмічних заходів при реконструкції та експлуатації об'єкта не потрібно.

## Свердловина № 28

Абсолютна позначка гирла свердловини - 69.63 м

№ ПЕ	Розріз	Опис ґрунта	Залягання підшви ПЕ, м		Потужність, м	Глибина залягання рівня підземних вод	Номер ґрунта по ДСТУ Б Д.2.2-1:12
			Глибина	Абсолютна позначка			
16		Ґрунт рослинного шару - суглинок легкий, пілуватий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин.	1.30	68.33	1.30	▼1.30	9a
2a		Суглинок важкий, пілуватий, непросідний, коричнево-сірий, коричневий, бежевий: а) м'якопластичної консистенції; б) текучопластичної консистенції.	2.10	67.83	0.50		35a
26			3.20	66.63	1.20		35a
36		Суглинок легкий, піщанистий, текучопластичної консистенції, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий.	4.20	65.63	1.00		35a
4a		Супісок піщанистий, пластичної консистенції, непросідний, зелено-сірий.	8.00	61.83	3.80		36a

Рис.3.3 Відомість інженерно-геологічної виробки №28

### 3.5 Гідрогеологічні умови

Станом на серпень 2019 року рівень підземних вод було зафіксовано свердловинами на глибинах від 1,20 до 1,70 м (абсолютні позначки 68,10 – 69,54 м). Водоносний горизонт відкритий, безнапірний. Водовмісними ґрунтами є суглинок ПГЕ-2, суглинок ПГЕ-3, супісок ПГЕ-4.

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок підтоку води зі сторони вододілів, інфільтрації атмосферних опадів.

Розвантаження водоносного горизонту здійснюється в р. Суха Сура та заболочену ділянку за межами території. Максимальне положення рівня в річному режимі припадає на квітень-травень, мінімальне – на жовтень-листопад, середньорічна амплітуда сезонних коливань по номограмі ІМРа становить 0,80 м.

Коефіцієнти фільтрації ( $K_f$ ) ґрунтів зони аерації та водовмісних порід наступні:

- суглинок легкий ПГЕ-1б, ПГЕ-3 – 0,20 – 0,30 м/добу;
- суглинок важкий ПГЕ-1в, ПГЕ-2 – 0,07 – 0,09 м/добу;
- супісок ПГЕ-1а, ПГЕ-4 – 0,40 – 0,60 м/добу.

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 «Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення», зважаючи на літологічний склад ділянка досліджень належить до категорії територій постійно та природньо підтоплених підземними водами [17].

За вмістом сульфатів підземні води [18]:

- сильно агресивні по відношенню до бетонів марки W4, W6, W8, W10-14, від середньо- до сильно агресивних (сврд.60) по відношенню до бетонів марок W16-20 по водопроникності на портландцементі;
- слабо агресивні до бетонів марок W4, та неагресивні до бетонів марок W6 та W8 за водопроникністю на портландцементі з вмістом у клінкері мінеральних домішок та до сульфатостійких цементів;
- поблизу місця розташування свердловини 60 сильно агресивні до бетонів марок W4, середньо агресивні до бетонів марок W6 та слабо агресивні

до бетонів марок W8 за водонепроникністю на портландцементі з вмістом у клінкері мінеральних домішок та неагресивні до сульфатостійких цементів;

- за вмістом хлоридів середа неагресивна до арматури залізобетонних конструкцій при постійному зануренні та середньо агресивна при періодичному змочуванні.

За результатами хімічних аналізів водних витяжок за вмістом солі сульфатів:

- поблизу місця розташування свердловин № 3, 28 супіски ІГЕ-1а, суглинки ІГЕ-1б, суглинки ІГЕ-2а, суглинки ІГЕ-3б слабо агресивні по відношенню до бетонів марки W4 та неагресивні по відношенню до бетонів марок W6, W8, W10-14, W16-20 із водонепроникності на портландцементі;

- поблизу місця розташування свердловин № 11, 51, 53, 6, 55 супіски ІГЕ-1а, суглинки легкі ІГЕ-1б, суглинки ІГЕ-1в, суглинки ІГЕ-2а, ІГЕ-2б та суглинки ІГЕ-3а, ІГЕ-3б неагресивні по відношенню до бетонів марки W4, W6, W8, W10-14, W16-20 із водонепроникності на портландцементі;

- неагресивні до бетонів марок W4, W6, W8 на портландцементі з мінеральними добавками й до бетонів на сульфатостійких цементах;

- за вмістом хлоридів неагресивні до арматури залізобетонних конструкцій.

### 3.6 Фізико-механічні властивості ґрунтів

Для випробовуваних зразків ґрунту визначені фізичні характеристики згідно ДСТУ Б В.2.1-17:2009: природна вологість, щільність, щільність ґрунтових частинок, вологість на межах розкочування і текучості, гранулометричний склад ґрунтів аерометричним методом згідно ДСТУ Б В.2.1-19:2009, а також обчислені щільність сухого ґрунту, коефіцієнт пористості, ступінь вологості, число пластичності та показник консистенції. Данні занесені в табл. 3.6.1.

Характеристики міцності ґрунтів визначені схемою повільного неконсолідованого-дренованого зрізу для ІГЕ-1а, ІГЕ-1б, ІГЕ-1в та неконсолідованого-недренованого зрізу ІГЕ-2а, ІГЕ-3а ступенями тиску 0,10 –

0,20 – 0,30 МПа. до заданої вологості

Деформаційні характеристики та показники просідних властивостей ґрунтів ІГЕ-1а, ІГЕ-1б, ІГЕ-1в отримані за результатами лабораторного визначення властивостей просідання.

За результатами компресійних випробувань ґрунти ІГЕ-1а, ІГЕ-1б, ІГЕ-1в, ІГЕ-2а, ІГЕ-3а не проявляють просідних властивостей при замочуванні. Відповідно до показників коефіцієнтів пористості та водонасичення суглинки ІГЕ-2б, суглинки ІГЕ-3б, супіски ІГЕ-4 не проявляють просідні властивості.

