

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

ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра геофізичних методів розвідки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**Кваліфікаційна робота
бакалавра**

спеціальності 7.070709 Геофізика

на тему : «Застосування електророзвідки при пошуках пустот в міських
умовах»

Виконавець: _____ С.О. Яремій
(підпис)

Зав. кафедри: _____ М.М.Довбніч
(підпис)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Проекту розділів:			
<i>геофізика</i>	А. Л. Лозовий		
<i>геологія</i>	В.В. Ішков		

Рецензент	Тимощук В.І.		
-----------	--------------	--	--

Нормоконтроль	А.Л.Лозовий		
---------------	-------------	--	--

Дніпро
2020

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувач кафедри
геофізичних методів розвідки
 _____ М.М. Довбніч
 (підпис) (прізвище, ініціали)

 (дата)

Завдання
на кваліфікаційну роботу
бакалавра
 Яремія Сергія Олександровича

Тема кваліфікаційної роботи: «Застосування електророзвідки при пошуках
пустот в міських умовах»

затверджена наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Загальні відомості про досліджувану територію	25.04.2020- 04.05.2020
2	Оцінка інженерно-геологічних умов на період проведення вишукувань і прогноз їх зміни в часі	5.05.2020- 15.05.2020
3	Принцип і методика електротомографії	20.05.2020- 17.06.2020
4	Принцип та методика георадарних зондувань	17.06.2020- 24.06.2020

Завдання видав: _____ А.Л. Лозовий
 (підпис)

Завдання прийняли до виконання: _____ С.О. Яремій
 (підпис)

Дата видачі завдання: 25.04.2020

Термін подання кваліфікаційної роботи до ЕК: _____

Зміст

Реферат	4
Вступ.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДОСЛІДЖУВАНУ ДІЛЯНКУ	7
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПЕРІОД ПРОВЕДЕННЯ ВИШУКУВАНЬ І ПРОГНОЗ ЇХ ЗМІНИ В ЧАСІ.....	11
РОЗДІЛ 3. ПРИНЦИП, МЕТОДИКА І ОБСЯГИ ЕЛЕКТРОТОМОГРАФІЇ	17
РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИП, МЕТОДИКА І ОБСЯГИ ГЕОРАДАРНИХ ЗОНДУВАНЬ.....	26
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	38

Реферат

Дипломна робота «Застосування електророзвідки при пошуках пустот в міських умовах»: 61 с., 10 рис., 1 табл., 7 графічних додатків, 15 текстових додатків.

Мета роботи – за результатами комплексних геофізичних досліджень виявити ділянки ймовірного розвитку розущільнених зон і зон підвищеної вологості ґрунтового масиву; в комплексі з результатами інженерно-геологічних вишукувань сформулювати висновки про можливі причини їх формування та подальшого розвитку.

Об'єкт досліджень – масив гірських порід на розі проспекту Яворницького і Гагаріна в місті Дніпро.

Предмет досліджень – електромагнітні поля та геоелектричні властивості гірських порід на розі проспекту Яворницького і Гагаріна у місті Дніпро.

ОСНОВНІ ЗАДАЧІ:

- виконати польові роботи методами електротомографії та георадару;
- виконати обробку результатів та інтерпретацію комплексних електророзвідувальних робіт;
- зробити висновки і сформулювати пропозиції по застосуванню електророзвідки в міських умовах для вирішення інженерних завдань.

Вступ

Дипломна робота була виконана на підставі інженерно-геологічних і геофізичних вишукувань на ділянці аварійного будинку, розташованого на розі проспектів Гагаріна і Дмитра Яворницького в м. Дніпро [10,11].

Мета роботи – за результатами комплексних геофізичних досліджень виявити ділянки ймовірного розвитку розущільнених зон і зон підвищеної вологості ґрунтового масиву; в комплексі з результатами інженерно-геологічних вишукувань сформулювати висновки про можливі причини їх формування та подальшого розвитку.

Об'єкт досліджень – масив гірських порід на розі проспекту Яворницького і Гагаріна в місті Дніпро.

Предмет досліджень – електромагнітні поля та геоелектричні властивості гірських порід на розі проспекту Яворницького і Гагаріна у місті Дніпро.

Інженерно-геологічні вишукування виконані з метою вивчення інженерно-геологічної ситуації, яка склалася під дією інженерної діяльності людей. Для цього при проведенні вишукувань необхідно вивчити геологічну будову і гідрогеологічні умови досліджуваної ділянки, визначити фізико-механічні і просадні властивості ґрунтів, режим вологості, а також спрогнозувати зміни інженерно-геологічної обстановки в часі.

Для вирішення поставлених завдань виконані наступні види інженерно-геологічних робіт:

- збір і систематизація матеріалів вишукувань минулих років;
- рекогносцирувальне обстеження досліджуваної ділянки;
- буріння свердловин;
- відбір проб ґрунтів з свердловин;
- камеральна обробка польових і лабораторних даних, складання звіту.

Збір і систематизація матеріалів вишукувань минулих років виконані для отримання необхідної інженерно-геологічної інформації з метою вивчення особливостей району, аналізу даних про інженерно-геологічні дослідження, які проводилися на прилеглих територіях.

Рекогносцирувальне обстеження велось з метою обстеження стану будинку, підземних водовмісних мереж, збору відомостей про несприятливі фізико-геологічні процеси та явища, визначення оптимальних видів і обсягів робіт.

Буріння свердловин проводилось ударно-канатним способом діаметром 127мм. Всього пробурені 15 свердловин глибинами від 10.0м до 21.0м. Загальний метраж буріння становить 230. 50м. Фактичне місце розташування геологічних свердловин нанесено на топографічний план масштабу 1:500 (графічний додаток 1). В процесі буріння зі свердловин проводився відбір проб ґрунтів непорушеного складу та порушеної структури для лабораторного визначення їх номенклатури та фізико-механічних властивостей.

Лабораторні дослідження ґрунтів виконані в геотехнічній лабораторії підприємства, згідно нормативних документів.

Камеральна обробка даних, отриманих в ході бурових та лабораторних робіт, виконана для їх узагальнення, зіставлення та аналізу із застосуванням власних комп'ютерних програм.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДОСЛІДЖУвану ДІЛЯНКУ

1.1. Місце знаходження, вивченість

Адміністративно досліджувана ділянка аварійної будівлі гуртожитку №2 Національного університету «Дніпровська політехніка» відноситься до Соборного району м. Дніпро і розташована на розі проспектів Гагаріна і Яворницького, 17.

Дані про інженерно-геологічні вишукування для будівництва досліджуваного будинку відсутні, а на прилеглих ділянках в різні роки вишукувальними організаціями виконувались інженерно-геологічні роботи для проектування та будівництва об'єктів цивільного призначення, а вздовж проспект Дмитра Яворницького - для прокладення метрополітену.

Раніше виконані вишукування включали такі види інженерно-геологічних робіт: буріння свердловин, проходку шурфо-дудок, дослідно-фільтраційні роботи, лабораторні дослідження ґрунтів і підземних вод. Результати проведених раніше робіт проаналізовані і в необхідному обсязі використані при складанні звіту, що дозволило підвищити кондиційність, достовірність та інформативність матеріалів, проаналізувати зміни інженерно-геологічних умов у часі.

Перелік використаних архівних матеріалів приведено у списку літератури.

1.2. Геоморфологія, рельєф і фізико-геологічні явища

В геоморфологічному відношенні ділянка приурочена до вододільного плато та при вододільного схилу правобережжя ріки Дніпро. Рельєф спланований насипними ґрунтами, має загальний уклін в південно-східному напрямку. Абсолютні відмітки денної поверхні (по гирлам свердловин) змінюються від 116.35м до 125.75м (Балтійська система висот). З несприятливих фізико-геологічних процесів і явищ слід відзначити наявність в геологічному розрізі великої потужності лесових ґрунтів, здатних від замочування до прояву просідання, а також інженерну діяльність людини (зношеність водовмісних старих мереж та прокладання нових, риття траншей без виконання водозахисних заходів і таке ін.).

1.3. Клімат

Відповідно до даних, приведених у ДСТУ-Н В.1.1-27:2010, згідно архітектурно будівельного районування території України, м. Дніпро знаходиться у II кліматичному районі - Південно-Східному (Степовому). Клімат відноситься до помірно-континентального, характеризується короткою малосніжною зимою і тривалим теплим літом. Характерними особливостями клімату є: значні коливання температур протягом року, сезону, місяцю; зливовий характер літніх дощів; часті відлиги взимку, і в зв'язку з цим, нестійкий сніговий покрив; інтенсивне весняне сніготанення. Найбільш холодним місяцем є січень із середньомісячною температурою (-5°) – (-7°C), а найбільш теплим - липень із середньомісячною температурою ($+22.2^{\circ}\text{C}$). Середньорічна температура ($+8.5^{\circ}\text{C}$). Максимальна температура ($+40^{\circ}\text{C}$), мінімальна (-34°C). Дата переходу середньодобової температури повітря через: ($+8^{\circ}\text{C}$) - початок 19 жовтня, закінчення – 9 квітня; ($+10^{\circ}\text{C}$) - початок 10 жовтня, закінчення - 16 квітня.

Середньорічна кількість опадів становить 558мм на рік, добовий максимум 82мм. Найбільша їх кількість випадає в теплий період року - 320мм. Опади випадають у вигляді короткочасних дощів. Протягом літа бувають тривалі бездошові періоди, а восени опади характеризуються затяжними дрібними дощами. Взимку опади випадають, переважно, у вигляді снігу, але бувають і дощі. Річне число днів з опадами 80-125. Сніговий покрив лежить на протязі 70 днів з грудня по березень, середня висота покриву за зиму 15см.

Середньорічне значення відносної вологості змінюється в межах 70-80%. Мінімальне значення відносної вологості в літній період (травень-серпень) - 58-59%, максимальне (листопад-березень) - 83-89%. Середньорічний дефіцит вологості становить 3.5-4.0мм, максимальний (липень) досягає 10.1-10.6мм. Випаровуваність становить 700-800мм. За співвідношенням річних сум опадів і випаровування м. Дніпро відноситься до зони недостатнього зволоження. Переважаючими вітрами є вітри північно-західного і південного напрямку, повторюваність яких відповідно 18% і 15%. Переважання цих вітрів зберігається в весняно-літній період, восени і взимку збільшується число днів з вітрами

південно-східного напрямку (до 14.5%), в період весняної повені найбільш часті (до 17%) південні вітри. Середня швидкість вітру 3.1м/с. Найбільші середні місячні швидкості (3.8м/с) спостерігаються взимку, найменші (2.3-2.4м/с) - влітку. Сильні вітри (понад 15м/с) бувають частіше в січні і лютому (1.9 дня в кожному з цих місяців), найбільш рідко (0.5 дня в місяць) - у вересні. Максимальна швидкість вітру - 24 м/с.

1.4 Результати візуального огляду будівлі

Досліджувана аварійна будівля гуртожитку побудована в 1952 році. Будівля 5-ти поверхова, складена з білої цегли, форма будівлі П - образна (основна частина будівлі розміщена вздовж проспект Яворницького, західне крило будівлі – паралельно проспект Гагаріна, східне - перпендикулярно проспект Яворницького). По проспект Гагаріна прокладені дві низки трамвайних ліній. Частково під будинком знаходиться підвал глибиною 2-3м, який використовується за різним призначенням (під будинком знаходиться бомбосховище, котельня та ін.). В дворовій частині будинку розташований спортмайданчик і одноповерхові будівлі. Навколо будинку і в дворі прокладені багато чисельні водогінні мережі (каналізація, водопровід). З весни цього року (зі слів мешканців району) на перетині проспектів Гагаріна та Яворницького залишився шурф глибиною близько 3.0м і площею до 10м², який 5 жовтня залило водою. По опитуванню жильців встановлено, що з проблемою просідання будівлі гуртожитку місцеві жителі зверталися до міськради ще влітку.

Слід зауважити, що аналогічні шурфи відриті на тротуарі по проспект Яворницького від вулиці О. Гончара до вул. Героїв Крут, а також на Соборній площі. Ці шурфи являлись місцем збору атмосферних опадів.

В зв'язку з виникненням аварійної ситуації, яка проявилась 05.10.2019р. після випадіння великої кількості води (ливень ввечері 04.10.2019р. і зatoryжний дощ 05.10.2019р.) з боку проспект Гагаріна і вздовж стіни паралельної проспекту Яворницького, утворилися провали ґрунту в денній поверхні глибиною до 1.5-2.0м. Від кута будинку від проспект Гагаріна (з боку проспект Яворницького) на

стіні першого поверху гуртожитку по цегляній кладці, над двома вікнами аптеки, виникли тріщини деформації овальної форми випуклістю вверх шириною розкриття від 1см до 5-10см. Вздовж стіни цоколь відірвався від стіни з нахилом від стіни, а асфальтне вимощення тротуару від цоколю фундаменту. В полу підвалу паралельно несучій стіні з'явилась відкрита тріщина шириною розкриття до 4-5см.

Вранці 06.10.2019р. для запобігання подальшого руйнування будинку, шурфи, які розкопали метробудівники для прокладки підземних комунікацій, засипали шлаком і ґрунтом, а провал, що утворився безпосередньо під гуртожитком, залили бетоном.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПЕРІОД ПРОВЕДЕННЯ ВИШУКУВАНЬ І ПРОГНОЗ ЇХ ЗМІНИ В ЧАСІ

2.1. Геологічна будова

Геологічний розріз досліджуваної ділянки вивчений до глибини 21.0м[10] і представлений комплексом четвертинних елювіально-делювіальних (ed, шари 3,5,7), еолово-делювіальних (vd, шари 4,6) і делювіальних (d I, шар 8) відкладень, з денної поверхні перекритих повсюдно сучасними техногенними насипними (t IV, шар 1) і локально ґрунтово-рослинними (e IV, шар 2) ґрунтами.

Опис виділених геолого-літологічних шарів приведено зверху вниз.

Сучасні техногенні відкладення

Шар 1 (t IV). Насипні ґрунти – з денної поверхні асфальт на шлаково-щебенистій підсипці, потім суміш суглинків і супісків лесових з ґрунтово-рослинним шаром, темно-сірих, бурих, в основному, твердої консистенції, локально в підшві шару туго-м'якопластичної консистенції, з включенням битої цегли, щебеню, шлаку, кусків бетону вмістом 5-15%, на окремих ділянках до 30-40%. За давністю утворення відносяться до злежалих. Перекривають ділянку повсюдно, потужність змінюється від 0.4м до 3.0м.

Шар 2 (e IV). Ґрунтово-рослинні ґрунти - суглинки бурі, чорні, тверді, з корінням рослин, з ходами землерийв, заповнених гумусом. Мають локальне розповсюдження. Потужність шару становить 0.4-1.0м.

Четвертинні осадові відкладення

Шар 3 (ed III pc+df). Суглинки лесові бурувато-жовті, тверді, в зоні замочування – м'якопластичні, з прожилками карбонатів, з прошарками супісків, в покрівлі шару з ходами землерийв, заповненими гумусом. Поширені повсюдно потужністю від 1.1м до 5.1м.

Шар 4 (vd III bg). Супіски лесові сірувато-жовті, бурувато-жовті, тверді, в зоні замочування пластичні, з прожилками карбонатів, з прошарками

суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю, Мають повсюдне поширення. Потужність шару змінюється від 1.3м до 7.0м.

Шар 5 (ed III-II pl+kd). Суглинки лесові жовтувато-бурі до бурих, тверді, в зоні замочування напівтверді, з прожилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю. Поширені майже повсюдно, потужність становить 1.2-2.7м.

Шар 6 (vd II dn). Суніски лесові палево-жовті, тверді, в зоні замочування і нижче рівня підземних вод пластичні, з прожилками і жовнами карбонатів, з прошарками суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю. Поширення повсюдне. Потужність шару 5.5-9.1м.

Шар 7 (ed II dn). Суглинки лесові жовтувато-бурі, сірувато-бурі, тверді, з прожилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю. Зустрінуті в свердловині №4 потужністю 3.0м.

Шар 8 (d I mr). Суглинки червоно-бурі, тверді, з прожилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю. Зустрінуті в свердловині №4 розкритою потужністю 0.5м.

Глибини залягання шарів, їх потужності, поширення в межах досліджуваної ділянки ілюструються інженерно-геологічними розрізами (графічний додаток 5,6).

2.2. Гідрогеологічні умови

Гідрогеологічні умови до глибини 21.0м характеризуються наявністю одного безнапірного водоносного горизонту, приуроченого до четвертинних відкладень. Сталий рівень підземних вод зафіксовано в свердловині №1 (жовтень 2019р.) на глибині 20.5м (абс.відм.103.80м) від існуючої денної поверхні.

Слід зазначити, що режим водоносного горизонту порушений через аварійні і постійні витoki з водогінних мереж, які мають великий строк експлуатації і незадовільний стан, а також інфільтрації атмосферних опадів через розкриті ями і траншеї, які довгий час знаходяться не засипаними, внаслідок чого в свердловині №5 утворилася зона замочених ґрунтів.

Водовмісними є лесові ґрунти шару 6 (нижче рівня підземних вод), а в зонах замочування підвищену вологість мають ґрунти шарів 3-6. Коефіцієнти фільтрації ґрунтів зони аерації і водовмісних ґрунтів наступні: суглинків (шари 3,5,7) - 0.3м/добу; супісків (шари 4,6) - 0.6-0.8м/добу, суглинків (шар 8) - <0.005м/добу.

Відносним водотримом горизонту є нижньочетвертинні червоно-бурі суглинки, що залягають в свердловині №1 на глибині 20.5м (абс.відм.103.80м).

Розвантажується водоносний горизонт в бік річки Дніпро.

2.3. Геотехнічна характеристика ґрунтів

Досліджувана товща ґрунтів за номенклатурними ознаками і властивостями, згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96, розділена на 12 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ), у межах яких товща є статистично однорідною за складом й властивостями. Нумерація ІГЕ відповідає нумерації виділених шарів.

В зв'язку з наявністю зони замочування ґрунтів на два інженерно-геологічних елементи, кожний, розділені такі ґрунти: суглинки (шари 3,5), супіски (шари 4,6): – твердої консистенції - ІГЕ-3-6, що залягають за межами зон замочування; м'якопластичної і пластичної консистенції - ІГЕ-3а,4а,5а,6а – в зоні замочування та нижче рівня підземних вод (ІГЕ-6а - сврд.№1).

Окремі значення й статистичні параметри характеристик фізико-механічних властивостей ґрунтів приведені у текстовому додатку 2, нормативні та розрахункові показники - в табличних додатках 1-6, розрахункові - в таблиці 1 креслення 2 графічних додатків (для ґрунтів ІГЕ-4а,5а,6а прийняті по ґрунтам ІГЕ-4-6, випробуваними в природному і в водонасиченому стані). Показники просідних властивостей ґрунтів ІГЕ-3-7.

Фізичні і деформаційні характеристики виділених ґрунтів природного стану і замочених зон виконувалось лабораторним методом.

Деформаційні і просідні характеристики ґрунтів (ІГЕ-3-7) отримані за компресійними випробуваннями методом "двох кривих" до навантаження 0.3-0.4МПа. Модуль загальної деформації розраховувався з урахуванням коригуючого коефіцієнта K_p , який вводиться для зіставлення модуля, отриманого лабораторними методами, і дослідними випробуваннями ґрунтів пресиометром.

Характеристики міцності ґрунтів ІГЕ-3-7, визначені методом одноплощинного зрізу у водонасиченому стані за схемою повільного консолідовано-дренованого зрізу ступенями тисків 0.1-0.2-0.3МПа, прийняти за матеріалами досліджень минулих років.

, так і при тиску від власної ваги ґрунту. Початковий просідний тиск суглинків ІГЕ-3 - 45кПа, супісків ІГЕ-4 -85кПа, суглинків ІГЕ-5 - 170кПа, супісків ІГЕ-6 -130кПа, суглинків ІГЕ-7 - 300кПа.

Потужність просідаючих ґрунтів в межах ділянки змінюється від 17.2м до 18.8м. Сумарна величина просідання маловологої лесової товщі при тиску від власної ваги ґрунту становить 34.33см.

Тип ґрунтових умов по просіданню - другий. Показники просідних властивостей ґрунтів приведені в текстовому додатку 3.

В зв'язку з незадовільною експлуатацією старих підземних водогінних мереж і інженерною діяльністю людини (розриті і не ліквідовані глибокі шурфи для прокладки комунікацій метрополітену) відбулось різке збільшення інфільтрації води в ґрунт в момент ливня і затяжного дощу. Через розритий тротуар і рихлі насипні ґрунти зворотнього засипання під тротуаром будинку ливневі води поступили під фундамент будинку, почалося локальне замочування лесових просідаючих ґрунтів, внаслідок якого проявились аварійні деформації будинку.

В ході проведених досліджень встановлена **зона замочених ґрунтів (ІГЕ-3а,4а,5а,6а)** . Умовна межа зони замочування ґрунтів показана на плані інженерно-геологічних розрізах у графічних додатках 5 і 6.

Візуальній опис ґрунтів і лабораторні визначення природної вологості по пробах, відібраних із свердловин №1-15 (текстові додатки №1-15) з інтервалом 1.0-2.0м, показали, що в свердловинах, які знаходяться поза зоною замочування (свердловини №№ 4,6,8,10-12,14,15) ґрунти мають природну вологість нижче, ніж в зоні замочування ґрунтів (свердловини №№ 2,3,5,7,9,13) майже вдвічі. Зона замочених ґрунтів на території вишукувань має нерівномірне розповсюдження як по площі так і по глибині. Ділянки з наявністю ґрунтів з максимальною вологістю спостерігаються біля зони аварійної частини будівлі, а також особливо в районі свердловини №5 і свердловини №7 (північно-східне крило гуртожитку).

Поблизу аварійної ділянки, в свердловині №3, в інтервалі глибин 5.5-9.5м волога ґрунтів досягає найбільш високих значень – 0.18-0.19ч.од; в свердловинах №2 і №9 (внутрішній двір гуртожитку) в інтервалі глибин 4.5-5.5м вологість ґрунту становить, відповідно, 0.18 ч.од., та в інтервалі 10.8-12.8м – 0.17ч.од.

Згідно звіту, за результатами вишукувань встановлено, що найбільш обводнена свердловина №5. В верхній частині геологічного розрізу (в інтервалі 1.5-6.3м) в цій свердловині величини значень вологості досягають 0.20-0.21ч.од. і ґрунти знаходяться в стані близькому до повного водонасичення. Далі з глибиною вологість ґрунтів поступово зменшується до 0.16 ч.од., але потім знову зростає до 0.22ч.од.

Результати лабораторних робіт дозволяють припускати, що замочування ґрунтів в цій частині відбулося в два етапи:

- обводнення верхньої частини ґрунтового масиву за рахунок акумуляції води аварійного потоку;
- обводнення ґрунту на більших глибинах є наслідком витоку із водонесучих комунікацій котельної, що розташована в підвальному приміщенні гуртожитку №2.

При бурінні свердловин №№4,5 в насипних грунтах зворотної засипки спостерігаються провали бурового інструменту потужністю до 0.5м. Насипні грунти по свердловині №4 (поблизу стіни будівлі гуртожитку) потужністю 1.7м представлені крупно-уламковою фракцією, а піщана, пилювата та глиниста фракції відсутні (вимиті). В свердловині №5 піщано-глинистий заповнювач насипних грунтів знаходиться в обводненому стані.

Результати проведених досліджень вказують на можливість зв'язку руху аварійного потоку води вздовж фундаменту будівлі гуртожитку, з акумуляцією води в районі свердловини №5, де відмічено замочування насипних грунтів зворотної засипки.

Підвищена вологість грунтів в свердловині №13, в інтервалі 4.5-5.5м, до 0.17ч.од. можливо пов'язана з витоками з водонесучих комунікацій (каналізаційна система по проспекту Гагаріна). Аналогічна ситуація спостерігається і в свердловині №7 (0.17ч.од.).

Досліджувана ділянка за природними умовами розташована в зоні змінного зволоження, складена лесовими фільтраційно-анізотропними грунтами.

При аналізі гідрогеологічної обстановки досліджуваної території з 80-х років минулого століття по нинішній час встановлено, що через інтенсивну забудову, зростання водоспоживання, незадовільну експлуатацію водогінних мереж режим водоносного горизонту порушений, відбувається утворення техногенних куполів підземних вод.

За геолого-гідрогеологічними умовами станом на 2019р. досліджувана ділянка відноситься до III типу територій по потенційному підтопленню.

РОЗДІЛ 3. ПРИНЦИП, МЕТОДИКА І ОБСЯГИ ЕЛЕКТРОТОМОГРАФІЇ

Електротомографія - це цілий комплекс, що включає в себе як методику польових спостережень, так і технологію обробки та інтерпретації польових даних. Її особливістю є багаторазове використання в якості живлять і вимірювальних одні й ті ж фіксовані на профілі спостережень положення електродів. Це призводить до зменшення загального числа робочих положень електродів при істотному збільшенні щільності вимірювань в порівнянні зі звичайним методом вертикальних електричних зондувань. Такий підхід дозволяє з одного боку, працювати із сучасною високопродуктивною апаратурою, а з іншого боку, застосовувати ефективні алгоритми моделювання та інверсії. Інтерпретацію даних електротомографія можна проводити в рамках двовимірних і тривимірних моделей. Це принципово розширює коло розв'язуваних електророзвідки завдань, за рахунок дослідження середовищ, що значно відрізняються від «Класичних» горизонтально-шаруватих. Завдяки електротомографія і використанню алгоритмів придушення спотворює впливу верхньої частини розрізу, можна підвищити якість і одновимірної інтерпретації.

Відзначимо наступні методичні особливості цієї технології, які відрізняють її від звичайного методу ВЕЗ.

1. Лінійний крок по розносить, що дозволяє багаторазово використовувати одні і ті ж місця заземлений живлять електродів для різних положень прийомних ліній.
2. Висока щільність спостережень, необхідна для двовимірної інтерпретації.
3. Невеликий, в порівнянні з методом ВЕЗ, діапазон розносів, який визначається числом використовуваних в установці електродів і відстанню між ними. це, природно, обмежує і інтервал досліджуваних глибин.

4. Комбінування різних електророзвідувальних установок, яке практично не зустрічається при роботах методом ВЕЗ. Таким чином удається збільшити обсяг незалежних вимірювань електричного поля, використовуючи різні види збудження і прийому електричного поля, і компенсувати недоліки окремих установок, істотно підвищуючи надійність інтерпретації. Наприклад, спільне використання установок Шлюмберже і дипольної осьової помітно збільшує роздільну здатність, особливо на малих розносах.

У галузі використання електротомографія стосовно тривимірним моделям геоелектрического розрізу ситуація поки складніша. З одного боку, існують розроблені підходи до вимірів і програми інтерпретації, які вимагають досить великих обсягів вимірювань. З іншого боку, наш досвід показує, що результати двовимірної інверсії поки виходять набагато більш реалістичними. В цілому треба відзначити, що існуюча польова апаратура і програмні засоби поки слабо відпрацьовані і не дозволяють отримати тривимірні геоелектричні моделі з детальністю і надійністю, яка потрібна для подальшої геологічної інтерпретації. Роздільна здатність (тобто кількість деталей геоелектрического розрізу, стійко виявляються в електричному полі) і, відповідно, якість інтерпретації даних електротомографія тісно пов'язане з числом і щільністю вимірювань на одному профілі. Їх число зазвичай досягає перших тисяч, тому питання про продуктивності польових вимірювань має принципове значення і багато в чому визначає можливість практичного використання цього методу. Для досягнення максимальної ефективності при проведенні польових робіт застосовується спеціальна апаратура з програмованої автоматичної комутацією електродів.

3.1 Багатоелектродна апаратура

Термін «багатоелектродна» часто плутають з більш звичним поняттям «багатоканальна», тому пояснимо ці терміни. Багатоканальна апаратура дозволяє одночасно або послідовно вимірювати різницю потенціалів на декількох (8-24) прийомних диполів, з'єднаних багатожильним кабелем

(«косою»). Такий підхід зазвичай використовується при роботах методом викликаної поляризації (ВП) і річкових зондування (рис.1).

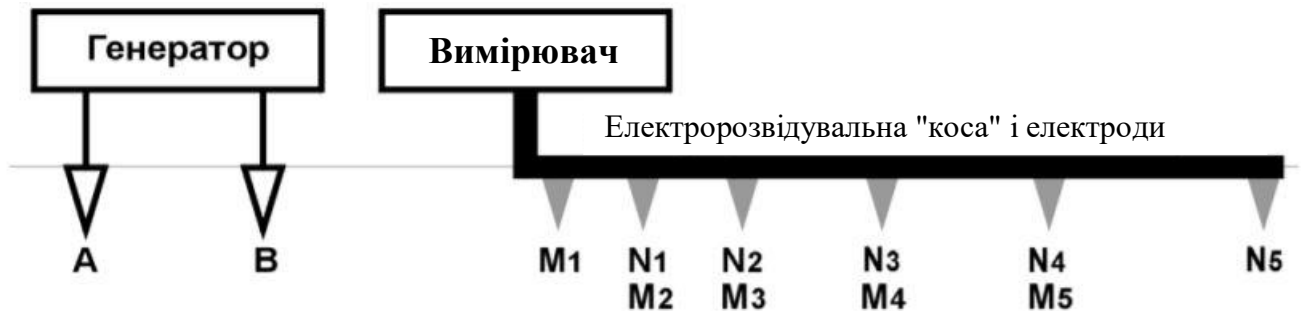


Рис.1 Схема багатоканальної апаратури

У багатоелектродній апаратурі теж використовується великий набір електродів (зазвичай від 48 до 96 штук), з'єднаних у вигляді електророзвідувальної коси. На відміну від багатоканальних систем кожен електрод може використовуватися не тільки як приймальний, але і як живильний (рис. 2А). Таким чином, один раз встановивши і підключивши електроди можна провести весь комплекс профільних вимірів.