Аналіз гідрогеологічної обстановки на ділянці, що прилягає до території вишукувань, показав, що на даний час на досліджуваній території можливі лише сезонні коливання рівня підземних вод.

Стабільна гідрогеологічна обстановка пояснюється глибоким заляганням водотриву, наявністю близьким розташуванням природної дрени – річки Суха Сура.

Можливе замочування ґрунтів ІГЕ-1а, ІГЕ-1б, ІГЕ-1в в зоні аерації (5 – 7 м) внаслідок просочування атмосферних опадів може призвести до погіршення їх фізико-механічних властивостей: зниженню деформаційних і міцносних характеристик, збільшенню вологості, питомої ваги, показника текучості.

В процесі проектування та експлуатації не відбудеться погіршення фізико-механічних властивостей ґрунтів ІГЕ-2, ІГЕ-3, ІГЕ-4.

Таблиця 3.1 – Таблиця показників фізико-механічних властивостей ґрунтів

ПЕ	Стратиграфічний тип	Характеристика інженерно-геологічних елементів (ІГЕ)	Природна вологість (W)	Вологість на межі		Число пластичності (Ip), ч.о	Показник текучості (IL), ч.о	Щільність частинок ґрунту (ρs)	Щільність ґрунту (ρ)	Щільність сухого ґрунту (ρd)	Коефіцієнт пористості (e), ч.о.	Коефіцієнт водонасичення (Sr), ч.о.	Механічний склад, %			Кут внутрішнього тертя (φ), град	Питоме зчеплення (C), кПа	Модуль деформації ґрунта (E), МПа
				текучості (WL)	розкочування (WP)								Пісок (2-0,05 мм)	Пил (0,05-0,001 мм)	Глина (<0,001 мм)			
1а		Ґрунт рослинного шару - супісок піщанистий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин.	0,25	0,32	0,26	0,06	-0,17	2,66	1,75	1,40	0,90	0,74	73,11	16,76	10,32	23	14	7
1б	е P <sub>III</sub> -H	Ґрунт рослинного шару - суглинок легкий, пилуватий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин.	0,23	0,34	0,24	0,10	-0,10	2,67	1,73	1,41	0,90	0,68	18,52	71,94	9,82	13	39	9
1в		Ґрунт рослинного шару - суглинок важкий, пилуватий, твердої консистенції, непросідний, чорний, з домішками органічних речовин.	0,20	0,35	0,22	0,13	-0,15	2,68	1,64	1,37	0,96	0,56	18,58	58,66	23,47	23	48	12
2а		Суглинок важкий, пилуватий, непросідний, коричнево-сірий, коричневий, бежевий, м'якопластичної консистенції.	0,28	0,34	0,21	0,13	0,54	2,68	1,91	1,49	0,80	0,94				17	16	7
2б	v-d P <sub>III</sub>	Суглинок важкий, пилуватий, непросідний, коричнево-сірий, коричневий, бежевий, текучопластичної консистенції (прогнознi значення по щільності).	0,31	0,33	0,21	0,12	0,83	2,68	1,92	1,47	0,83	1,00	19,08	59,38	21,64	15	14	5
3а		Суглинок легкий, піщанистий, м'якопластичної консистенції, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий.	0,27	0,31	0,21	0,10	0,60	2,67	1,92	1,51	0,77	0,94				14	7	7
3б		Суглинок легкий, піщанистий, текучопластичної консистенції, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий (прогнознi значення по щільності).	0,27	0,29	0,20	0,09	0,78	2,67	1,97	1,55	0,72	1,00	16,82	70,99	12,24	15	27	5
3в	a-d P <sub>III</sub>	Суглинок легкий, піщанистий, текучої консистенції, непросідний, світло-сірий, зелено-сірий (прогнознi значення по щільності).	0,25	0,22	0,17	0,05	1,60	2,67	1,92	1,54	0,74	0,90				14	15	5
4а		Супісок піщанистий, пластичної консистенції, непросідний, зелено-сірий (прогнознi значення по щільності).	0,20	0,21	0,16	0,05	0,80	2,66	1,92	1,60	0,66	0,80				24	13	9
4б		Супісок піщанистий, текучої консистенції, сіро-блакитний з прошарками помаранчевого, непросідний (прогнознi значення по щільності).	0,21	0,19	0,15	0,04	1,50	2,66	1,96	1,62	0,64	0,87	73,08	15,52	11,38	21	11	6



### 3.7 Корозійна активність ґрунтів

Досліджувана ділянка знаходиться поблизу природної дрени р. Суха Сура, однак мінералізація води перевищує допустиму концентрацію. Саме тому доцільним є розробка такої таблиці, де згідно з ДБН та показниками агресивності ґрунтових вод будуть зображені доцільні види цементів та бетонів, які у разі непередбачуваного підвищення РГВ, захистять досліджувану територію від корозії (табл.3.7.1; 3.7.2, 3.7.3).

Корозійна активність ґрунтів, що складає геологічний розріз наступна:

- за величиною питомого електричного опору (ПЕ-1а – 140 – 160 Ом.м, ПЕ-1б – 170 – 200 Ом.м, ПЕ-1в – 220 – 240 Ом.м) до вуглицевої сталі – низька;
- за вмістом органічних речовин та нітрат-іону до свинцевої оболонки кабелю:
  - за вмістом органічних речовин ПЕ-1а – 0,075 %, ПЕ-1б – 0,078 %, ПЕ-1в – 0,064% – висока;
  - за вмістом нітрат-іону ПЕ-1а – від 0 до 0,001 %, ПЕ-1б – від 0 до 0,003 %, ПЕ-1в – відсутній, ПЕ-2б – 0,002 %, ПЕ-3а – відсутня, ПЕ-3б – відсутня - низька, ПЕ-2а – від 0 до 0,13 % - висока)
- за змістом хлор-іону (від 0,006 до 0,075 %) до алюмінієвої оболонці кабелю – висока.