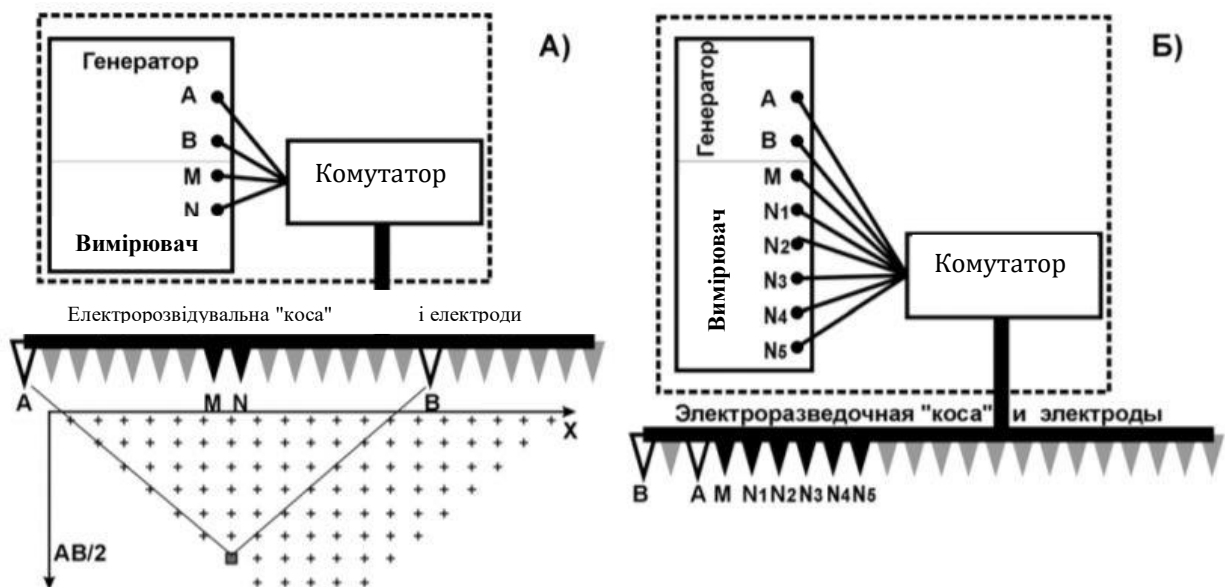


Рис.2 А. багатоелектродна апаратура. Б. Багатоканальна багатоелектродна апаратура

Використання одних і тих же електродів в якості прийомних і живильних може приводити до помилок вимірювань, пов'язаних з поляризацією електрода при пропусенні струму. Після виключення струму поляризація поступово зменшується. Якщо під час розрядки проводити вимірювання з використання такого електрода можемо отримати спотворений сигнал.

Найбільш істотні такі помилки для робіт методом ВП. Щоб підвищити якість зйомки, потрібно оптимізувати порядок вимірювань.

При роботах на довгих профілях після проведення вимірювань з одною розстановкою електродів фізично переміщається тільки частина електродів (технологія "Roll-along"). У зв'язку з цим для істотного скорочення часу вимірювань застосовують системи, що складаються з декількох незалежних кіс.

Прагнення підвищити продуктивність багатоелектродної апаратури призвело до появи багатоканальних багатоелектродних станцій (Syscal-Pro, Iris Instruments; SAS4000, ABEM). Такі комплекси дозволяють одночасно отримувати значення різниці потенціалів на декількох прийомних диполів (рис. 1Б). Число таких каналів невелико: від 4 до 10 штук, але такий підхід дає принципову можливість збільшити швидкість польових спостережень в число раз, відповідне числу каналів. Крім того, швидкі виміри відкривають нові можливості для використання електророзвідки при моніторингу різних геологічних і технічних процесів.

3.2 Електротомографія з одноканальною апаратурою

Хоча саме багатоелектродна апаратура забезпечує максимальну продуктивність при польових роботах методом електротомографії, вона має низку серйозних недоліків:

- висока вартість (25-75 тис. доларів);
- велику вагу електророзвідувального комплексу близько 100-200 кг, що включає вимірювач, генератор, джерело живлення, комплект електродів (50-100 штук) і кіс;
- труднощі при роботах з великими струмами, необхідними при глибинних дослідженнях, особливо методом ВП;

- обмежений діапазон розносів, який визначається числом електродів, підтримуваних апаратурою.

Тому часто роботи методом електротомографії проводять зі звичайною одноканальною або багатоканальною апаратурою. При цьому сітка розносів і крок за профілем підбирається таким чином, щоб виконувалася основна вимога методики електротомографії - мінімізація числа використовуваних положень електродів при збільшенні щільності спостережень. Визначальним параметром установки є мінімальна відстань між електродами (a), рівне мінімальній довжині приймального диполя. Крок за профілем вибирається кратним цій відстані, а значення розносів задовольняють умові - $AB = (2N + 1) a$, де N будь-яке ціле число.

Основною проблемою при роботах зі звичайною апаратурою є низька продуктивність праці. Для цього доводиться розріджувати крок за профілем і сітку розносів, втрачаючи детальність результатів, особливо на малих глибинах. Досвід показує, що в залежності від розв'язуваних завдань, наявного часу крок між зондуванням може досягати п'яти відстаней між електродами.

Можливості вимірювача теж впливають на продуктивність праці. На жаль, розробники сучасної апаратури (особливо цифрової) приділяють мало уваги підвищенню швидкості вимірювань, вважаючи за краще підвищувати точність вимірювань. Однак, при 400 вимірах в день збільшення часу кожного всього на 9 секунд призводить до додатковому часу роботи в полі.

При глибинних роботах методом електротомографії з використанням великих струмів доводиться обмежувати число ліній AB , так як важко забезпечувати необхідне добре заземлення живлющих електродів. В цьому випадку можна рекомендувати використовувати несиметричні установки з досить великою довжиною лінії AB і розташуванням приймальних диполів як всередині, так і зовні AB (рис. 3). У цьому випадку на малих розносах у

нас буде трьохелектродна установка, а на великих або Шлюмберже, або дипольна осьова. При роботах по такій методиці спостережень 5-7 перекриваючихся ліній АВ можуть забезпечити отримання обсягу даних достатнього для двовимірної інтерпретації.

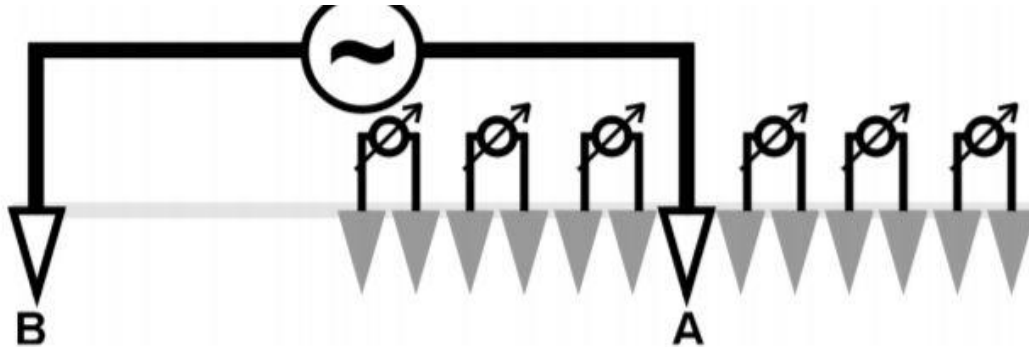


Рис. 3. Приклад несиметричної чотирьохелектродної установки

3.3 Методика польових робіт

Польові роботи виконувалися відповідно до вимог інструкції по електророзвідці методом опорів рівнодіпольною осьовою установкою. Схема польової установки приведена на рис. 2.5. У якості приймача електромагнітного поля на частоті 1.22 Гц в приймальному диполі MN був використаний вимірювач ЕІН-209М. Розміри приймального і живлячого диполів складали 5 м. У якості джерела струму використовувався генератор ГЕР-1/300 (рис. 2.6).

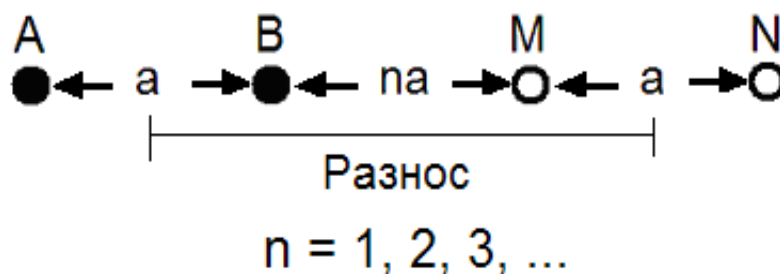


Рис. 2.5. Схема польової установки ЕТ



Рис. 2.6. Технологія електротомографії

За результатами польових вимірювань будуються псевдорозрізи уявного опору. Особливості побудови псевдорозрізів можна зрозуміти з рис. 2.7. Крайній зліва диполь, використовується як живлячий, а ряд диполів праворуч від нього як приймальні. Точка запису відноситься до середини рознесення установки і до глибини Z , для знаходження якої з центрів диполів під кутом 45° проводять лінії до перетину в точці запису. При зміні рознесення установки точка запису змінює свою глибину.

Мережа послідовних положень живлячого і приймальних диполів утворює сітку точок в яку наносять значення питомого опору і проводять ізолінії, відбиваючі зміни геоелектричного розрізу по лінії профілю і в деякому інтервалі глибин. Природно, що псевдорозріз не дає точного уявлення про розподіл істинних параметрів розрізу, але лише є простою і достатньо наочною формою представлення результатів вимірювань.

Сучасні багатоелектродні системи дозволяють збільшити інтервал дослідження розрізу по глибині. Коли число каналів в межах однієї розстановки електродів виявляється вичерпаним, частина електродів переміщається за профілем так, щоб одержати безперервне продовження псевдорозрізу.

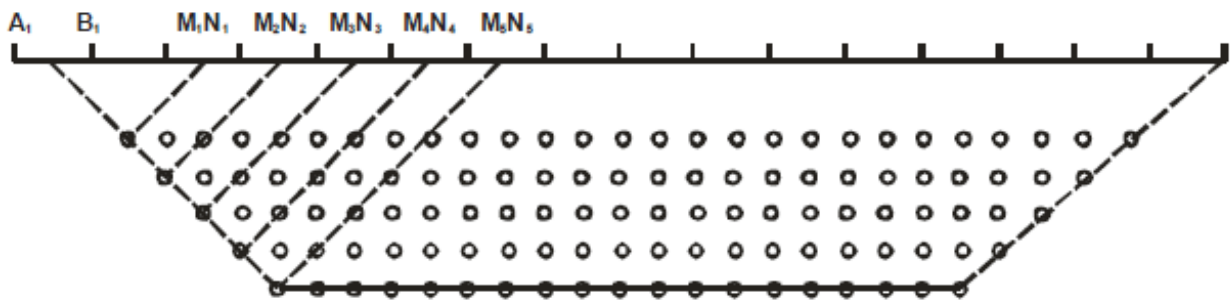


Рис. 2.6. Схема розміщення точок запису на псевдорозрізі ЕТ

3.4 Обробка даних

Рішення зворотної задачі електророзвідки здійснювалося програмою `res2Dinv`[12]. Процедура інверсії що використовується програмою заснована на методі як найменших квадратів з обмеженнями гладкості. Метод заснований на наступному рівнянні:

$$(J^T J + uF)d = J^T g,$$

де $F = f_x f_x^T + f_z f_z^T$; f_x - горизонтальний згладжуючий фільтр;

f_z - вертикальний згладжуючий фільтр;

J - матриця похідних;

u - показник загасання;

d - вектор приростів параметрів моделі;

g - вектор нев'язок.

Двовимірна (2D) модель, що використовується цією програмою, ділить нижній напівпростір на ряд прямокутних блоків. Мета роботи програми полягає у визначенні опорів прямокутних блоків уявних опорів, що дають псевдорозріз, співпадаючий з польовими вимірюваннями. Результат рішення зворотної задачі уздовж профілю №1 показаний на графічному додатку 4.

РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИП, МЕТОДИКА І ОБСЯГИ ГЕОРАДАРНИХ ЗОНДУВАНЬ

4.1 Принцип методу

Метод георадіолокаційного підповерхневого зондування (в загальноприйнятій термінології - георадар) заснований на вивченні поширення електромагнітних хвиль в середовищі.

Можливість просвічування гірських порід радіохвилями була встановлена на початку ХХ століття. Уже в середині століття імпульсні радіолокатори почали використовуватися для визначення потужності материкових льодовиків.

В наш час, з використанням сучасних можливостей апаратних і програмних засобів, метод георадіолокації широко використовується і активно розвивається у всьому світі.

В роботі георадара закладені класичні принципи радіолокації. Антенною приладу випромінюються ультракороткі електромагнітні імпульси (одиниці і частки наносекунди), які мають 1,0-1,5 періоду квазігармонічного сигналу і досить широкий спектр випромінювань. Центральна частота сигналу визначається типом антени. Проходячи в землю через при поверхневі шари, деяка частина енергії хвилі відбивається від кордону між пластами і направляється в зворотному напрямку до поверхні, а частина енергії, що залишилася, проникає вглиб (рис. 2.1).

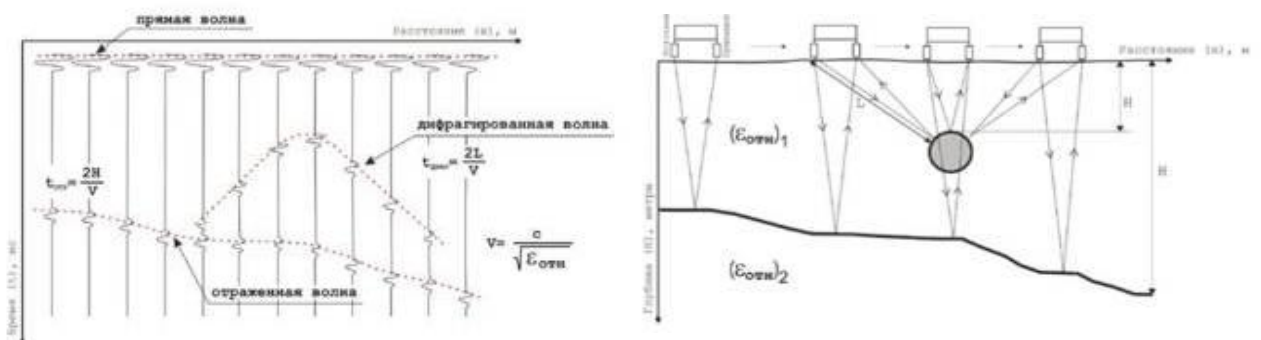


Рис 2.1. Схема утворення електромагнітних хвиль.

Енергія відбитої хвилі приймається на поверхні приймальною антеною, посилюється і перетворюється в цифровий вигляд. Потім сигнал обробляється і відображається на дисплеї в залежності від часу по вертикальній шкалі. При рівномірному пересуванні антени по поверхні отримуємо безперервну (тимчасову) «картинку» при поверхневих умовах уздовж лінії руху (радарограма). Відображення викликаються наявністю границь в ґрунті з різними електричними властивостями. Такими границями є кордони пластів, зміни вологості ґрунтів, розшлінення ґрунтів, порожнечі, різні штучні об'єкти (труби, кабелі та ін.). Глибина проникнення радіохвиль залежить від електричної провідності і діелектричної проникності ґрунтів на кожній окремій ділянці. Також глибинність досліджень залежить від частоти збудження електромагнітних хвиль – збільшується при зменшенні частоти і навпаки. Польові дослідження виконувалися з використанням георадара «MALA ProEx» шведського виробництва – світового лідера з розробки та виробництва георадарного обладнання. Під час зйомки дані радара і інша інформація відображаються на XV Моніторі або на екрані комп'ютера. Збір даних може бути перерваний і продовжений в будь-який момент.

Зовнішній вигляд MALA ProEx наведено на рис. 2.2.



Рис.2.2. Зовнішній вигляд MALA ProEx.

Зовнішній вигляд MALA ProEx без та з вбудованим акумулятором наведено на рис. 2.3.



Рис. 2.3. MALA ProEx без та з вбудованим акумулятором. Роз'єм для зовнішнього живлення виділено.

Високоякісні екрановані антени характеризуються високим відношенням корисного сигналу, випроміненого в ґрунт, до сигналу, випроміненого в повітря, що дозволяє уникнути перешкод у поверхні землі.

Глибина проникнення у антен з різною частотою значно варіюється в залежності від місцевих умов ґрунту. Перш за все, вимоги до необхідної глибини і роздільної здатності, а також умови ґрунту на місці мають вирішальний вплив на вибір частоти антени. У таблиці нижче наводяться дані, які можуть допомогти вибрати частоту антени на основі інтервалу необхідних глибин. Приблизний діапазон глибин у антен з різними частотами наведено в таблиці 2.1.

В цій роботі для збудження і прийому радіохвиль використовувалися наземні екрановані антени з центральною частотою 250 і 800 МГц.

Таблиця 2.1.

Приблизний діапазон глибин у антен с різними частотами.

Частота, МГц	Радіальна роздільна здатність @,с=100 [m/μs] , λс/4 [cm]	Макс. глибина проникнення, м
250	10	8
500	5	6
800	3	2,5

4.2 Методика і обсяги польових робіт

Майданчик виконання досліджень з використанням георадара включав в себе проїжджу частину і пішохідний тротуар пр. Д. Яворницького в районі його перетину з пр. Гагаріна з боку Гуртожитку №2 НТУ «Дніпровська політехніка». У Графічному додатку 1 показано розташування профілів георадарних досліджень. Для прив'язки результатів використовувалася єдина умовна система координат (див. Графічний Додаток 1).

В процесі виконання георадарних зондувань для профілів, що показано в графічному додатку 1 синім кольором, була забезпечена глибина зондування 7 м (вимірювання з антеною з центральною частотою 250 МГц), для профілів, що показано зеленим кольором – 1,7 м (вимірювання з антеною з центральною частотою 800 МГц) (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Технологія георадарної зйомки

Спостереження записувалися і зберігалися у внутрішній пам'яті блоку обробки і візуалізації даних георадара. Посилення, параметри фільтрації і обробки радіохвильових імпульсів вибиралися таким чином, щоб забезпечити максимальне збільшення корисного сигналу в порівнянні з фоном і різними перешкодами для умов даної території.

4.3 Обробка даних

Камеральні роботи з дешифрування георадарних профілів проводилися із застосуванням програмного комплексу обробки даних георадіолокації GROUND VISION, а також з використанням авторських програмних розробок. Обробка георадіолокаційних зондувань проводилася по графу обробки однаково для всіх профілів. Метою обробки є перетворення георадіолокаційних даних в розріз, що відображає всі геологічні та техногенні неоднорідності ґрунтового масиву, що залягають до досліджуваної глибини. За допомогою різноманітних прийомів завади послаблюються, а корисний сигнал підсилюється.

При інтерпретації на розрізах виділялися аномальні області, характерні для локальних неоднорідностей в ґрунті. Так, області підвищеної вологості характеризуються зниженим питомим електричним опором і підвищеним поглинанням електромагнітного поля, для розуцільнених зон характерна втрата кореляції відбитого електромагнітного сигналу.

При геологічній інтерпретації використовуються основні положення методики, розробленої в сейсмозв'язці для методу t_0 , що отримала назву сеймостратиграфія.

При відсутності геологічних даних про розрізі інтерпретація радарограмм може проводитися тільки на якісному рівні.

Перед початком інтерпретації необхідно переконатися в тому, що відображають горизонти на радарограмме є однократними відображеннями. Основною ознакою багаторазових відображень є кратне збільшення часу

приходу відбитої хвилі. У разі нахилу відбиває кордону з номером кратності буде збільшуватися нахил багаторазових відображень.

При проведенні георадарних досліджень з ненаправленої антенами на радарограмах можуть фіксуватися інтенсивні повітряні відображення (віддзеркалення від об'єктів, що знаходяться в повітрі - стовпи, дерева, будинки). При наявності підозр на повітряні відображення необхідно по годографом дифрагированих хвиль оцінити швидкість (30 см / нс), відстань до об'єкта, і виключити їх з розгляду. Очевидно, що наявність кратних і повітряних хвиль-перешкод перевіряється по всій системі профілів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ВИСНОВКИ

В ході виконання інтерпретації геофізичних даних з метою виявлення ділянок ймовірного розвитку розущільнених зон і зон підвищеної вологості ґрунтового масиву, на території прилеглої до аварійної будівлі гуртожитку №2 НТУ «Дніпровська політехніка» на розі проспектів Гагаріна і Дмитра Яворницького в м. Дніпро, отримано наступні результати і висновки.

Результати георадарних зондувань.

У Графічному Додатку 2 наведено результати георадарних зондувань до глибини 7 м (вимірювання з антеною з центральною частотою 250 МГц).

У Графічному Додатку 3 наведено результати георадарних зондувань до глибини 1,7 м (вимірювання з антеною з центральною частотою 800 МГц).

Нижче наведено опис результатів інтерпретації георадарних досліджень.

Георадарні зондування до глибини 7 м (Графічний Додаток 2).

Роботи виконано по 4 профілях, трьох – уздовж пр. Д. Яворницького та одного їм перпендикулярного – уздовж пр. Гагаріна (див. Графічний Додаток 1, сині профілі).

Для профілів 2 і 3 характерна загальна закономірність – збільшення поглинання електромагнітного поля в інтервалі пікетів 100-235 м, що свідчить про зменшення опору і ймовірно збільшенні вологості ґрунтового масиву. Для профілю 1 ця закономірність також присутня, але проявляється значно слабше. Можна припустити, що за ступенем вологості ґрунтовий масив вздовж профілю 1 знаходиться в більш однорідному стані.

На профілях 2 і 3 в інтервалі пікетів 100-120 відзначається аномалія, пов'язана, судячи з усього, з комунікаціями вздовж пр. Гагаріна.

На профілі 4 в інтервалі пікетів 25-45 визначено аномалію, ймовірно пов'язану з порушенням суцільності ґрунтового масиву в процесі прокладці комунікацій.

Контрастність зазначених аномалій не дозволяє говорити про наявність розуцільнених зон уздовж зазначених профілів.

Георадарні зондування до глибини 1,7 м (Графічний Додаток 3).

Роботи виконані по 4 профілях уздовж пр. Д. Яворницького (див. Графічний Додаток 1, зелені профілі). Дані роботи виконувалися з використанням більш високочастотної антени, що дозволяє забезпечити більшу роздільну здатність для уточнення розвитку зони осідання ґрунту в районі аварійної будівлі. Профілі 1 і 2 розташовувалися на проїжджій частині, профілі 3 і 4 на пішохідному тротуарі, при цьому профіль 4 пройдено безпосередньо вздовж стіни аварійного будинку Гуртожитку №2.

Для профілів 1 і 2 характерний однорідний рисунок радарограмм. У поверхневому шарі проїжджої частини до глибини 1,5-1,7 м відсутні суттєві неоднорідності ґрунтового масиву.

Інший характер радарограмм за профілями уздовж пішохідної частини. Так, на 4 профілі в інтервалі пікетів 110-125 у верхній частині розрізу відзначається яскрава аномалія, пов'язана з бетонуванням аварійної ділянки. У цьому ж інтервалі пікетів, але на більшій глибині, відзначається аномалія втрати кореляції електромагнітних відображень, обумовлена засипаною порожниною, яка склалася в результаті осідання ґрунту.

Необхідно відзначити, що вздовж цього профілю відзначається ряд зон втрати кореляції електромагнітних відображень, можливо пов'язаних з наявністю розуцільнених зон в районі фундаменту Гуртожитку №2 з боку пр. Д. Яворницького, а саме: пікет 130, 140-147, 153-155, 173-177, 183-191. Для уточнення природи зазначених аномальних зон і визначення стану фундаменту необхідно виконати проходку шурфів.

На профілі 3 знайшли, головним чином, відображення при поверхневій комунікації (колодязі) - пікет 157, 165. Виняток становить аномалія втрати кореляції в районі пікетів 110-117, природа якої, ймовірно, аналогічна

аномалії на 4 профілі в інтервалі пікетів 110-125 – закінчення засипаної порожнини, що сформувалася в результаті осідання ґрунту.

Результати електротомографії

Профілем 1 електротомографії встановлено (Графічний Додаток 4), що починаючи з пікету 110 і далі до кінця профілю спостерігається пониження питомого електричного опору на всю глибину розрізу, що свідчить про збільшенні вологості ґрунтового масиву. Цей висновок підтверджується і георадарними зондуваннями до глибини 7 м по профілям 2 і 3.

1.Адміністративно досліджувана ділянка аварійної будівлі гуртожитку №2 Національного університету «Дніпровська політехніка» відноситься до Соборного району м. Дніпро і розташована на розі проспектів Гагаріна і Яворницького,17 (креслення 1 графічних додатків).

2. В геоморфологічному відношенні ділянка приурочена до вододільного плато та при- вододільного схилу правобережжя ріки Дніпро. Рельєф спланований насипними ґрунтами, має загальний уклін в південно-східному напрямку. Абсолютні відмітки денної поверхні (по гирлам свердловин) змінюються від 116.35м до 125.75м (Балтійська система висот).

3. З несприятливих фізико-геологічних процесів і явищ слід відзначити наявність в верхній частині геологічного розрізу лесових ґрунтів, здатних при замочування до просідання, а також інженерну діяльність людини (зношеність водовмісних старих мереж та прокладання нових, риття траншей без виконання водозахисних заходів і таке ін.).

4.Відповідно до даних, приведених у ДСТУ-Н В.1.1-27:2010, згідно архітектурно-будівельного районування території України, м. Дніпро знаходиться у II кліматичному районі - Південно-Східному (Степовому) (див. розділ 1.3 тексту).

5.Геологічний розріз досліджуваної ділянки вивчений до глибини 21.0м і представлений комплексом четвертинних елювіально-делювіальних (ed,

шари 3,5,7), еолово-делювіальних (vd, шари 4,6) і делювіальних (d I, шар 8) відкладень, з денної поверхні перекритих повсюдно сучасними техногенними насипними (t IV, шар 1) і локально ґрунтово-рослинними (e IV, шар 2) ґрунтами. Геологічна будова досліджуваної ділянки ілюструється інженерно-геологічними розрізами (креслення 2 графічних додатків).

6. Гідрогеологічні умови до глибини 21.0м характеризуються наявністю одного безнапірного водоносного горизонту, приуроченого до четвертинних відкладень. Сталий рівень підземних вод зафіксовано в свердловині №1 (жовтень 2019р.) на глибині 20.5м (абс.відм.103.80м) від існуючої денної поверхні (креслення 2 графічних додатків).

7. Досліджувана товща ґрунтів за номенклатурними ознаками і властивостями, згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96, розділена на 12 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ), у межах яких товща є статистично однорідною за складом й властивостями. Нумерація ІГЕ відповідає нумерації виділених шарів.

В зв'язку з наявністю зони замочування на два інженерно-геологічних елементи кожний розділені такі ґрунти: суглинки (шари 3,5), супіски (шари 4,6): – твердої консистенції - ІГЕ-3-6, що залягають за межами зони замочування; м'якопластичної і пластичної консистенції - ІГЕ-3а,4а,5а,6а – в зоні замочування та нижче рівня підземних вод (ІГЕ-6а-сврд.№1).

Окремі значення й статистичні параметри характеристик фізико-механічних властивостей ґрунтів приведені у текстовому додатку 2, нормативні та розрахункові показники - в табличних додатках 1-6, розрахункові - в таблиці 1 креслення 2 графічних додатків.

8. Лесові ґрунти ІГЕ-3-7 знаходяться в твердому стані і при замочуванні проявляють просідні властивості як при додаткових навантаженнях, так і при тиску від власної ваги ґрунту.

Сумарна величина просідання маловологої лесової товщі при тиску від власної ваги ґрунту становить 34.33см. Досліджувана ділянка відноситься до другого типу ґрунтових умов за просіданням.

9. Категорія складності інженерно-геологічних умов – третя.

10. В ході проведених досліджень встановлені **зони замочених ґрунтів (ІГЕ-3а,4а,5а,6а)**, розташовані в районі аварійної частини будівлі гуртожитку, а також біля південно-східної частини будівлі (креслення 1 графічних додатків).

Візуальний опис ґрунтів і лабораторні дослідження природної вологості по відібраним пробам з усіх пробурених свердловин поза зоною замочування мають природну вологість майже вдвічі менше, ніж в зафіксованій зоні обводнення. Наявність замочених зон свідчать про техногенний вплив на ґрунти зони аерації - витік води з водогінних мереж, порушення асфальтного покриття та ін.

11. Деформації існуючої будівлі сталися в результаті нерівномірної просадки лесових ґрунтів (ІГЕ-3-6) в основі фундаментів. Нерівномірна величина просідання ґрунтів пов'язана з різним ступенем обводнення ґрунтів. Лесові ґрунти в нинішньому стані (на теперішній час) не повністю втратили здатності до просідання і при тривалих і аварійних ситуаціях, пов'язаних з новим обводненням цих ґрунтів, можливі подальші деформації будівлі.

12. Для ліквідації причин деформації будинку і недопускання відновлення прояву їх в майбутньому необхідно виконати:

I. Водозахисні заходи:

- провести ревізію і ремонт всіх трас каналізації та водопроводу, прокладених навколо будинку, а також безпосередньо в котельні;

- ліквідувати шурфи, розташовані по тротуару просп. Яворницького, шляхом засипки привозним суглинистим ґрунтом з якісним ущільненням до щільності сухого ґрунту 1.65 г/см^3 ;

- відремонтувати навколо будинку вимощення шириною не менше 2.0м;

- суворо дотримуватися норм і правил експлуатації водогінних мереж, вести за їх станом постійний контроль.

II.Провести тривалі **геодезичні спостереження** за деформаціями будинку до повної їх стабілізації.

III.Розробити **проект ремонту** будівлі з використанням отриманих даних фізико-механічних і просідних властивостей ґрунтів.

13.Нормативна глибина сезонного промерзання суглинистих ґрунтів, на підставі п.7.5 ДБН В.2.1-10-2009, для м. Дніпро становить - 0.79м.

14.Згідно ДБН В.1.1-12:2014 інтенсивність сейсмічного впливу у м. Дніпро, на основі карт загального сейсмічного районування (ОСР-2004) становить: по картах А і В - 5 балів, по карті С – 6 балів.

Категорія верхньої 10-ти метрової товщі ґрунтів по сейсмічним властивостям, згідно табл.5.1 ДБН В.1.1-12:2014 – II.