Також при проектуванні слід враховувати що до корозійно-небезпечних ділянок (незалежно від показників корозійної агресивності середовища та наявності блукаючих струмів) слід відносити також заплави річок (ділянка вишукувань відповідно до геоморфологічного розчленування належить до заплави р. Суха Сура).

Рекомендовано передбачити антикорозійні заходи захисту підземних бетонних, залізобетонних та металічних конструкцій від водної та ґрунтової корозії.



Таблиця 3.4 – Відомість корозійної активності ґрунтів

№ п-п	№ІГЕ	№ Свердловини	Глибина відбору, м	Корозійна агресивність ґрунтів по відношенню до свинцевої оболонки кабелю				Корозійна агресивність ґрунтів по відношенню до алюмінієвої оболонці кабелю			Корозійна активність ґрунтів по відношенню до вуглецевої сталі	
				Значення рН	загальна жорсткість, мг-екв	органічна речовина	Нітрат-іон	Значення рН	Хлор-іон	Іон-заліза	Питомий електроопір ґрунту, Омм	Середня щільність катодного струму
1	1а	С-11	0,5	низька	висока	висока	низька	низька	висока	низька	низька	низька
2	3б	С-11	1,8	низька	висока	висока	низька	низька	висока	низька	низька	низька
3	1б	С-51	0,5	середня	висока	висока	низька	середня	висока	низька	низька	низька
4	2а	С-51	1,3	середня	висока	висока	середня	середня	висока	низька	низька	низька
5	1а	С-3	0,5	низька	низька	висока	середня	низька	висока	низька	низька	низька
6	3б	С-3	1,5	низька	низька	висока	низька	низька	висока	низька	низька	низька
7	1б	С-28	0,4	середня	низька	висока	середня	середня	висока	низька	низька	низька
8	2а	С-28	1,3	середня	середня	висока	висока	середня	висока	низька	низька	низька
9	1б	С-53	0,7	низька	низька	висока	висока	низька	висока	низька	низька	низька
10	2б	С-53	1,4	низька	середня	висока	висока	низька	висока	низька	низька	низька
11	1б	С-6	0,5	середня	висока	висока	низька	середня	висока	низька	низька	низька
12	3а	С-6	1,5	середня	висока	висока	низька	середня	висока	низька	низька	низька
13	1в	С-55	0,5	середня	висока	висока	низька	середня	висока	низька	низька	низька
14	2а	С-55	1,6	низька	висока	висока	низька	низька	висока	низька	низька	низька

За ступенем засолення ґрунти на більшій частині ділянки – незасолені, тож на цій площі можливість виникнення суфозійних процесів мінімальна. Поблизу місця розташування сврд. № 11 – середньо засолені у прошарку від 1,00 до 2,00 м, у сврд. № 51 – сильно засолені у прошарку від 0 до 2,00 м, у сврд. № 55 – слабо засолені у прошарку від 0 до 2,00 м, тож виникнення суфозійних процесів можливе поблизу місця розташування цих свердловин.



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

## 4. ПРОГНОЗИ ПІДТОПЛЕННЯ І РОЗРАХУНОК ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ С. МИКОЛАЇВКА

### 4.1 Методи захисту підтоплених територій

Проектування споруд для захисту міських територій від підтоплення належить виконувати на підставі генеральних планів міст та селищ, схем та комплексних програм інженерного захисту територій населених пунктів від небезпечних геологічних процесів та шкідливої дії вод, вимог інтегрованого керування водними та земельними ресурсами, програм екологічно-го оздоровлення територій [24].

Захист територій та окремих споруд від підтоплення ґрунтовими водами здійснюється шляхом:

- улаштування дренажів різних типів;
- виконання зовнішньої або внутрішньої гідроізоляції.

Вибір типів захисних споруд та їхнє компонування повинні виконуватися під час розроблення схем інженерного захисту або на початкових стадіях проектування. Проектні рішення приймаються на підставі порівняльного аналізу розглянутих варіантів з урахуванням:

- природних умов району будівництва (інженерно-геологічних, геоморфологічних, кліматичних, гідрологічних, гідрогеологічних і екологічних);
- містобудівної характеристики території на час проектування, будівництва захисних споруд та на перспективу - враховуючи існуюче й заплановане використання підземного простору;
- змін гідрогеологічних обставин на прилеглих до досліджуваної території ділянках містобудівного та іншого призначення;
- впливу захисних споруд та наслідків їх дії (осушення ґрунтів, зниження рівня ґрунтових вод тощо) на інженерно-геологічні обставини території (зміни міцності природних основ, стійкості схилів і укосів) та на інші характеристики території, екологічний стан тощо;

- умов рекреаційного використання території;
- умов і методів виконання робіт, ресурсозбереження.

До складу проектів інженерного захисту від підтоплення територій та споруд необхідно включати розділ «Організація спостережної гідрорежимної мережі», що виконується у відповідності до технічних умов, які видаються спеціалізованою організацією в даному районі. В технічних умовах викладаються вимоги щодо облаштування свердловин та організація, що буде проводити моніторинг [25].

В розділі «Організація спостережної гідрорежимної мережі» надаються: – схема розміщення спостережних свердловин; – конструкції свердловин; – періодичність спостережень; – адреса організації, що проводить моніторинг. Режимна мережа призначена для виконання моніторингу ґрунтових вод у зоні впливу споруд інженерного захисту та контролювання ефективності роботи споруд [26].

При будівництві опорних конструкцій фотоелектричних модулів відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 «Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення» зазвичай рекомендується передбачити наступні заходи:

- штучне підвищення планувальних відміток території;
- улаштування гідроізоляції фундаментів, заглиблених споруд і комунікацій;
- планування території будівництва, яка повністю виключить виникнення безстічних ділянок;
- якісну засипку пазух котлованів і траншей;
- улаштування навколо споруд водонепроникних вимощень згідно з ДБН;
- насадження поле- та вітрозахисних лісосмуг по периметру ділянки уперек схилів для затримання поверхневого стоку;
- водозахисних насаджень вздовж берега річок для захисту від замулювання і руйнування берегів [17].