15.Порядкові номери по розподілу ґрунтів на групи в залежності від складності розробки вручну або відповідними механізмами необхідно прийняти згідно пунктам ДСТУ Б Д.2.2-1-2012.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

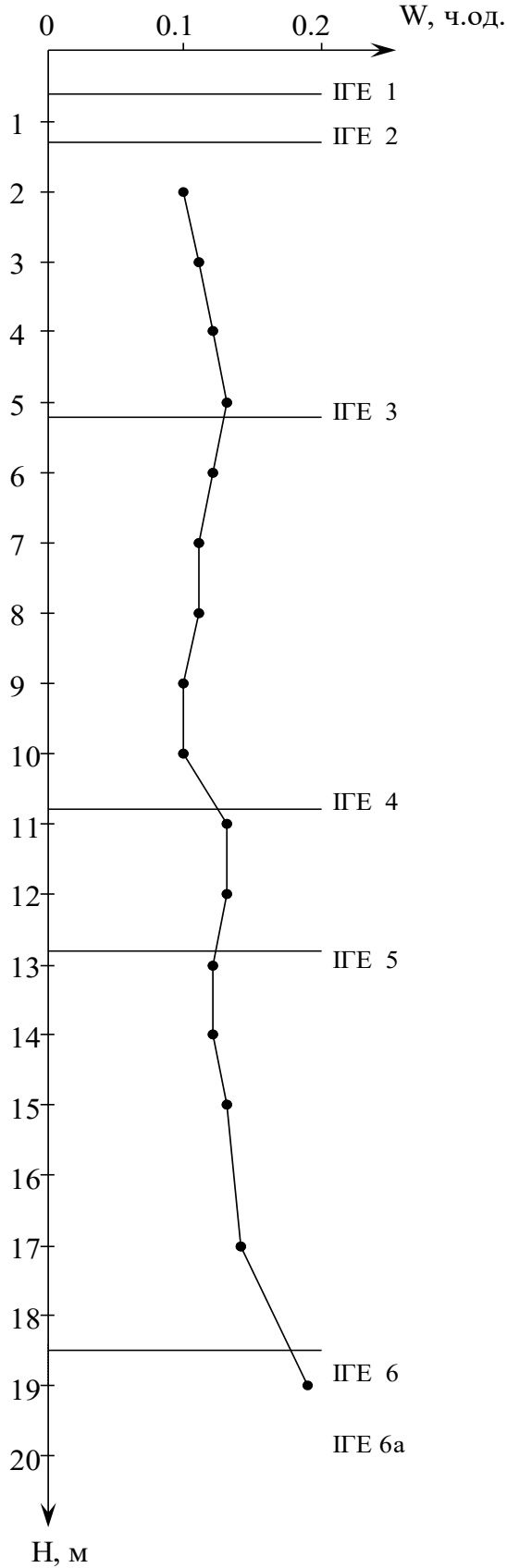
- [1] ДБН А.2.1-1-2014. Інженерно-геологічні дослідження для будівництва.
- [2] Инструкция по электроразведке/ М-во геологии СССР. – Л.: Недра, 1984. – 352 с.
- [3] Методические рекомендации по изучению напряженно-деформированного состояния горных пород методом ЕИЭМПЗ / Кузнецов И.В., Колесников В.Я., Осыкин М.К., Лущик А.В. – Симферополь, УкрГИМР, 1991, 36 с.
- [4] Патент № 8085, Україна, МПК G 01V 3/08. Спосіб виявлення геодинамічних зон в масиві гірничих порід [Текст] / Й.С. Білий, В.Я. Кириченко, Г.М. Стівас, А.В. Шмиголь; заявник і патентовласник Й.С. Білий, В.Я. Кириченко, Г.М. Стівас, А.В. Шмиголь – u 94176052; заявл. 05.07.94; опубл. 26.12.1995, Бюл. № 4 / 1995.
- [5] Патент № 64221, Україна, МПК G01V 3/08. Спосіб виділення на площі ділянок неоднорідної будови ґрунтового масиву [Текст] / Й.С. Білий, М.М. Довбніч, Г.П. Кузіна, Г.М. Стівас; заявник і патентовласник УкрДГРІ. – u 2003042907; заявл. 03.04.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2/2004
- [6] А.с. № 1766182, СССР, Способ прогноза геодинамических зон в массиве горных пород [Текст] / И.С. Белый, А.Б. Посудиевский, Г.М. Стівас № 1766182; Бюл. № 22 от 20.04.90.
- [7] Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах / Томск, Изд-во томского университета, 1980, 211 с.
- [8] Ковалев О.В., Мещеряков, В.В., Емановская Ю.Н. Регистрация электромагнитного излучения в процессе деформирования и разрушения соляных пород. / «Геофизические исследования на калийных и каменносолевых месторождениях», Л., 1983 г.
- [9] Соболев Г.А., Демин В.М. Майбук Ю.А. Явление генерация природными полиметаллическими рудными телами импульсного электромагнитного излучения . Открытие № 267 от 25.12.1983 г., Б.И. № 22, 1984 г.
- [10] Объект 8510."Звіт про інженерно-геологічні та геофізичні вишукування для надання висновків про геологічні процеси, що відбуваються в районі перехрестя просп. Дмитра Яворницького та просп. Гагаріна (кошти міського бюджету) (Код ДК 021:2015: 71510000-6 - Послуги у сфері інженерно-геологічних вишукувань). Книга 1 - інженерно-геологічні вишукування". "УКРНДПНТВ ", 2019.
- [11] Объект 8510."Звіт про інженерно-геологічні та геофізичні вишукування для надання висновків про геологічні процеси, що відбуваються в районі перехрестя просп. Дмитра Яворницького та просп. Гагаріна (кошти міського бюджету) (Код ДК 021:2015: 71510000-6 - Послуги у сфері

інженерно-геологічних вишукувань). Книга 2 - геофізичні вишукування. "УКРНДІПНТВ ", 2019.

- [12] Loke M.H. Time-lapse resistivity imaging inversion. 5th Meeting of the Environmental and Engineering Geophysical Society European Section Proceedings. Em1. – 1999.

Текстовий додаток 1

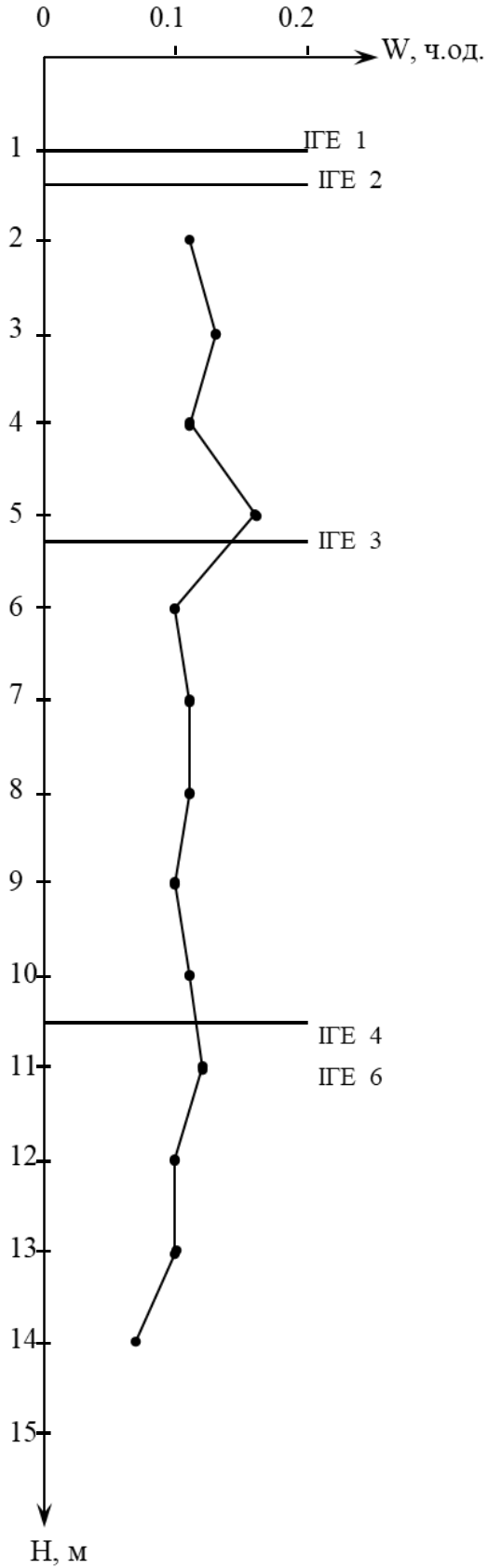
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 1



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 1	3	2,0	0,10
		3,0	0,11
		4,0	0,12
		5,0	0,13
	4	6,0	0,12
		7,0	0,11
		8,0	0,11
		9,0	0,10
	5	10,0	0,10
		11,0	0,13
	6	12,0	0,13
		13,0	0,12
		14,0	0,12
	6а	15,0	0,13
		17,0	0,14
	6а	19,0	0,19

Текстовий додаток 2

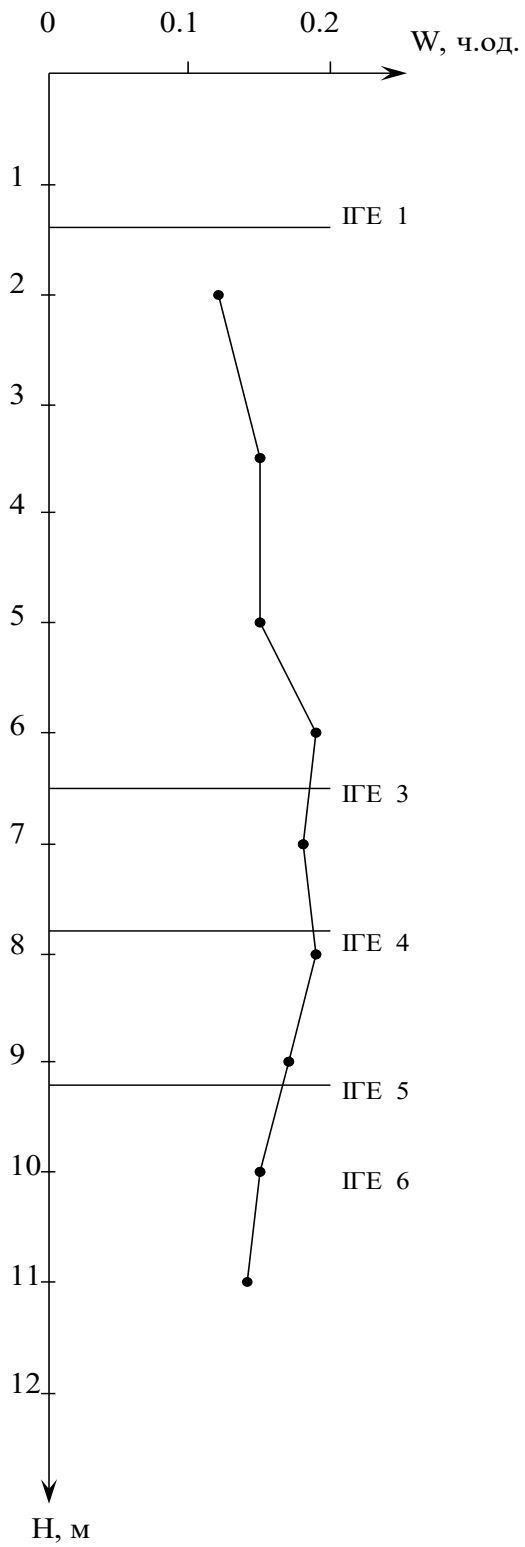
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 2



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.	
Свердловина 2	3	2,0	0,11	
		3,0	0,13	
		4,0	0,11	
	4	5,0	0,16	
		6,0	0,10	
		7,0	0,11	
		8,0	0,11	
		9,0	0,10	
	6	10,0	0,11	
		11,0	0,12	
		12,0	0,10	
		13,0	0,10	
			14,0	0,07

Текстовий додаток 3

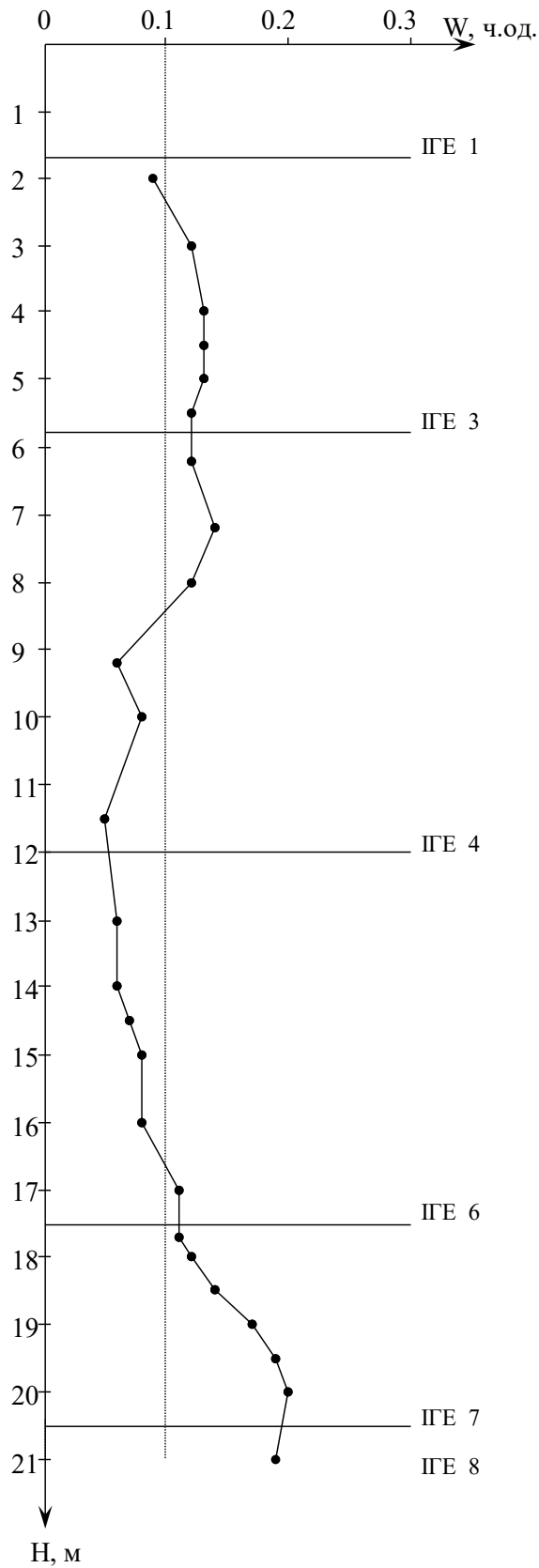
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 3



Вид и номер виробки	Номер ПГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 3	3	2,0	0,12
		3,5	0,15
		5,0	0,15
	4	6,0	0,19
		7,0	0,18
	5	8,0	0,19
		9,0	0,17
	6	10,0	0,15
		11,0	0,14

Текстовий додаток 4

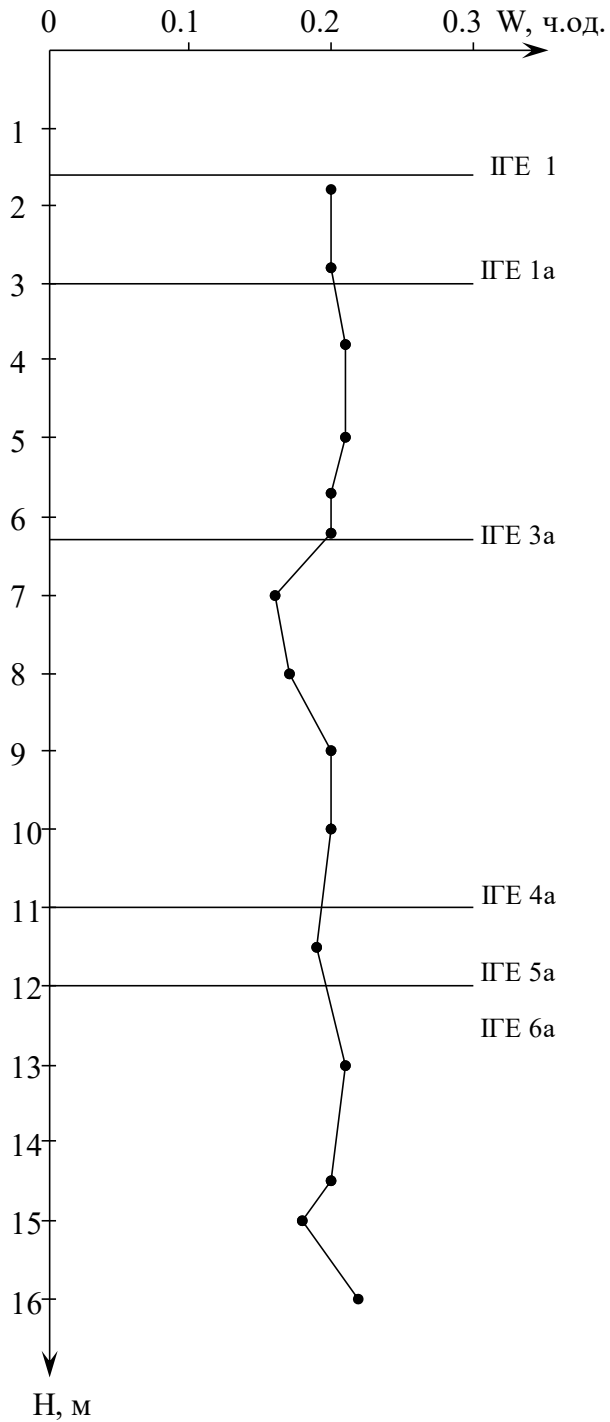
Графік зміни природної вологості з глибиною по свердловині 4



Вид и номер виробки	Номер ГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W , ч.од.
Свердловина 4	3	2,0	0,09
		3,0	0,12
		4,0	0,13
		4,5	0,13
		5,0	0,13
	4	5,5	0,12
		6,2	0,12
		7,2	0,14
		8,0	0,12
		9,2	0,06
		10,0	0,08
	6	11,5	0,05
		13,0	0,06
		14,0	0,06
		14,5	0,07
		15,0	0,08
	7	16,0	0,08
		17,0	0,11
		17,7	0,11
		18,0	0,12
		18,5	0,14
8	19,0	0,17	
	19,5	0,19	
	20,0	0,20	
8	21,0	0,19	

Текстовий додаток 5

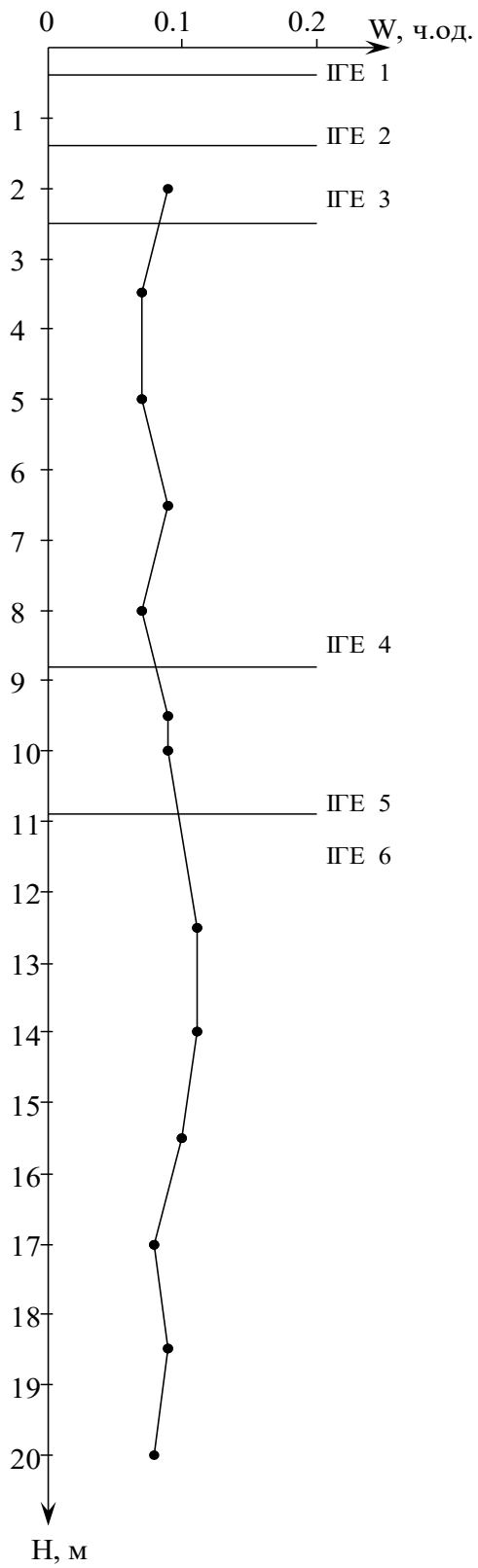
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 5



Вид и номер виробки	Номер ПГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 5	1а	1,8	0,20
		2,8	0,20
	3а	3,8	0,21
		5,0	0,21
		5,7	0,20
		6,2	0,20
	4а	7,0	0,16
		8,0	0,17
		9,0	0,20
		10,0	0,20
	5а	11,5	0,19
	6а	13,0	0,21
		14,5	0,20
		15,0	0,18
		16,0	0,22

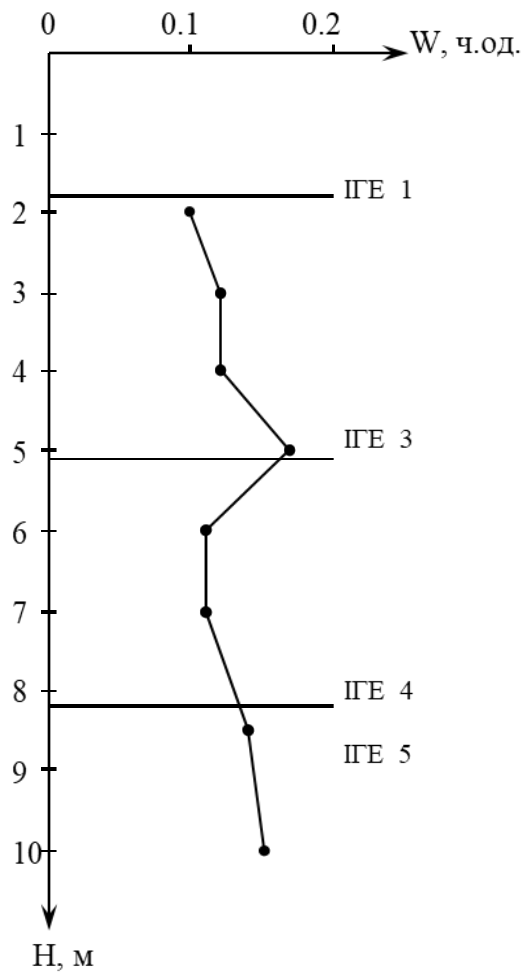
Текстовий додаток 6

Графік зміни природної вологості з глибиною по свердловині 6



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 6	3	2,0	0,09
	4	3,5	0,07
		5,0	0,07
		6,5	0,09
		8,0	0,07
	5	9,5	0,09
		10,0	0,09
	6	12,5	0,11
		14,0	0,11
		15,5	0,10
		17,0	0,08
		18,5	0,09
		20,0	0,08

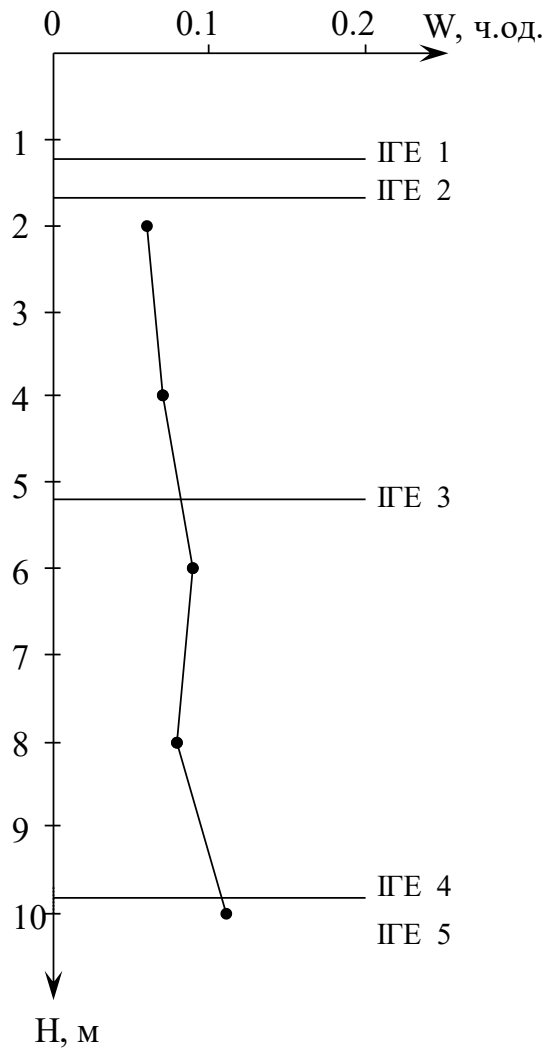
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 7



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 7	3	2,0	0,10
		3,0	0,12
		4,0	0,12
		5,0	0,17
	4	6,0	0,11
		7,0	0,11
	5	8,5	0,14
		10,0	0,15

Текстовий додаток 8

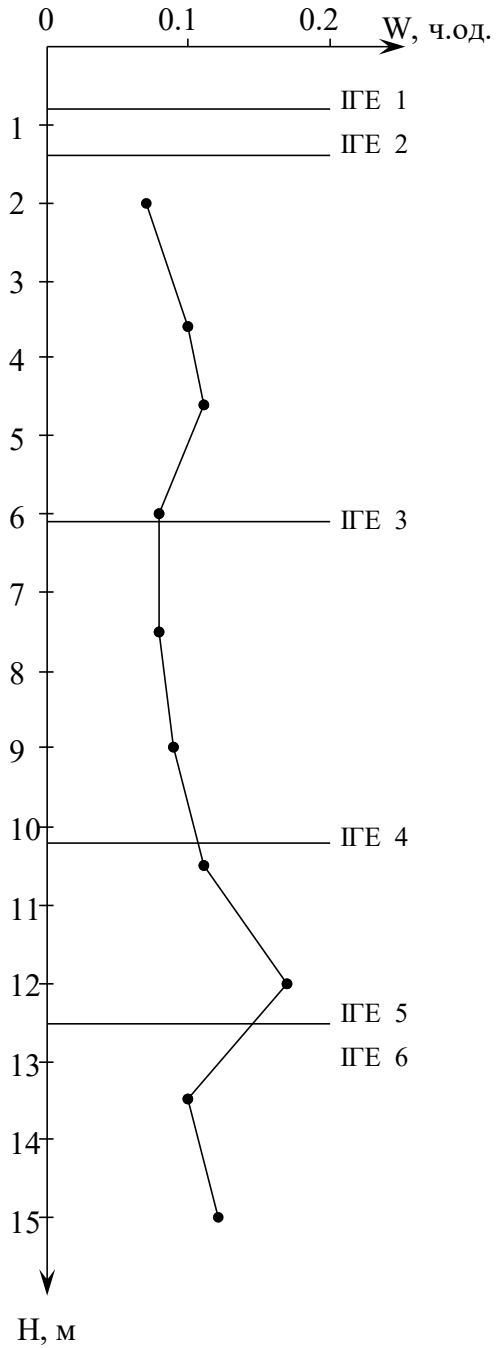
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 8



Вид и номер виробки	Номер ПЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 8	3	2,0	0,06
		4,0	0,07
	4	6,0	0,09
		8,0	0,08
	5	10	0,11

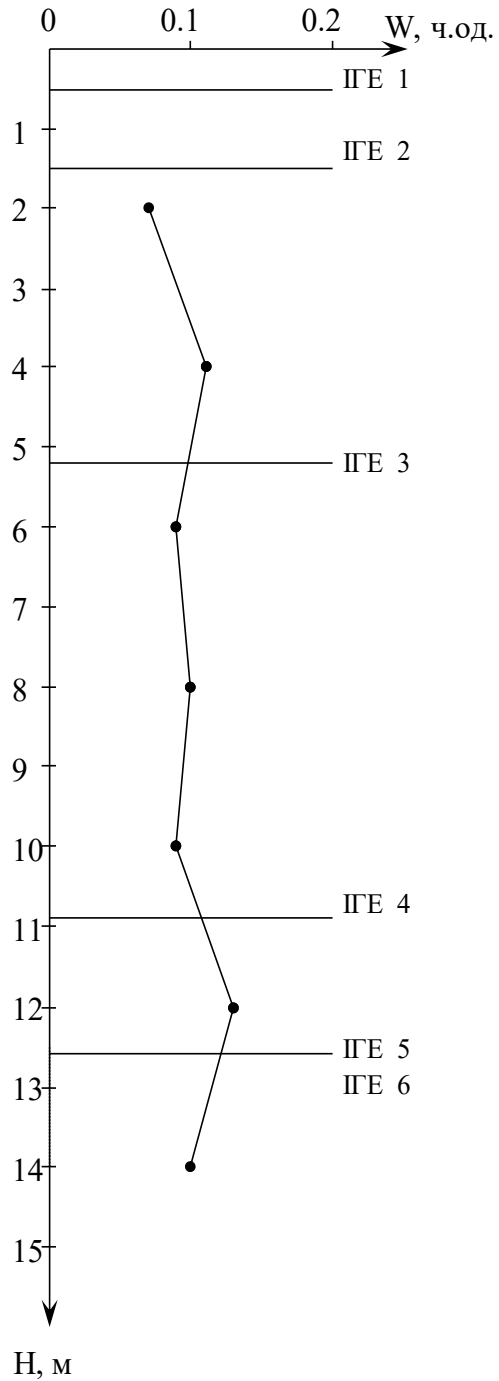
Текстовий додаток 9

Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 9



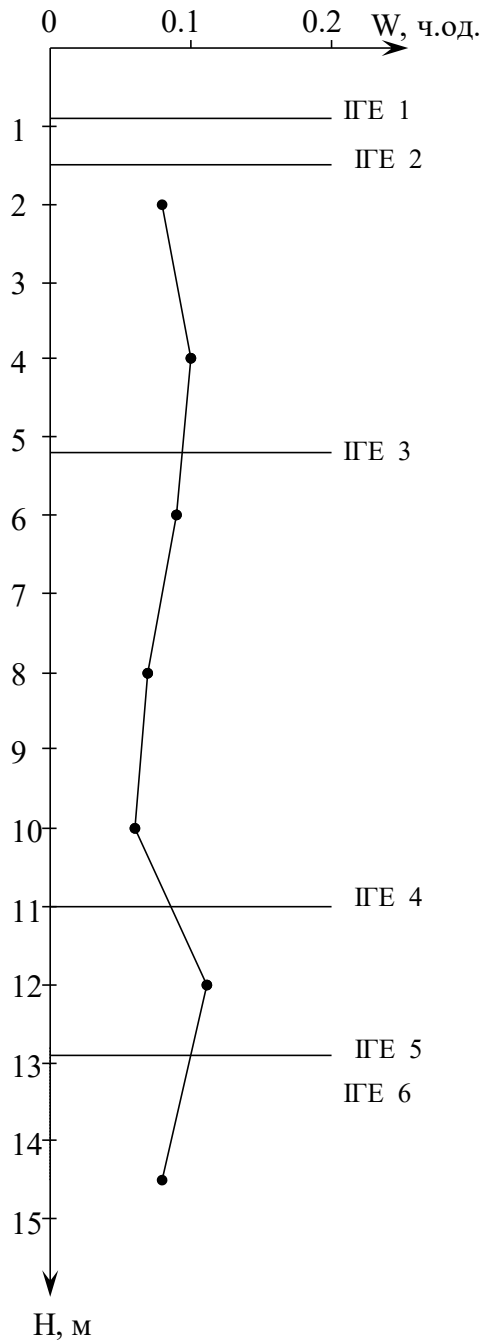
Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 9	3	2,0	0,07
		3,6	0,10
		4,6	0,11
		6,0	0,08
	4	7,5	0,08
		9,0	0,09
	5	10,5	0,11
		12,0	0,17
	6	13,5	0,10
		15,0	0,12

Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 10



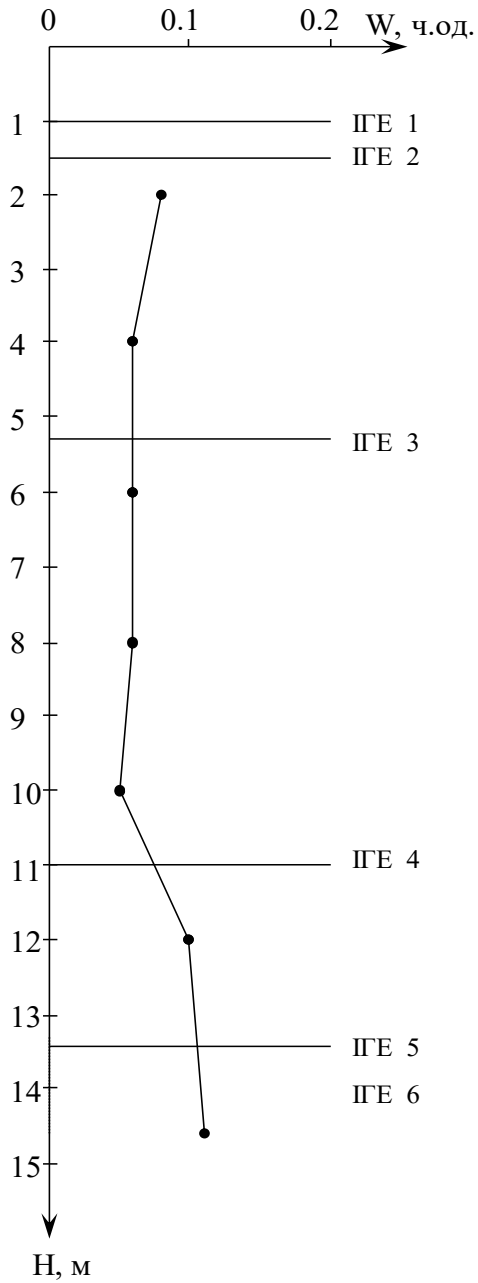
Вид и номер виробки	Номер ПГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 10	3	2,0	0,07
		4,0	0,11
	4	6,0	0,09
		8,0	0,10
		10,0	0,09
	5	12,0	0,13
6	14,0	0,10	

Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 11



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 11	3	2,0	0,08
		4,0	0,10
	4	6,0	0,09
		8,0	0,07
		10,0	0,06
	5	12,0	0,11
6	14,5	0,08	

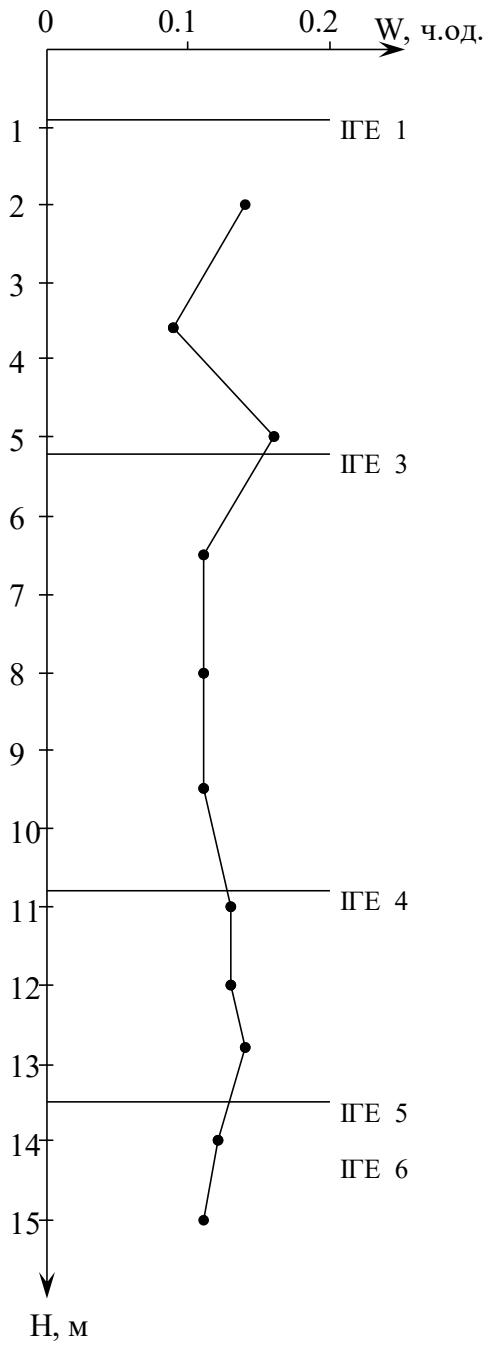
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 12



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.о.д.
Свердловина 12	3	2,0	0,08
		4,0	0,06
	4	6,0	0,06
		8,0	0,06
		10,0	0,05
	5	12,0	0,10
6	14,6	0,11	

Текстовий додаток 13

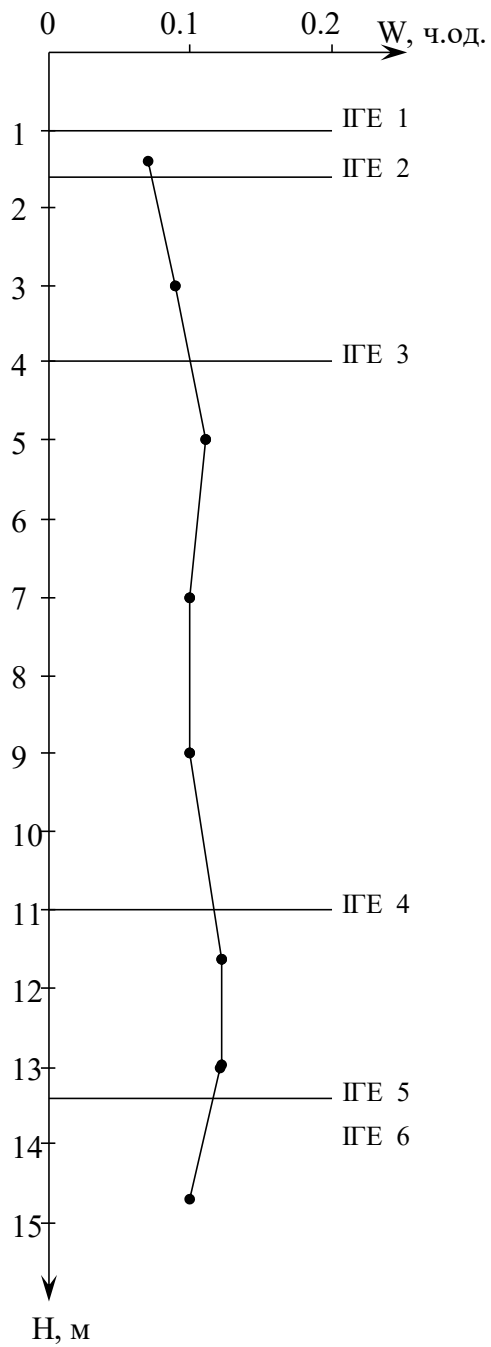
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 13



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 13	3	2,0	0,14
		3,6	0,09
		5,0	0,16
	4	6,5	0,11
		8,0	0,11
		9,5	0,11
	5	11,0	0,13
		12,0	0,13
		12,8	0,14
	6	14,0	0,12
		15,0	0,11

Текстовий додаток 14

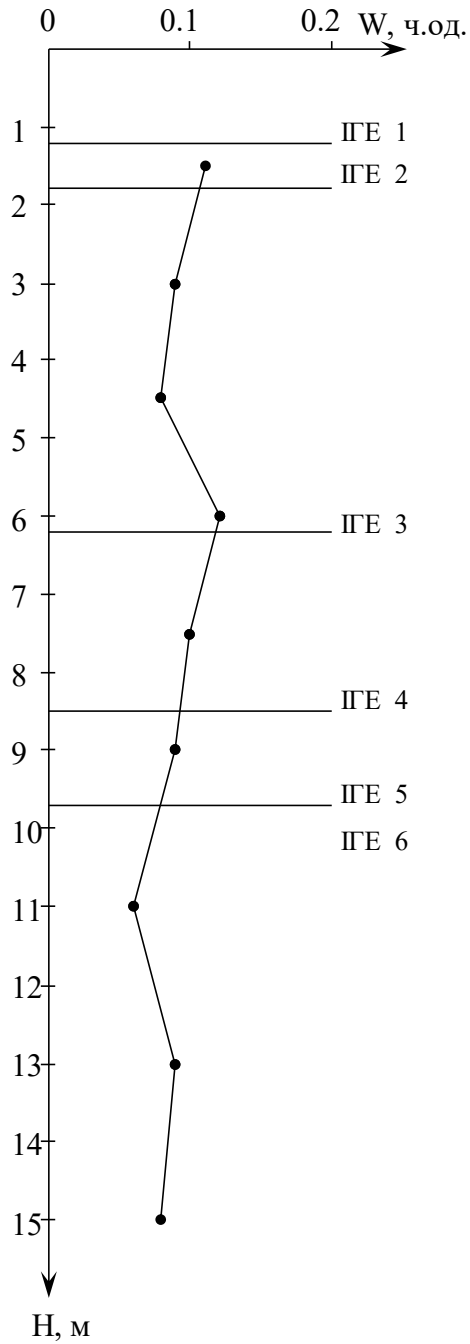
Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 14



Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 14	2	1,4	0,07
	3	3,0	0,09
	4	5,0	0,11
		7,0	0,10
		9,0	0,10
	5	11,5	0,12
		13,0	0,12
	6	14,7	0,10

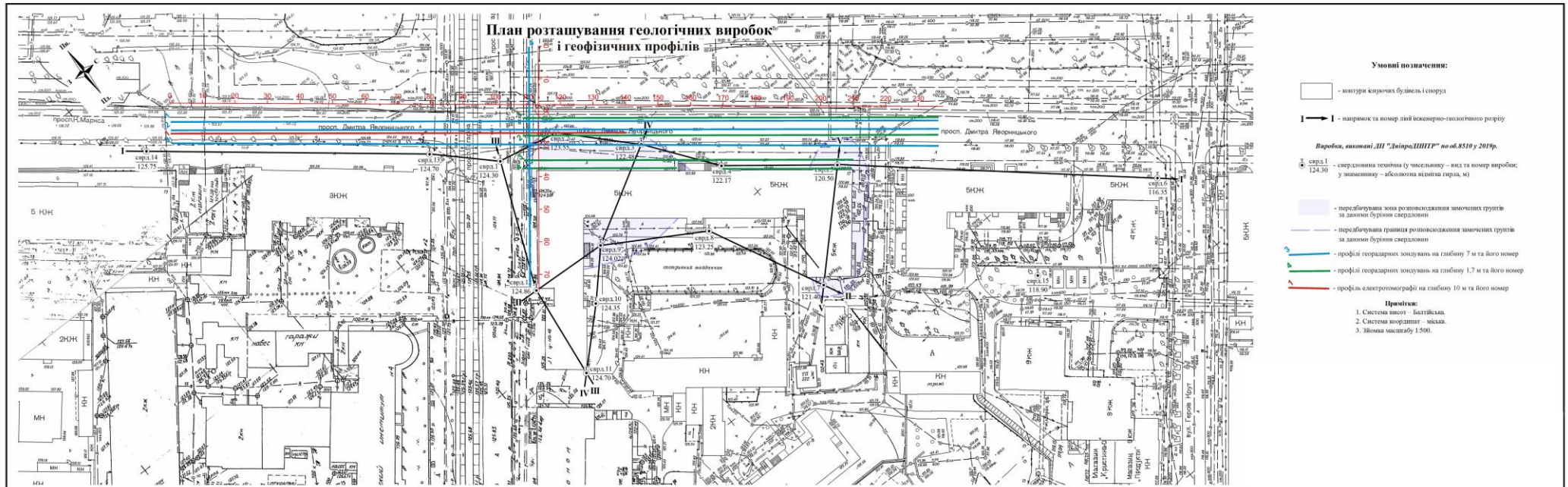
Текстовий додаток 15

Графік зміни природної вологості
з глибиною по свердловині 15

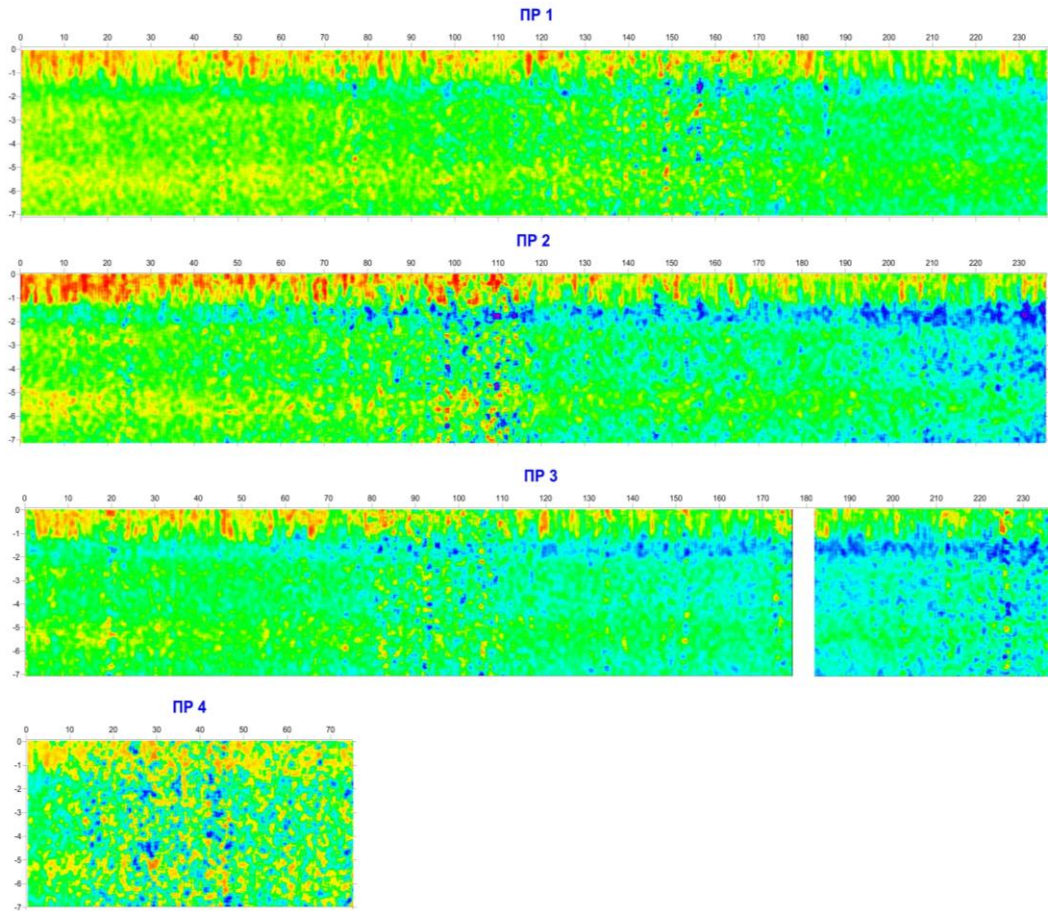


Вид и номер виробки	Номер ІГЕ	Глибина відбору, м	Природна вологість, W, ч.од.
Свердловина 15	2	1,5	0,11
	3	3,0	0,09
		4,5	0,08
		6,0	0,12
	4	7,5	0,10
	5	9,0	0,09
	6	11,0	0,06
		13,0	0,09
		15,0	0,08