## 4.2 Аналіз видів дренажних систем

В залежності від потужності потоку підземних вод, на значення дренажу, його розташування по відношенню до території, що захищається і джерелом надходження ґрунтових вод застосовуються такі дренажні системи:

- однолінійні, з горизонтальними або вертикальними дренами, які перехоплюють ґрунтові води, вступники на територію, що захищається, з одного боку;
- дволінійні з улаштуванням двох дренажних ліній для захисту території від ґрунтових вод, що надходять з двох сторін у вигляді системи дренажних ліній (систематичний дренаж), які розташовуються на значній за площею території для захисту її від підтоплення ґрунтовими водами.

Характеристика застосування різних типів горизонтальних дренажних систем та рекомендовані глибини їх закладання наведені в таблиці 4.1.

Під час проектування профілів горизонтальних дренажних систем ухили повинні прийматися не меншими від величин, наведених у таблиці 4.2.

Для зниження рівня ґрунтових вод у містах і селищах належить, як правило, передбачати дренажі закритого типу. Відкрита осушувальна мережа припускається в районах малоповерхової садибної забудови, на територіях парків та скверів [19].

Закритий дренаж найчастіше виконується у вигляді дірчастих (перфорованих) труб з обсіпкою піщано-гравійною сумішшю, або із застосуванням трубофільтрів (труб із високопористого фільтраційного бетону).

Дренажні труби виготовляються з пластмаси, склопластику, кераміки, азбесту, бетону та залізобетону. Матеріал дренажу обирається з урахуванням корозійних, температурних та механічних властивостей ґрунту та хімічного складу дренажних вод.

На ділянках з піщаними ґрунтами застосовують головні та берегові дрени по фронту схилового та руслового припливу ґрунтових вод. До них

підключаються вуличні дрени для збирання та перехоплення інфільтраційного живлення та витоків.

На ділянках із глинистими ґрунтами належить додатково передбачати місцеві системи, які включають кільцеві й попутні дрени та забезпечують захист від підтоплення окремих будинків, споруд та інженерних мереж [20, 21].

Окремі лінійні горизонтальні дренажі застосовуються для захисту територій і об'єктів, які мають значні лінійні розміри за малої ширини. Супутні дренажі, що є різновидом лінійних, застосовують головним чином для захисту від ґрунтових вод трубопроводів та інших інженерних мереж та для перехоплення витоків з них.

У комплексах інженерного захисту від підтоплення ґрунтовими водами територій споруд, слід застосовувати дренажі наступних видів:

- горизонтальний;
- недосконалий систематичний.

Таблиця 4.1 – Застосування та глибина закладання горизонтальних дренажних систем (рекомендована)

Тип дренажу	Умови живлення	Розташування дрен	Орієнтовна глибина закладки дрен
1	2	3	4
Систематичний	Інфільтрація атмосферних опадів, витoki господарсько-побутових вод або напорних вод із розташованого нижче водоносного горизонту	Паралельні ряди дрен на відстані 40- 250 м в забудованій частині та 20-30 м у садах та парках*	1,5-5 м від поверхні
Головний	Фільтрація вод з боку вододілу або уздовж фронту ґрунтового потоку	Навпоперек руху ґрунтових вод	3-7 м від поверхні



Береговий	Фільтрація вод з боку річок або водоймищ	Уздовж берега на відстані 25-100 м від урізу води	3-5 м від поверхні
Кільцевий	Змішане водне живлення (різнобічне)	По контуру будинків або майданчиків	1,0-1,5 м нижче підлоги підвалів
Неповно-кільцевий	Змішане водне живлення за відсутності притоку з однієї сторони контуру	По контуру території, що захищається, окрім сторони відсутності потоку живлення	3-7 м від поверхні
Лінійний	При односторонньому притоці та за умов глибокого залягання водотривкого шару ґрунту відносно водозниження	Уздовж витягнутих у плані об'єктів, що мають значну довжину та віддалені від водоймищ	3-7 м від поверхні
Дволінійний	При двосторонньому притоці та за умов неглибокого залягання водотривкого шару ґрунту відносно водозниження	Уздовж витягнутих у плані об'єктів, що мають значну довжину та віддалені від водоймищ	3-7 м від поверхні
Пристінний	Інфільтрація атмосферних опадів, витоки господарсько-побутових вод	По контуру будинків та споруд	0,7-1,0 м нижче підлоги підвалів
Пластовий: Площинний	Складні гідрогеологічні умови	По контуру та безпосередньо під будинками й спорудами	0,7-1,0 м нижче підлоги підвалів
Стрічковий	Складні гідрогеологічні умови	Уздовж підшови основи на відстані 0,5-1,0 м від зовнішньої грані каналу	0,4-0,5 м нижче підшови основи каналу

Галерейний	Однобічне грунтове живлення, складні водоносні горизонти великої потужності	Уздовж стін будинків і споруд особливого призначення на відстані 0,5-1,0 м	Більше 5-7 м від поверхні ґрунту, на 1-1,5 м нижче рівня підлоги, основ споруд
Застінний	Ґрунтове живлення із нагірного боку	Уздовж тильного боку підірних стін, у опори на відстані 0,5-1,0 м	На рівні висоти стін
Перехоплюючі: укісний (похилий)	Ґрунтове живлення із верхових ділянок	Уздовж основ укосів (схилів)	нижче глибини промерзання ґрунту
Каптажний	Ґрунтове живлення із верхових ділянок	В місцях виходу на поверхню ґрунтових вод	нижче глибини промерзання ґрунту
Сполучений із водостоками	Ґрунтове живлення струмків, балок, ярів	Уздовж водостоків, за вертикальною віссю вище шелиги (для зменшення кількості колодязів)	У відповідності із глибиною закладання комунікацій
Супутній	Витоки господарсько- побутових вод або компенсація баражного ефекту	Уздовж водонесучих комунікацій, теплових мереж, транспортних та інших тунелів	На вимощенні лотків комунікацій
Дренаж підірних стінок	Накопичення вологи у товщі карманів котловин	Рядки горизонтальних свердловин діаметром 50-80 мм	На глибину 2-5 м у товщу ґрунтів із інтервалом 5- 10 м по горизонталі

Горизонтальний дренаж може бути досконалого і недосконалого типу та застосовується в різних ґрунтових умовах:

– досконалого типу (що розташовані на водотривкому ґрунті) – в усіх водоносних ґрунтах без обмежень;

- недосконалого типу – у добре проникних грунтах;
- при наявності відповідного обґрунтування, що підтверджує його ефективність.

Обернена засипка траншеї горизонтального дренажу повинна виконуватись в грунтах з коефіцієнтами фільтрації менше 5 м/добу. Засипку виконують піском з коефіцієнтом фільтрації більше 5 м/добу:

- в однорідних грунтах на висоту  $0,6 - 0,7H$  ( $H$  – висота від низу дренажної обсіпки до максимального існуючого рівня ґрунтових вод);
- в шаруватих грунтах частина дренажної траншеї засипається піском на  $0,5$  м вище максимального існуючого рівня ґрунтових вод).

Системи горизонтальних дрен доцільно застосовувати для площинного захисту від підтоплення, а саме:

- підтримки рівня підземних вод на завданій відмітці;
- захисту окремих об'єктів, великих за розмірами у плані.

Пристінні дренажі, які є різновидом горизонтальних, закладають безпосередньо на зовнішньому боці споруд, які вони захищають. Рекомендується застосовувати пристінні дренажі для захисту окремих будинків та споруд, якщо підшви фундаментів або підвалини містяться на водотривких шарах.

Пластові дренажі застосовуються для захисту підвалів окремих будівель та комунікацій за умов, коли дно котловану не досягає водотривкого шару ґрунту. Цей тип дренажних систем влаштовується вздовж підшов фундаментів, підвалів або підземних споруд незалежно від глибини їхньої закладки. Бокові поверхні стін захищають від вологості за допомогою гідроізоляції у комбінації з пристінним або похилим дренажем.

Таблиця 4.2 – Мінімальні ухили горизонтальних дренажів

Типи дренажів	Діаметри дрен, мм	Рекомендовані мінімальні ухили
Відкриті:		
- канави	-	0,005
- лотоки	-	0,003
Закриті:		
із суцільним заповненням	-	0,01
лінійні трубчасті:		
- осушувачі	до 200	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
- збирачі	200-300	0,0015
кільцеві, неповно-кільцеві, трубчаста дрена	150-200	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
пластового дренажу,		
пластові		0,01 (для ширини споруд більше 10м) 0 (для ширини споруди до 10м включно)
укісні, застінні, каптажні, дорожні	150-200	0,003
сполучені із водостоками	200	по ухилу водостоку

Пластові дренажі рекомендуються:

- для захисту відповідальних споруд, що розташовані в слабо проникних ґрунтах – як найбільш довговічний та надійний в експлуатації у порівнянні з горизонтальним трубчастим дренажем;
- у випадках прогнозу значного підйому рівня ґрунтових вод, що може зашкодити споруді;
- у комбінації з гідроізоляцією для захисту заглиблених споруд, у відношенні до яких діють високі вимоги щодо сухості приміщення;

– для захисту підземних споруд, які експлуатуються у нагрітому стані, коли обклеювальна гідроізоляція не може бути використана через високі температури [22].

Ширина дренажної постелі в кожную сторону до трубчастої дрени не повинна перевищувати 30 м. В конструкціях пластових дренажних систем при довжині трубчастої дрени менше 10 м допускається на початку траси не встановлювати оглядовий колодезь, причому вільний отвір труби закривається заглушкою.

Водознижувальні свердловини належить застосовувати як для осушення безнапірних водоносних горизонтів, так і для зниження напорів у напірних шарах ґрунту.

У двошарових пластах вони можуть використовуватися для водозниження, якщо нижній шар більш водопроникний за верхній та є безнапірним. Застосування водознижувальних свердловин для дренажу слабко проникних ґрунтів недоцільно [23].

Водопоглинаючі свердловини застосовують у випадках, коли для прийому дренажних вод є поглинальний горизонт, водопроникність якого вище водопроникності горизонту, який дронується. При застосуванні водопоглинальних свердловин виконується детальне обґрунтування захищеності підземних вод від забруднення.

Променеві дренажі являють собою комбінований тип дренажу. Вони складаються з водозбірного колодезя й водоприймальних променів-свердловин, пробурених горизонтально або похило в напрямку об'єкта, що захищається. Промені обладнують трубчастими дренами або трубофільтрами. Такі дренажі слід застосовувати переважно в умовах щільної забудови. Типізація умов застосування променевих дренажних систем наведена в таблиці 4.3.

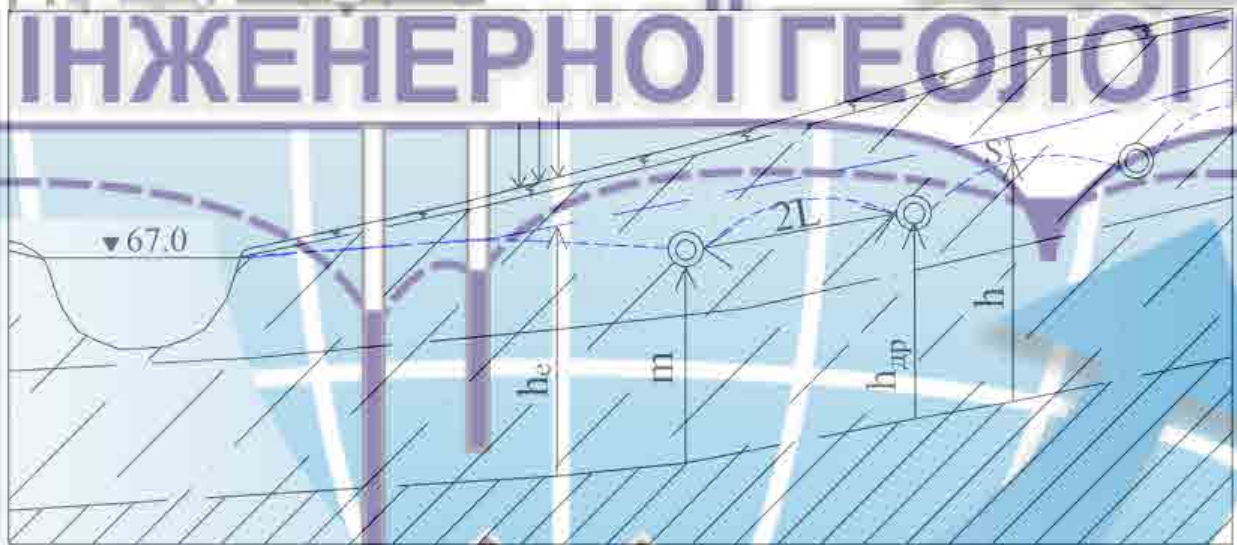
За допомогою вакуумних дренажів водозниження здійснюється під дією вакууму, який створюється в ґрунті. Найдоцільнішим є застосування вакуумних дренажів під час осушення ґрунтів із низькими фільтраційними властивостями.

### 4.3 Розрахунок дренажних систем

Проаналізувавши всі розрахункові і загальноприйняті параметри на ділянці досліджень, такі як: коефіцієнт фільтрації, потужність водоносного горизонту, рівень залягання ґрунтових вод, абсолютні позначки земної поверхні, ухили території та ін., було вирішено влаштувати горизонтальний систематичний дренаж із закладанням дрен під природний рівень ґрунтових вод на 1,50 м. Умови для розрахунку прийняті наступні:

На території досліджень існує інфільтрація з інтенсивністю  $\omega = 4 \cdot 10^{-4}$  м/добу. Відстань між дренами 100 м, 145 м, 200 м. Потужність водоносного горизонту складає 6,60 м. Коефіцієнт фільтрації 0,016 м/добу. Мета розрахунку: знайти положення рівня ґрунтових вод між дренами через 100 діб.

*Схематизація ділянки:*



*Розрахунок:*

Положення рівня ґрунтових вод між дренами ( $h$ ) через 100 діб від початку роботи дренажу розрахуємо за формулою 1:

$$h = h_e - (h_e - h_{др}) \theta_6(x, f_0, B_1) + \frac{\omega L^2}{kh_c} \left[ \frac{1}{B_1} + x - \frac{x}{2} - \theta_7(x, f_0, B_1) \right] \quad (1)$$

Виконаємо розрахунок допоміжного параметру  $f_0$  для цього знайдемо середню потужність водоносного пласту  $h_c$ :

$$h_c = 0,5(h_e + h_{др}) = 5,85 \text{ (м)} \quad (2)$$

$$f_0 = \frac{kh_{ct}}{nL^2} = 0,017 \quad (3)$$

Знайдемо значення додаткового опору  $\Phi_1^*$  за таблицею 4.3:

$$\Phi_1^* = f\left(\frac{m}{h_c}\right) = 0,579 \quad (4)$$

, де  $m$  – відстань від підшови водоносного горизонту до дрени.

Таблиця 4.3 – Значення додаткового опору  $\Phi_1^*$

$m/h_c$	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
$\Phi_1^*$	0,025	0,055	0,092	0,135	0,186	0,258	0,345	0,463	0,695	0,950

Знайдемо параметр додаткового фільтраційного опору  $\Phi_n$  для розрахунку  $B_i$ :

$$\Phi_n = h_c \Phi_1^* = 3,39 \quad (5)$$

$$B_i = \frac{L}{2\Phi_n} = 11,07 \quad (6)$$

, де  $2L$  – відстань між дренами.

Значення функції  $\theta_6(x, f_0, B_i)$  чисельно дорівнює 0,01 між дренами.

Параметри  $A_n, \mu_n$  при  $B_i = 7,38$ :

$$A_1(1,262); A_2(-0,395); A_3(0,215); \mu_1(1,450); \mu_2(4,340); \mu_3(7,260)$$

Знайдемо значення функції  $\theta_7(x, f_0, B_i)$  для розрахунку положення рівня ґрунтових вод на міждренні:

$$\theta_7(x, f_0, B_i) = 2\left[\sum \frac{A_n}{\mu_n^2} \cos \mu_n(1-x) \exp(-\mu_n^2 f_0)\right] = 0,05 \quad (7)$$

Розрахуємо положення рівня ґрунтових вод на між дренами через 100 днів від початку роботи дренажу:

$$h = 5,23 \text{ м}$$

Розрахуємо водозниження ( $S$ ), між природним рівнем ґрунтових вод та РГВ, який утворився під дією дренажної системи:

$$S = h_e - h = 1,37 \text{ м} \quad (8)$$

При роботі недосконалого систематичного дренажу розрахунок притоку ( $q$ ) в кожному з дрена на одиницю її відстані здійснюється за формулою 6:

$$q = \frac{2kh_c B_i}{L} \left\{ [(h_e - h_{др})(1 - \theta_6(x, f_0, B_i))] + \frac{\omega L^2}{kh_c} \left[ \frac{1}{B_i} - \theta_7(x, f_0, B_i) \right] \right\} \quad (9)$$

$$q = 0,131 \text{ м/добу}$$

Розрахуємо положення рівня ґрунтових вод та водозниження на міждренні через 100 діб від початку роботи дренажу при  $L = 50$  м,  $L = 100$  м. Данні розрахунків занесемо в таблицю 4.4:

Таблиця 4.4 – Результати розрахунків положення РГВ на міждренні при закладанні дренажів на відстані  $2L$

$2L$ , м	100	145	200
$h$ , м	5.11	5.23	6.07
$S$ , м	1.49	1.37	0.53

Отримані результати водозниження зобразимо у виді графіка залежності від відстані між дренами (рис.4.1)

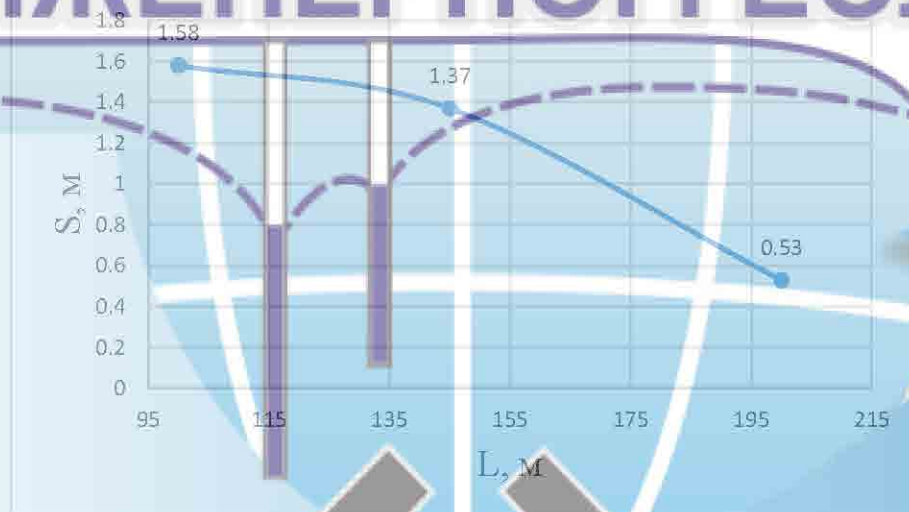


Рисунок 4.1 Графік залежності відстані між дренами та водозниженням на міждренні

### 4.3 Аналіз результатів розрахунків

За результатами розрахунків при закладанні дренажних споруд на відстані 100 метрів одне від одного на деяких ділянках можливий перетік з річки до водоносного горизонту/

Якщо закласти дрени на відстані 200 метрів, положення рівня

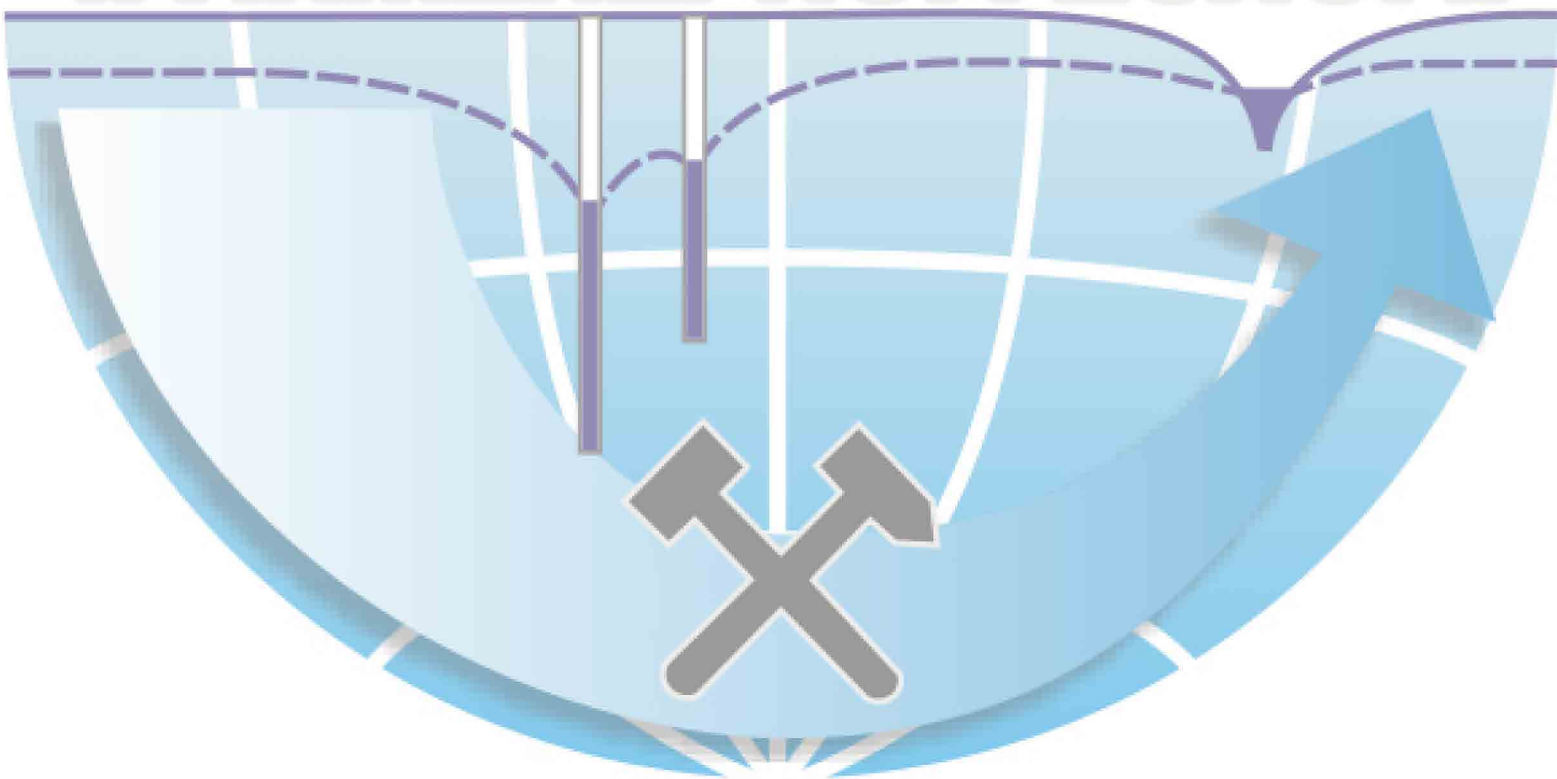


ґрунтових вод на міждренні буде занадто великим, і процес водозниження не охопить всю територію, а тільки місце закладання дрен, про це свідчить значення  $h$ , при  $2L = 200$  м (табл.4.2.2).

Виходячи з отриманих даних глибина залягання рівня ґрунтових вод при таких значеннях  $2L$  буде майже таким як і початковий РГВ, що не підходить для умов водозниження на нашій ділянці.

За результатами розрахунку, для того щоб закласти дренаж на глибині 1,50 метра під природній рівень ґрунтових вод необхідно прийняти відстань між дренами ( $2L$ ) = 145 метрів. Так відстань від відомої підшви водоносного горизонту до міждрення буде максимально ефективною і рівень водоносного горизонту не буде підтягувати воду з р. Мокра Сура.

# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



## ВИСНОВКИ

Досліджувана ділянка, що знаходиться на правому березі р. Дніпро відноситься до підтоплених, не забудованих територій. Поблизу ділянки протікає р. Мокра Сура. На території досліджень планується будівництво фотогальванічної електростанції. Для проектування фундаментів під будівництво сонячної електростанції необхідно передбачити будівельне водозниження.

В ході виконання роботи:

- проведено збір, аналіз та узагальнення інформації, яка стосується середніх правобережних терас р. Дніпро;
- застосовані картографічні методи, які показують притаманність інженерно-геологічних процесів, які існують на території України;
- опрацьований досвід будівництва з описанням інженерно-геологічних процесів в умовах середніх правобережних терас р. Дніпро
- проаналізована інженерно-геологічна характеристика ділянки досліджень поблизу с. Миколаївка;
- розроблений розрахунок горизонтальних дренажних систем;
- проаналізовані методи захисту території, що підтоплюється.

Для прогнозування гідрогеологічної ситуації в умовах функціонування дренажних споруд було виконано розрахунок, в якому підтверджено ефективність використання систематичного дволінійного горизонтального дренажу з різними параметрами відстані між дренажними спорудами.

За результатами розрахунку:

- було обрано таку відстань між дренами, яка дає змогу знизити РГВ на всій ділянці будівництва з оптимальним рівнем ґрунтових вод на міждренні, а також з ефективним водозниженням по всій досліджуваній території.
- приведений розрахунок притоку ( $q$ ) в кожну з дрен на одиницю її відстані при роботі недосконалого систематичного дренажу

Враховуючи високе положення рівня ґрунтових вод у сфері взаємодії проєктованих споруд з геологічним середовищем, наявність в геологічному розрізі ґрунтів з невисокими фізико-механічними властивостями, категорія складності інженерно-геологічних умов – III-я (складна).



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

### Список використаної літератури:

1. Районування за складністю інженерно-геологічних умов / Заголовок з екрану – Інтернет-ресурс. Доступ <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-15.html>.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра, 1980. – 358 с.
3. <https://www.kmu.gov.ua/npas/6251282>
4. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП - Київ; Державна служба геології та надр України, Державне наукововиробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2018. - 98с.
5. І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович – Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014. с. 127
6. Е. А. Зінь – Регіональна економіка. Охорона земельних ресурсів. Підручник. – К.: «ВД «Професіонал», 2007. – 106 с.
7. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Київ, 2017.
8. Геологічна карта СРСР масштабу 1:200 000, М-36-XXXV (Дніпродзержинськ). Центрально-українська серія. Пояснювальна записка. Київське геологічне управління, 1959 р. – 142 с.
9. Геоморфологічне районування України / Заголовок з екрану – Інтернет-ресурс. <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-6.html>
10. Гідрологічне районування України / Заголовок з екрану – Інтернет-ресурс. <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-7.html>
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ, 2011 р.
12. ДБН В.1.2-2:2006 Характеристичні значення навантажень та впливів для міст України
13. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти будівель та споруд. Київ, 2018 р.

14. ДСТУ Б В.2.1-2-18 Основи та підвалини будинків і споруд . Грунти.
15. ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1). Київ, Мінрегіон України, 2012 р.
16. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Київ. 2014 р.
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016 «Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення
18. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Київ 2010 р.
19. Непошиваленко Н.О. Еколого-соціальні наслідки підтоплення міських територій та розробка заходів до його зменшення (на прикладі м. Дніпродзержинська): Автореф. дис. канд. хім. наук. – Х.: УНДІ екологічних проблем, 2005 – 18 с.
20. Демчишин М.Г., Клиничук Л.М., Красноок Л.М. та ін. (гол. ред. Є.О. Яковлев) Інформаційний бюлетень “Регіональні інженерно-геологічні умови території України”. – К.: ДПФ “Геоінформ” Держгеослужби Мінприроди, 1997. – Вип. 1. – 92 с
21. Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища України. – К.: ДГСУ, 2007 рр.
22. Дегтярев Б.М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве/ Б.М.Дегтярев – М. : Стройиздат, 1990. – 150 с.
21. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях/ под ред. И.А.Барина. – М. : Стройиздат, 1991. – 273 с.
23. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про вплив екзогенних геологічних процесів на рівень техногенних ризиків життєдіяльності // Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. – К.: УкрДГРІ. 2006. – №1. – С. 85– 91
- 24.Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В.И.Максимова. – М. :

Недра, 1979. – Т. 1. – 512 с.

25. Яковлев Є. О. Аналіз впливу сучасного стану водопроводно-каналізаційних і теплоенергетичних мереж міст та селищ на їх інженерно-геологічну, геотехнічну та соціально-економічну безпеку / Є. О. Яковлев // Світ геотехніки. – 2007. – № 1. – С. 4–12.

26. Крашин І.І. Методика изучения, оценки и прогноза изменений экологического состояния подземных вод с использованием математического моделирования / И.И. Крашин, Л.Г. Лукьянчикова, Е.К. Орфаниди и др. – М. : ВСЕГИНГЕО, 2000. – 152 с.



# КАФЕДРА ГІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ

Додаток А

Схема розташування свердловин



Умовні позначення:

Сврд. 1 - номер інженерно-геологічної свердловини;  
70.75 - абсолютна відмітка гирла свердловини, м;

● - інженерно-геологічна свердловина глибиною 4.0 м;

● - інженерно-геологічна свердловина глибиною 8.0 м;

I I' - лінія інженерно-геологічного розрізу.