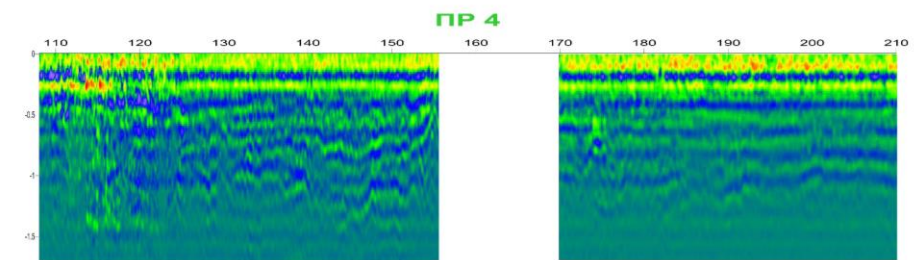
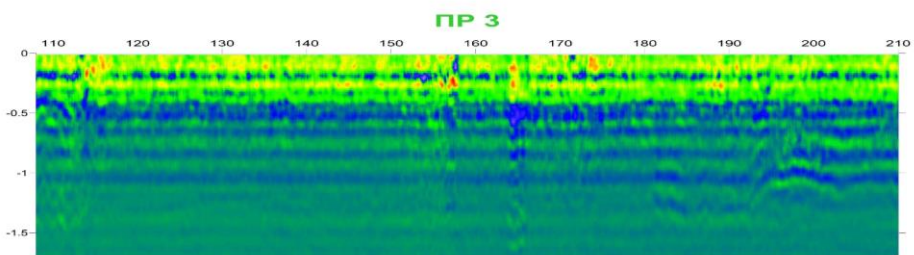
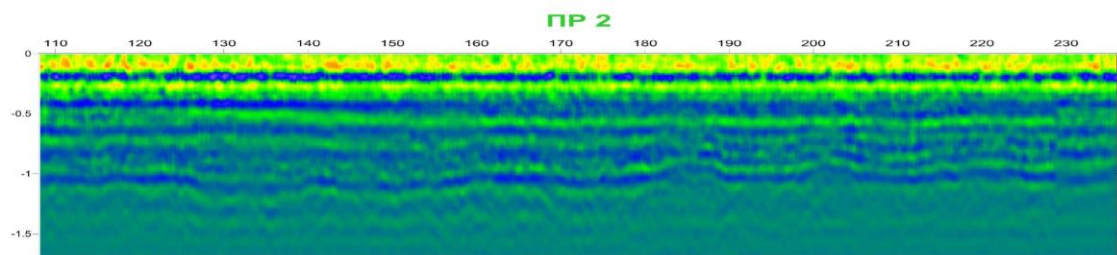
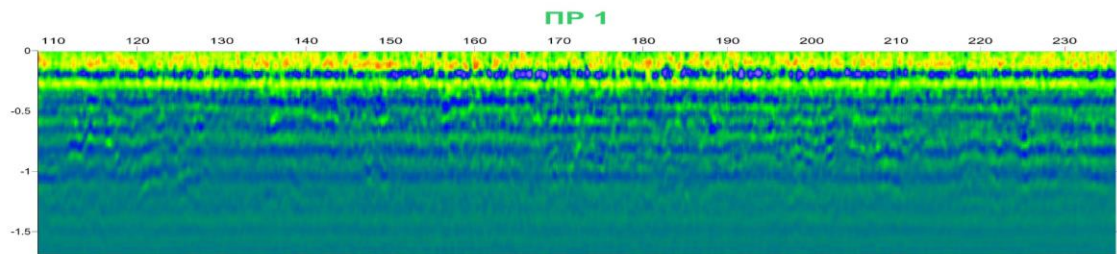
ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 1. ПЛАН РОЗТАШУВАННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ВИРОБОК І ГЕОФІЗИЧНИХ ПРОФІЛІВ



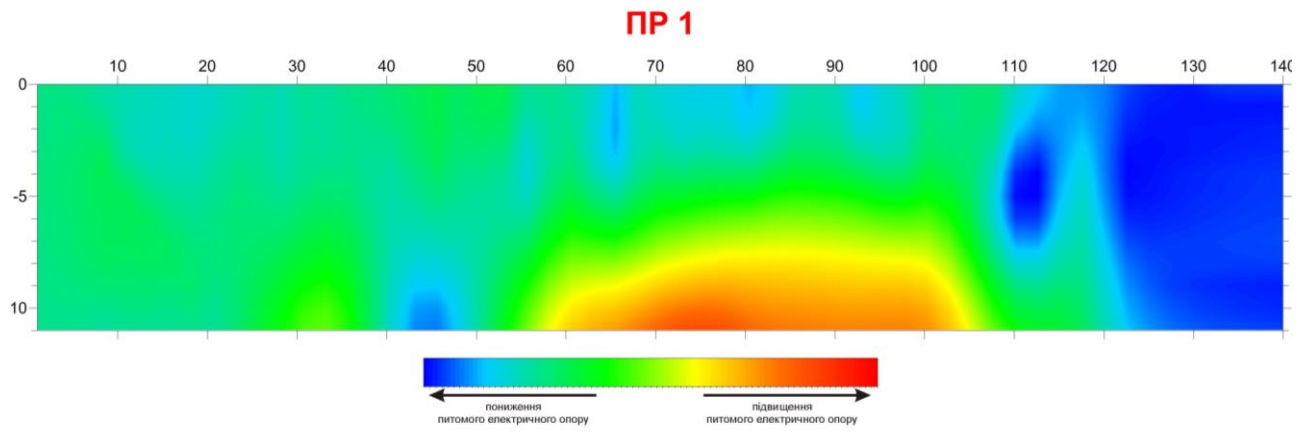
ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 2. РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОРАДАРНИХ ЗОНДУВАНЬ ДО ГЛИБИНИ 7 М



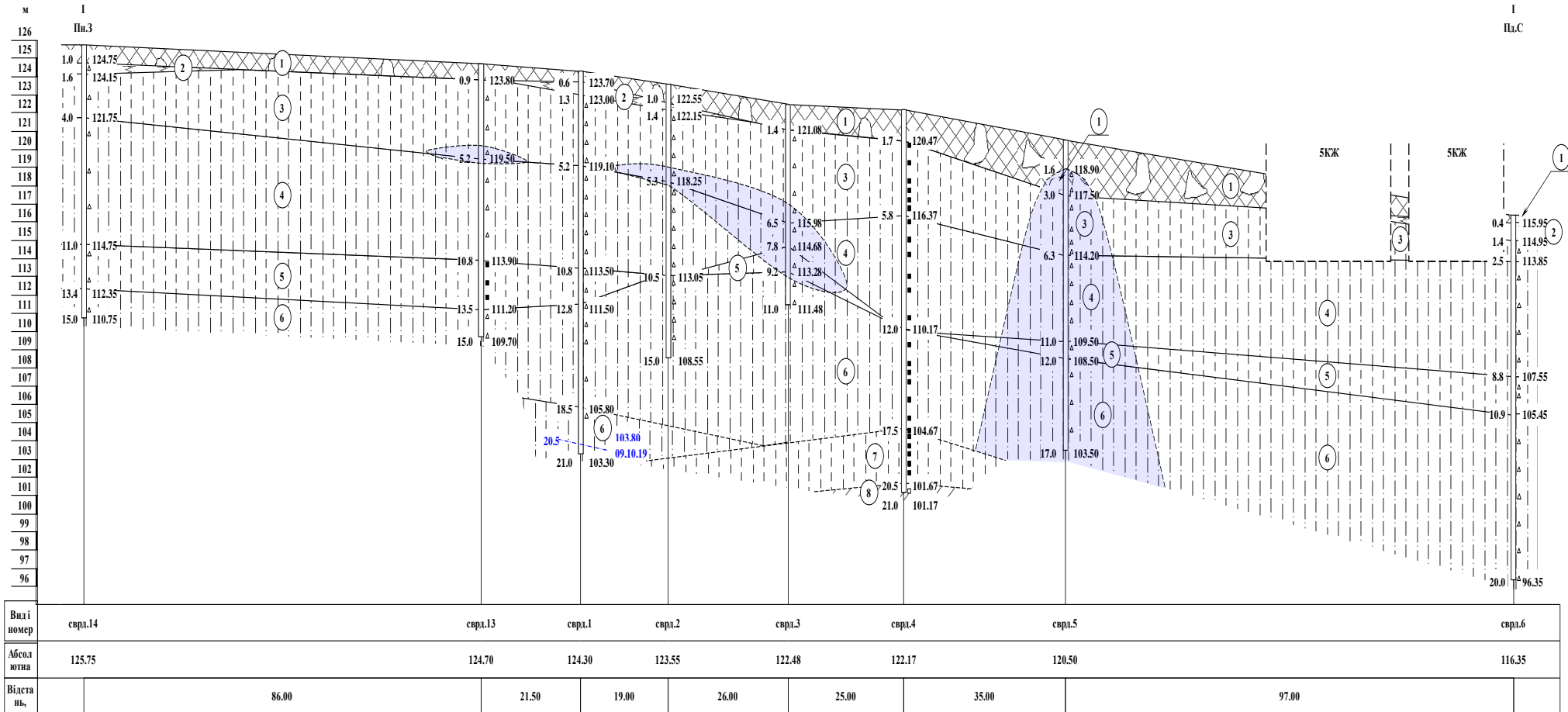
ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 3. РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОРАДАРНИХ ЗОНДУВАНЬ ДО ГЛИБИНИ 1,7 М






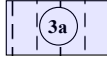
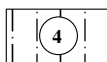

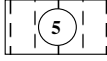
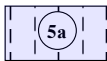
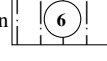
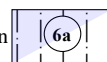
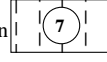
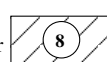

ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕЛЕКТРОТОМОГРАФІЇ ДО
ГЛИБИНИ 10 М




ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 5. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ

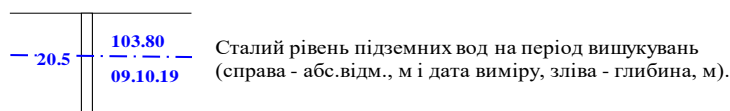


Умовні позначення до графічного додатку 5

- t IV  Насипні ґрунти – з денної поверхні асфальт на шлаково-щебенистій підсипці, потім суміш суглинків і супісків лесових з ґрунтово-рослинним шаром, темно-сірих, бурих, тверда, з включенням битої цегли, щебеню, шлаку, кусків бетону вмістом 5-15%, на окремих ділянках до 30-40%.
- t IV  Насипні ґрунти – суміш суглинків і супісків лесових з ґрунтово-рослинним шаром, темно-сірих, бурих, туго-м'якопластичної консистенції, з включенням битої цегли, щебеню, шлаку, кусків бетону вмістом 5-15%, на окремих ділянках до 30-40%.
- e IV  Ґрунтово-рослинні ґрунти - суглинки бурі, чорні, тверді, з корінням рослин, з ходами землерийв, заповнених гумусом.
- ed III pc+df  Суглинки лесові, бурувато-жовті, тверді, легкі пилуваті, високопористі, просідаючі, з прожилками карбонатів, з про-шарками супісків, в покрівлі шару з ходами землерийв, заповненими гумусом.
- ed III pc+df  Зона замочених ґрунтів - суглинки лесові, бурувато-жовті, м'якопластичні, легкі пилуваті, з про-жилками карбонатів, з прошарками супісків, в покрівлі шару з ходами землерийв, заповненими гумусом.
- vd III bg  Супіски лесові, сірувато-жовті, бурувато-жовті, пилуваті, тверді, низькопористі, просідаючі, з про-жилками карбонатів і прошарками суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- vd III bg  Зона замочених ґрунтів - супіски лесові, сірувато-жовті, бурувато-жовті, пилуваті, пластичні, з про-жилками карбонатів і прошарками суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- ed III-II pl+kd  Суглинки лесові, жовтувато-бурі до бурих, легкі пилуваті, тверді, низькопористі, просідаючі, з про-жилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- ed III-II pl+kd  Зона замочених ґрунтів - суглинки лесові, жовтувато-бурі до бурих, легкі пилуваті, напівтверді, з про-жилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- vd II dn  Супіски лесові, палево-жовті, пилуваті, тверді, низькопористі, просідаючі, з прожилками і жовнами карбонатів, з прошарками суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- vd II dn  Супіски лесові, палево-жовті, пилуваті, пластичні, з прожилками і жовнами карбонатів, з прошарками суглинків, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- vd II dn  Суглинки лесові, жовтувато-бурі, сірувато-бурі, легкі пилуваті, тверді, низькопористі, просідаючі, з про-жилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- d I mr  Суглинки червоно-бурі, важкі пилуваті, тверді, низькопористі, не просідаючі, з прожилками і жовнами карбонатів, з вкрапленнями гідроокислів марганцю.
- ed III-II pl+kd  Стратиграфічний індекс і номер інженерно-геологічного елемента.

Місця відбору:

- проби ґрунту непорушеної структури (ґрунт просідаючий) ----- ймовірна лінія контакту
- проби ґрунту непорушеної структури (ґрунт непросідаючий)
- △ проби ґрунту порушеної структури  - зона замочених ґрунтів



ГРАФІЧНИЙ ДОДАТОК 6. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ

