

Павло ЖИРНОВ¹, Ірина СОЛОМАХА²

¹ Проектний інститут Служби безпеки України, вул. Золотоворітська, 5, Київ, 01030, Україна, тел. +38(044)2569436, ел.пошта: sbu-misto@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3972-3156>

² Український державний науково-дослідний інститут проектування міст “ДІПРОМІСТО” ім. Ю. М. Білокона, бул. Лесі Українки, 26, Київ, 01133, Україна, тел. +38(044)2856338, ел. пошта: admin@dipromisto.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1779-0139>

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ЯК НАУКОВО-МЕТОДИЧНА ОСНОВА ДЛЯ СКЛАДАННЯ СХЕМИ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНОЇ ОЦІНКИ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ІРПІНЬ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Метою статті є здійснення інженерно-будівельної оцінки міста Ірпінь Київської області на основі інженерно-геологічного районування населеного пункту, яке передбачає виділення різнорівневих таксономічних одиниць з набором природних та антропогенних факторів умов будівництва від найбільшої одиниці (інженерно-геологічного регіону) до найменших (ділянок та підділянок). Основні методи дослідження – інженерно-геологічне знімання та інженерно-геологічне картографування. Результат дослідження – комплексне зіставлення даних про геоморфологічну, геолого-генетичну будову, гідрогеологічні умови, склад та властивості ґрунтів м. Ірпінь, що у кінцевому випадку дало можливість побудувати великомасштабну синтетичну карту інженерно-геологічного районування та інженерно-будівельної оцінки населеного пункту. Виділено одинадцять інженерно-геологічних ділянок із відповідними характеристиками природних та антропогенних факторів умов будівництва, серед яких шість є несприятливими для будівництва. Наукова новизна дослідження полягає у застосуванні інженерно-геологічного районування як основи для виконання інженерно-будівельної оцінки, що не обмежується лише виділенням планувальних інженерно-геологічних обмежень. Вперше запропоновано методику виділення інженерно-геологічних підділянок за проявом небезпечних геологічних процесів та морфометричними характеристиками рельєфу, що відображають ступінь ерозійної розчленованості, потенціал прояву сучасних рельєфоутворювальних процесів та ерозії ґрунтів. Практичний аспект проведеного дослідження полягає у створенні якісної схеми інженерно-будівельної оцінки, доповненні схеми наявних планувальних обмежень, підборі оптимальних та економічно обґрунтованих заходів з інженерної підготовки та захисту території проти небезпечних геологічних процесів. Інженерно-геологічне районування дає змогу визначити безпечні місця для розміщення інженерних споруд, їх конструкційні особливості, вибрати раціональні типи фундаментів, зменшити вартість вишукувальних та будівельних робіт та загалом поліпшити якість проектування.

Ключові слова: інженерно-геологічне районування; інженерно-будівельна оцінка; таксономічні одиниці; небезпечні геологічні процеси; морфометричні характеристики; геолого-літологічна будова; Ірпінь.

Вступ

Державними будівельними нормами визначено, що під час розроблення проєктів генеральних планів населених пунктів серед додаткових графічних матеріалів бажана схема інженерно-будівельної оцінки [ДБН Б.1.1-14:2021, 2022], яку створюють на основі інженерно-геологічного районування території міста, що передбачає виділення різнорівневих таксономічних одиниць із певним набором спільних інженерно-геологічних умов, які в кінцевому випадку визначають належність будівельних ділянок до певної категорії придатності. Однак, як показує практика, здебільшого схема інженерно-будівельної оцінки далека від наведених вище стандартів. Зазвичай інженери-проектувальники обмежуються обов'язковою схе-

мою наявних планувальних обмежень, де поруч із виділенням санітарно-захисних, охоронних зон від підприємств, транспортних, інженерних мереж та інфраструктурних об'єктів, показують інженерно-геологічні обмеження, що передбачає окреслення ареалів розвитку небезпечних природних процесів. Іншими природними та оцінювальними факторами нехтують, що спричиняє неадекватну оцінку ступеня придатності будівельних ділянок, нераціональне та небезпечне розміщення споруд з погляду їх будівництва та експлуатації, недоречний або неповний обсяг заходів із інженерної підготовки та захисту території [Сімонов, Кружалін, 1993].

Основою для складання якісної схеми інженерно-будівельної оцінки міста слугують, передусім, інженерно-геологічні карти, які відображають

інженерно-геологічні умови міста. Найважливішими із цих умов є геологічна будова території, вид порід, із яких вона складається, гідрогеологічні умови, сучасні геологічні процеси і природні та техногенні явища. Серед інженерно-геологічних карт для інженерно-будівельної оцінки особливе значення мають карти інженерно-геологічного районування, які складають у результаті виявлення у просторі, на основі сукупності теоретичних положень та методичних прийомів, територіальних елементів, які об'єктивно існують, що мають спільні інженерно-геологічні ознаки відмежування їх від територій, які цими ознаками не володіють, їх картографування та описання [Трофімов, Красилова, 2008].

За регіонального типу інженерно-геологічного районування виділяють територіальні одиниці різного порядку, а кожен наступну одиницю виділяють із попередньої (більшої), поділяючи на окремі частини за специфічними класифікаційними ознаками. Кожна виділена територіальна одиниця характеризується вираженою індивідуальністю та має унікальну характеристику і власну назву.

Найповніше принципи інженерно-геологічного районування розробив І. В. Попов, який запропонував виділяти як самостійні таксономічні одиниці інженерно-геологічні регіони, області, райони та підрайони різного порядку.

Інженерно-геологічні регіони виділяють за структурно-тектонічною ознакою. Інженерно-геологічний регіон першого порядку є найбільшою таксономічною одиницею. Регіон другого порядку, а саме інженерно-геологічна провінція, виділяють за морфоструктурою та гідрогеологічною структурою. Регіон третього порядку (підпровінція) виділяють на основі морфогенетичного типу території першого порядку [Попов, 1951].

І. В. Попов запропонував виділяти інженерно-геологічні області у межах одного регіону за геоморфологічними ознаками. За такого підходу не можна забувати, що геоморфологічні особливості території є наслідком історії її геологічного розвитку, переважно у новітній час. Тому можна сказати, що інженерно-геологічні регіони – це території, які виділяють за геоструктурними ознаками в результаті аналізу історії геологічного розвитку цієї території за весь доступний для нас час, а інженерно-геологічні області – це частини регіонів, які розвивались по-різному в новітній час, що знайшло відображення, зокрема, в їх геоморфологічних особливостях [Попов, 1951]. Отже, інженерно-

геоморфологічні області виділяють на основі морфогенетичного типу другого порядку.

В інженерно-геологічних областях виділяють інженерно-геологічні райони, на території яких відзначається одноманітність геологічної будови, що виражається в однаковій послідовності залягання гірських порід, їх потужності та петрографічному складі. Такі порівняно невеликі території можуть утворитися за умов, що вони зазнавали на всій своїй площі однакових за знаком та інтенсивністю тектонічних рухів і перебували в однакових палеокліматичних умовах протягом їхньої історії розвитку, що виходить за межі новітнього етапу геологічного розвитку Землі [Попов, 1951]. Отже, інженерно-геологічні райони виділяють на основі спільності умов геологічного розвитку.

У межах одного інженерно-геологічного району можна виділити інженерно-геологічні підрайони, якщо в цьому виникає необхідність, за різним станом порід, проявом сучасних і давніх геологічних процесів [Попов, 1951]. Наприклад, у межах одного інженерно-геологічного району можуть бути різні товщі гірських порід, що розташовані у стратиграфічній послідовності та характеризуються подібністю або закономірною мінливістю інженерно-геологічних характеристик. Отже, інженерно-геологічні підрайони виділяють на основі інженерно-геологічних комплексів порід певної вікової геологічної товщі.

Під час великомасштабного інженерно-геологічного вивчення території всередині підрайонів виділяють інженерно-геологічні ділянки, в межах яких можна виділити й інженерно-геологічні підділянки. Зазвичай інженерно-геологічні ділянки виділяють за умовами будівництва, тобто за оцінкою комплексу природних та антропогенних факторів. Існують різні підходи щодо виділення інженерно-геологічних підділянок у межах ділянок. Ми пропонуємо виділення підділянок за проявом геодинамічних процесів та за морфометричними характеристиками рельєфу.

Цей підхід щодо визначення одиниць таксономії під час інженерно-геологічного районування наведено на рис. 1 [Попов, 1951; Трофімов, Красилова, 2008].

Спроби інженерно-геологічного районування здійснено в Україні в таких містах, як Одеса [Шпаковський, 1999], Дніпро [Суматохіна, 2004], Калуш [Мукілаєнко, et al., 2019], Ренійському районі Одеської області [Жирнов, 2015], басейні р. Прут [Марчак, 2012], території вздовж лиману Малий Аджалик [Чуйко, 2001], Карпатському регіоні [Рудько, Гуда, 2013].

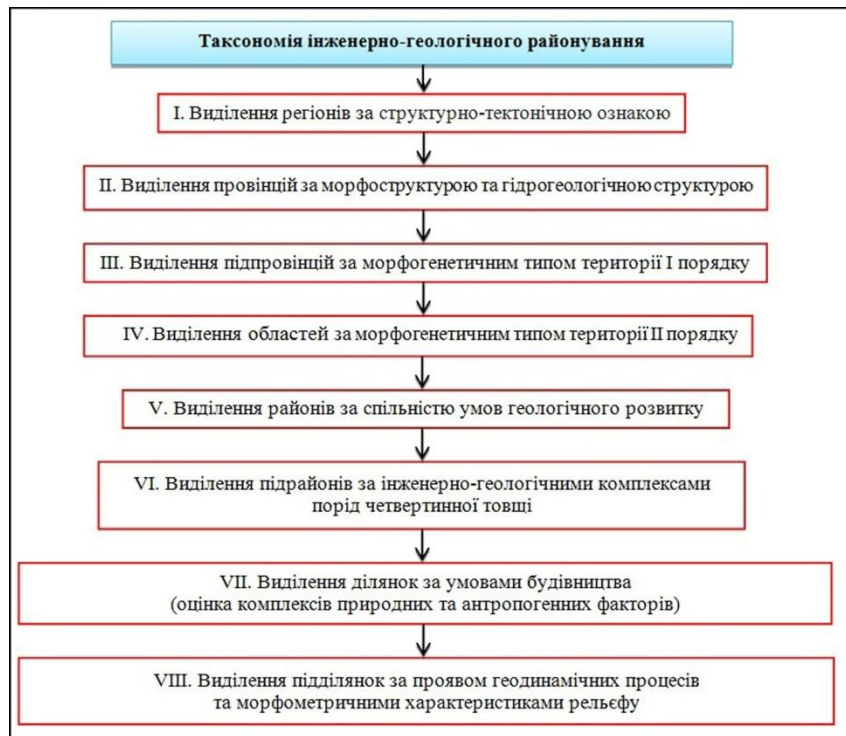


Рис. 1. Таксономія інженерно-геологічного районування

Таку процедуру виконано і в інших регіонах світу: регіоні Форталеза [Zuquette, et al., 2004], Японії [Wakamatsu & Matsuoka, 2013], Албанії [Muceku, 2012], у містах Туніс [El May, et al., 2010], Тайбей [Huang, et al., 1987], Афіни [Koukis & Sabatakakis, 2000], Острава [Marschalko, et al., 2012], Майменсінгх [Akter, et al., 2018], Алмада [Paula da Silva & Rodrigues-Carvalho, 2006], Мекка [Al Solami, et al., 2006], Бендери [Гребенщикова та ін., 2021], Кагул [Богдевич, Ісичко, 2016].

Мета

Мета цієї статті полягає у здійсненні інженерно-геологічного районування території міста Ірпінь Київської області для якісного і обґрунтованого виділення ділянок міста із різним ступенем сприятливості для будівельного освоєння. Для цього досліджено геоморфологічну, геолого-літологічну будову, гідрогеологічні умови міста, проаналізовано склад і властивості ґрунтів, виконано морфометричний аналіз території, виявлено небезпечні природні та антропогенні процеси, що дало змогу створити відповідні карти та виокремити різнорівневі таксономічні одиниці інженерно-геологічного районування. Кінцевим результатом стане виділення інженерно-геологічних ділянок та підділянок за будівельною оцінкою комплексів природних та антропогенних умов, перебігом геодинамічних процесів та морфометричними особливостями території міста. Для кожної ділянки та підділянки

буде надано інженерно-будівельну характеристику, яка стала основою для створення якісної схеми інженерно-будівельної оцінки м. Ірпінь.

Матеріали та методи

Вихідними даними для створення схеми інженерно-геологічного районування є: топографічне знімання на територію міста масштабом 1: 5000, матеріали інженерно-геологічних вишукувань в період між 1990 та 2020 роками, здійснених у межах міста Ірпінь під будівництво, здебільшого, житлових та громадських споруд різноманітними проектними організаціями. Загалом проаналізовано 154 звіти з інженерно-геологічних вишукувань. Ці матеріали зібрано та систематизовано у ДП “Український інститут інженерно-технічних розвідувань для будівництва” (Укр ІНТР) [Цибко, 2020], досліджено геологічну карту масштабом 1: 50000 за аркушами Київської області [Соловицький, Возгрин, 1990], використано проєкт генерального плану м. Ірпінь [Генеральний план міста Ірпінь, 2017].

Підрозділи УКРІНТР виконали польові дослідження та геологічне знімання четвертинних відкладів, результатом чого стало виділення генетичних типів рельєфу поверхні м. Ірпеня, його морфологічних, вікових особливостей, вивчення геолого-літологічної будови, створення геолого-літологічних розрізів, а також визначення фізико-механічних властивостей ґрунтів (інженерно-

геологічних елементів), дослідження гідрогеологічних умов м. Ірпінь, фіксація проявів небезпечних природних процесів.

На основі зазначених матеріалів автори статті створили геоморфологічну карту (1:5000), геолого-літологічну карту (1:5000), гідрогеологічну карту, карту глибин залягання та хімізму підземних вод території міста Ірпінь (1:5000).

Основними методами дослідження стали інженерно-геологічне знімання та інженерно-геологічне картографування. Комплексне зіставлення зазначених вище даних у кінцевому результаті трансформувалося у синтетичну великомасштабну карту інженерно-геологічного районування та інженерно-будівельної оцінки м. Ірпінь (1:5000) (рис. 2).

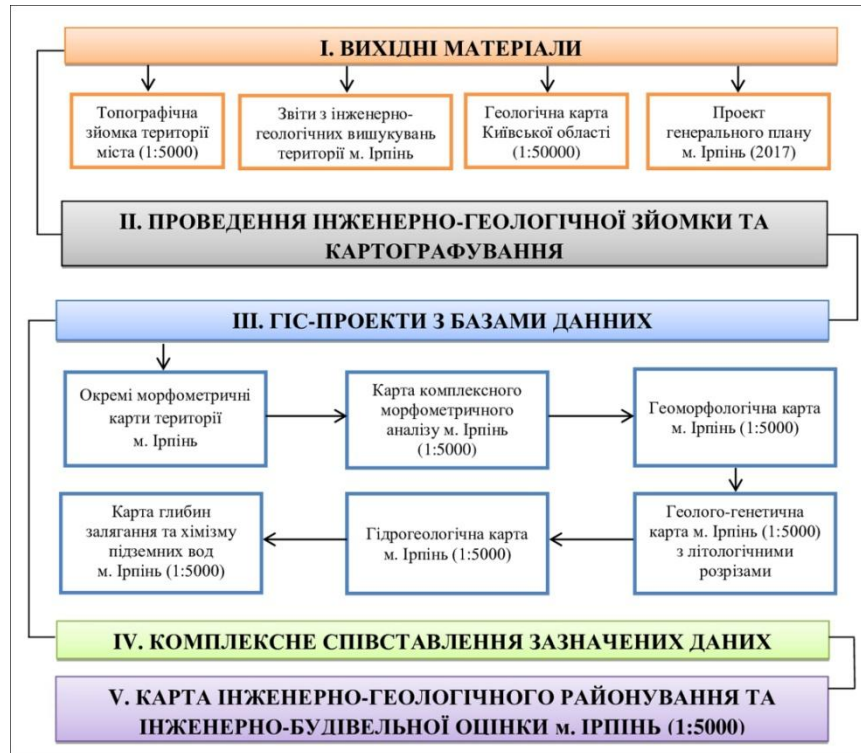


Рис. 2. Вихідні матеріали та методика дослідження

Результати

Місто Ірпінь в адміністративному аспекті розташоване в центральній частині Київської області, на відстані 7 км на північний захід від столиці України міста Києва.

У фізико-географічному аспекті місто Ірпінь розміщене в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини на північно-західному схилі Українського кристалічного щита, в межах Київського Полісся, яке входить до складу Поліської низовини. Згідно із картою загального геоморфологічного районування України, досліджувана територія відповідає Макарівській моренно-водно-льодовиковій пологохвилястій розчленованій рівнині між річковими долинами річок Ірпінь, Бучанка, Тетерів та Здвиг [Палієнко та ін., 2004].

Отже, знаючи фізико-географічне та адміністративне положення міста, можна легко встановити, що, відповідно до принципів таксономії інженерно-геологічного районування, Ірпінь розташова-

ний у межах регіону Східно-Європейської платформи, провінції північно-східного схилу Українського кристалічного щита, підпровінції Київського Полісся, інженерно-геологічній області Макарівської моренної водно-льодовикової пологохвилястої, розчленованої рівнини [Цибко, 2020]. Інженерно-геологічні райони виділено за загальними умовами геологічного розвитку та за морфогенетичними типами рельєфу.

Під час інженерно-геологічного знімання міста Ірпінь виділено заплави з болотними масивами та торфовими зниженнями голоценового віку, I надзаплавну терасу річок Ірпінь та Бучанка, плато та підвищену частину моренно-водно-льодовикової рівнини дніпровського часу з абсолютними відмітками понад 135–160 м, низинну частину моренно-водно-льодовикової рівнини дніпровського часу з абсолютними відмітками 120–135 м, днища балок та конуси виносу голоценового віку та ділянки зі штучно зміненим рельєфом [Барщевський та ін., 1989].

Серед небезпечних природних процесів на території м. Ірпінь поширене затоплення паводковими водами в межах заплави річок Бучанка та Ірпінь, підтоплення у межах заплавної тераси та першої надзаплавної тераси річок Бучанка та Ірпінь, що пов'язано із природно високим рівнем залягання підземних вод на вказаних територіях, процесами затоплення заплави під час весняного водопілля, а також із розвантаженням підземних водоносних горизонтів у постійні та тимчасові водотоки.

Заболочування виникає у межах заплави річок Бучанка та Ірпінь і пов'язане із весняними паводками та розвантаженням водоносного комплексу, приуроченого до середньочетвертинних водно-льодовикових відкладів вододілу.

Річкова ерозія порівняно слабкорозвинена вздовж річок Ірпінь та Бучанка та виражена на окремих ділянках, де в період весняних паводків відзначається розмивання заплавної відкладів.

Розвіювання пісків спостерігається на деяких ділянках заплавної та перших надзаплавної терас річок Ірпінь та Бучанка (північно-східна та північ-

но-західна околиці міста) і пов'язане з еоловою діяльністю [Цибко, 2020].

Головними перешкодами для будівельного освоєння міста є значна обводненість четвертинних відкладів, близьке залягання підземних вод, що проковує процеси затоплення, підтоплення та заболочування [Руденко та ін., 1971].

Здійснено комплексний морфометричний аналіз території міста Ірпінь та встановлено показники крутизни схилів, горизонтального та вертикального розчленування та експозиції схилів. Такі показники можуть характеризувати ступінь ерозійної розчленованості, потенціал прояву сучасних рельєфоутворювальних процесів, ерозії ґрунтів на будь-якій території. Кінцевим результатом стало ранжування комплексних морфометричних показників на три категорії за складністю будівельного освоєння [Кравчук, 1991].

Зіставлення даних про морфогенетичну будову території, ареали розвитку небезпечних природних процесів та комплексний морфометричний аналіз рельєфу дали змогу побудувати геоморфологічну карту м. Ірпінь (рис. 3).

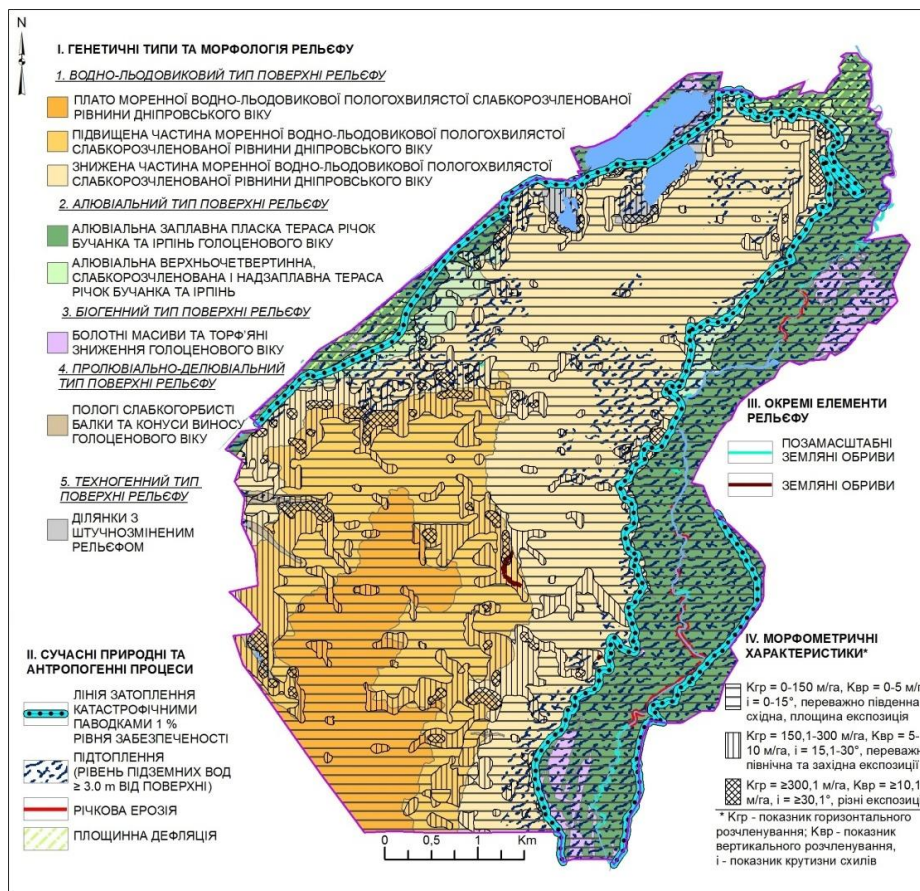


Рис. 3. Геоморфологічна карта міста Ірпінь

Морфогенетична та морфологічна будова рельєфу закладає основи для виділення інженерно-геоло-

гічних районів та підрайонів, однак для цього необхідно в межах ерозійно-аккумулятивної алювіальної

рівнини та денудаційно-акумулятивної вододільної моренно-воднольодовикової рівнини виділити відповідно геолого-генетичні комплекси четвертинних відкладів, із яких вони складаються, а для морфологічних елементів рельєфу – визначити літологічний склад зазначених четвертинних відкладів.

Аналіз геоморфологічних особливостей території та їх геологічної будови дали можливість виділити на територіях м. Ірпінь чотири геолого-генетичні комплекси порід:

1. Комплекс сучасних алювіальних піщано-глинистих відкладів (al_{IV}) потужністю 10–16 м, представлених кварцовими дрібнозернистими пісками світло-жовтого та сіро-жовтого кольорів з лінзами та прошарками супісків і суглинків потужністю 0,3–0,9 м.

2. Комплекс верхньочетвертинних алювіальних піщано-глинистих відкладів (al_{III}) потужністю 8–12 м, представлених кварцовими середньозернистими пісками світло-сірого та жовто-сірого

кольорів з лінзами та прошарками супісків потужністю 0,2–0,5 м.

3. Комплекс верхньочетвертинних водно-льодовикових піщано-глинистих відкладів ($f_{II}dn$) потужністю 5–20 м, представлених зернистими кварцовими пісками світло-сірого кольору з лінзами та прошарками супісків, суглинків та глин потужністю 0,2–2,7 м, з включенням гравію та слабоокатаної гальки кристалічних порід.

4. Комплекс верхньочетвертинних моренних відкладів ($g_{II}dn$) потужністю 8–13 м, представлених валунними суглинками та глинами, місцями з прошарками піску [Цибко, 2020].

Аналіз фізико-механічних властивостей ґрунтів дав змогу розчленувати виділені комплекси на 12 інженерно-геологічних елементів. Назви інженерно-геологічних елементів відображено на рис. 4, геолого-літологічні розрізи наведено на рис. 5, фізико-механічні властивості інженерно-геологічних елементів вказано на рис. 8.

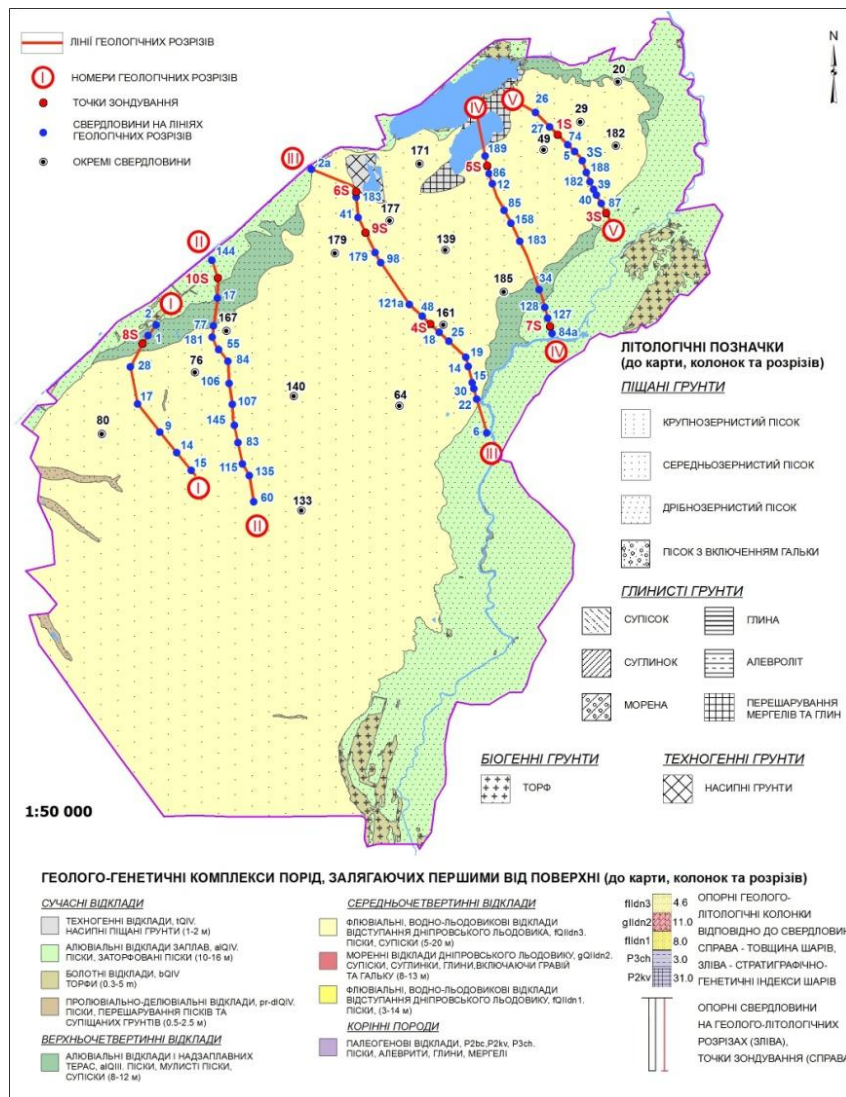


Рис. 4. Геолого-генетична карта міста Ірпінь

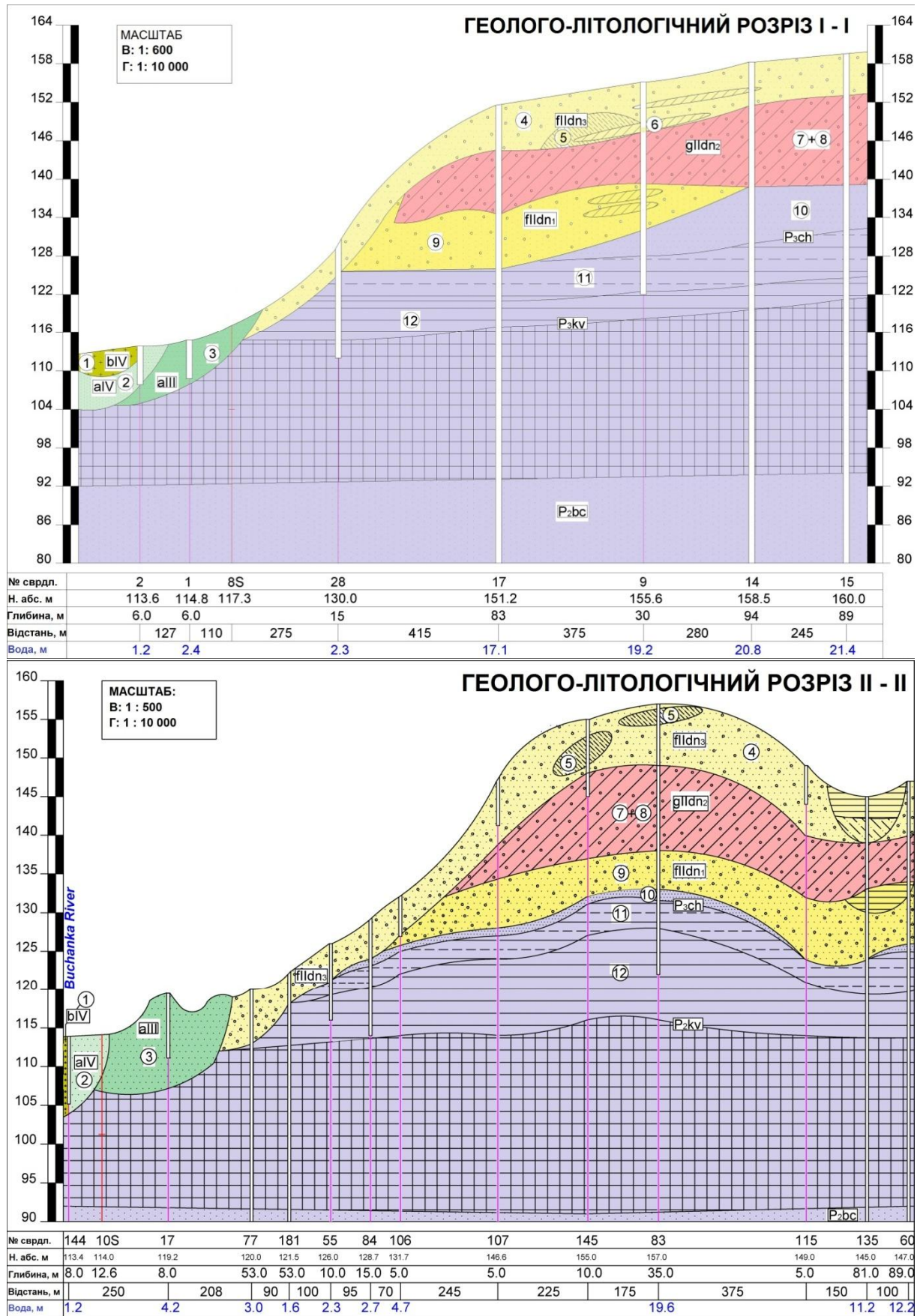


Рис. 5. Геолого-літологічні розрізи I-V на території м. Ірпінь по умовних лініях

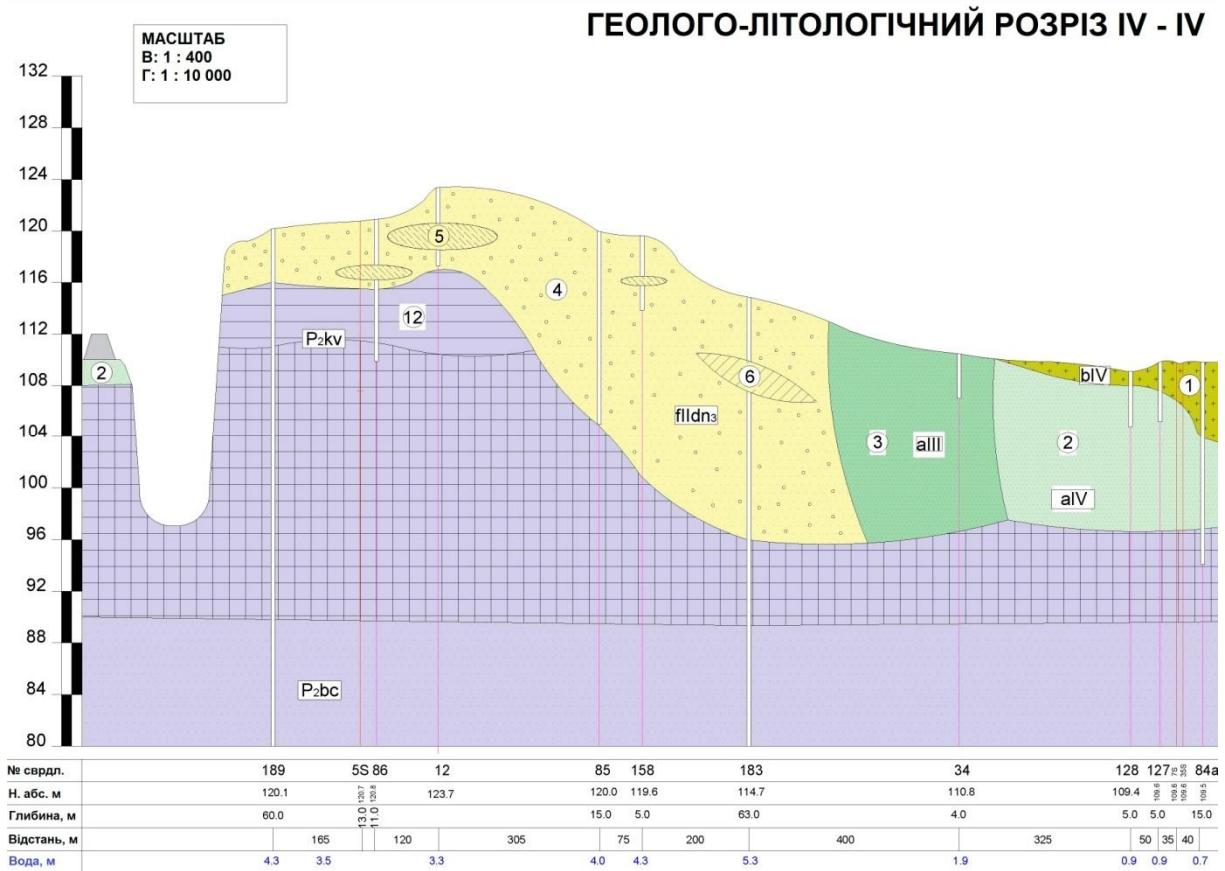
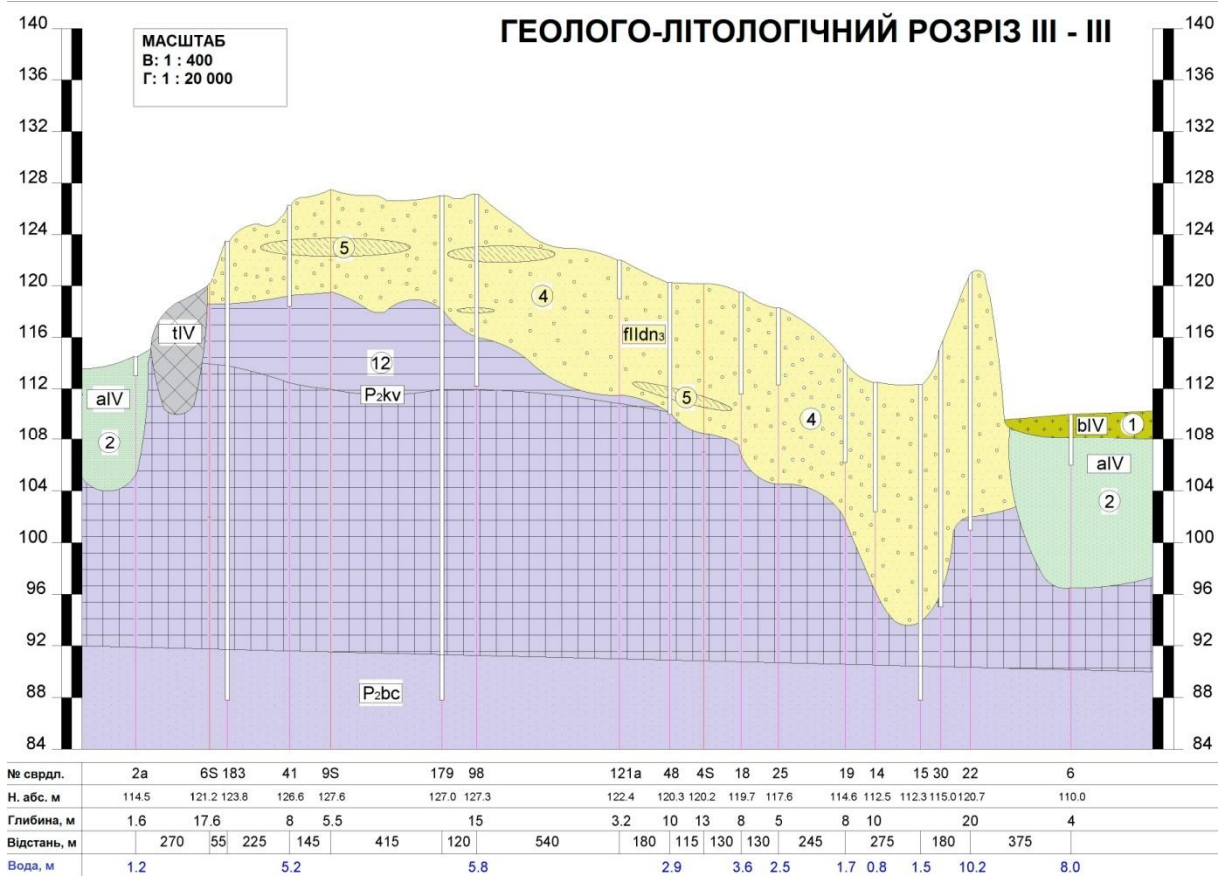


Рис. 5. (Продовження). Геолого-літологічні розрізи I–V на території м. Ірпінь по умовних лініях

ГЕОЛОГО-ЛІТОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ V - V

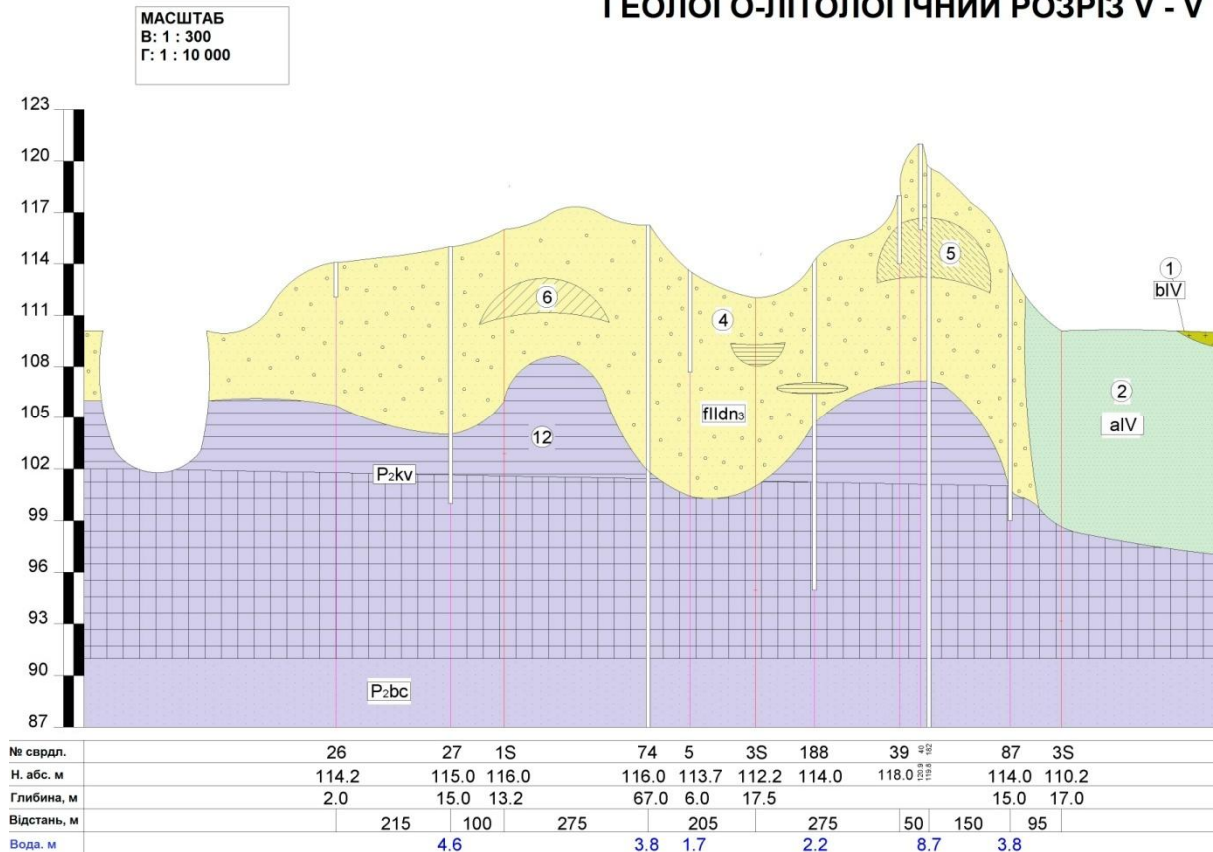


Рис. 5. (Закінчення). Геолого-літологічні розрізи I–V на території м. Ірпінь по умовних лініях

Дослідивши геоморфологічну та геолого-генетичну будову м. Ірпінь відповідно до схеми таксономії інженерно-геологічного районування на основі зіставлення геоморфологічної та геолого-генетичної карти, можна виділити інженерно-геологічні райони та підрайони. Фізико-механічні властивості інженерно-геологічних елементів є основою для виділення інженерно-геологічних ділянок, однак для цього необхідні гідрогеологічні дані, тому поки що виділити інженерно-геологічні ділянки не видається можливим [Седін та ін., 2015].

Отже, I район представлено ерозійно-аккумулятивною алювіальною рівниною Q_{III-IV} з абсолютними відмітками поверхні 107–118 м. Алювіальні відклади потужністю 8–16 м залягають на мергелях київської світи, які є водоупором для цієї території. У I районі виділено два інженерно-геологічні підрайони: 1) алювіальна заплавна пласка тераса голоценового віку з болотними масивами та торфовими зниженнями голоценового віку, утворена сучасними алювіальними відкладами Q_{IVal} потужністю 10–16 м, що майже повсюдно перекрита сучасними органогенними утвореннями (мул, торф) Q_{IVb} потужністю 0,3–0,5 м. Алювіальні

відклади представлені кварцовими дрібнозернистими пісками світло-жовтого та сіро-жовтого кольорів з лінзами та прошарками супісків та суглинків потужністю 0,3–0,9 м. Алювіальний комплекс залягає на розмитій поверхні мергелів київської світи P_{2kv} ; 2) алювіальна верхньочетвертинна надзаплавна тераса, утворена алювіальними верхньочетвертинними піщано-глинистими відкладами Q_{IIIal} потужністю 8–12 м, що представлені алювіальними кварцовими середньозернистими пісками світло-сірого та жовто-сірого кольорів з лінзами та прошарками супіску потужністю 0,2–0,5 м. Алювіальний комплекс залягає на розмитій поверхні мергелів київської світи P_{2kv} .

II район представлено денудаційно-аккумулятивною вододільною моренно-зандровою рівниною середньочетвертинного віку з абсолютними відмітками 120–160 м. Водно-льодовикові та льодовикові відклади потужністю від 5 до 23 м залягають на мергелях київської світи, що є регіональним водоупором для цієї території. У II районі виділено чотири інженерно-геологічні підрайони: 1) низинна частина моренно-водно-льодовикової рівнини дніпровського часу із абсолютними відмітками 120–135 м. Складений підрайон комплексом

середньочетвертинних флювіогляціальних піщано-глинистих відкладів ($Q_{II}fldn_3$) потужністю від 5 до 20 м із середньою потужністю 10 м. Представлений комплекс середньозернистими кварцовими пісками світло-сірого кольору з лінзами та прошарками супісків, суглинків та глин потужністю 0,5–2,7 м з включенням гравію та слабкоокатаної гальки кристалічних порід. Іноді гравійно-гальковий матеріал зібраний у вигляді лінз та прошарків;

2) підвищена частина та плато моренно-водно-льодовикової рівнини дніпровського часу з абсолютними відмітками 135–160 м. Утворений підрайон моренними комплексами ($Q_{II}gldn_2$) потужністю 8–13 м, які перекриті й підстеляються флювіогляціальними піщано-глинистими відкладами наступу та відступу дніпровського льодовика ($Q_{II}fldn_1$ та $Q_{II}fldn_3$). Моренні відклади представлено супісками, суглинками та глинами із включенням гальки та валунів, флювіогляціальні – різнозернистими кварцовими пісками з прошарками та лінзами супісків, суглинків та глин з включенням гравію та гальки;

3) днища балок та конуси виносу голоценового віку, що складені сучасними пролювіально-делювіальними відкладами $Q_{IV}pr-dl$, які представлено середньозернистими кварцовими пісками, перешаруванням піщаних та супіщаних ґрунтів потужністю 0,5–2,5 м;

4) ділянки зі штучно зміненим рельєфом, утворені сучасними техногенними відкладами $Q_{IV}t$ – насипами зі структурованими, відсортованими середньозернистими світло-сірими, сіро-жовтими пісками потужністю 1–2 м та перешаруванням мергелів та глини потужністю 1–2 м [Цибко, 2020].

Відповідно до геологічної будови та геоструктурних особливостей району, на території міста Ірпінь виділено п'ять водоносних комплексів:

- 1) водоносний комплекс, приурочений до сучасних і верхньочетвертинних алювіальних відкладів;
- 2) водоносний комплекс, приурочений до середньочетвертинних водно-льодовикових і льодовикових відкладів;
- 3) водоносний комплекс у бучансько-канівських відкладах;
- 4) водоносний комплекс у сеноманських відкладах;
- 5) водоносний комплекс тріщинуватої зони докембрійських кристалічних порід [Алексєєв, 1980].

Глибина залягання дзеркала підземних вод змінюється в широкому діапазоні: від 0–2 м у долинах річок до 20–25 м на вододілі. За складом води здебільшого сульфатно-гідрокарбонатні та сульфатно-хлоридні кальцієво-натрієво-магнієві,

прісні. Виділено три типи та ступені агресивності підземних вод: слабка загальна кислотна агресивність, (I тип) середня лужна агресивність (II тип) та сильна сульфатна агресивність (III тип) (рис. 6) [Цибко, 2020].

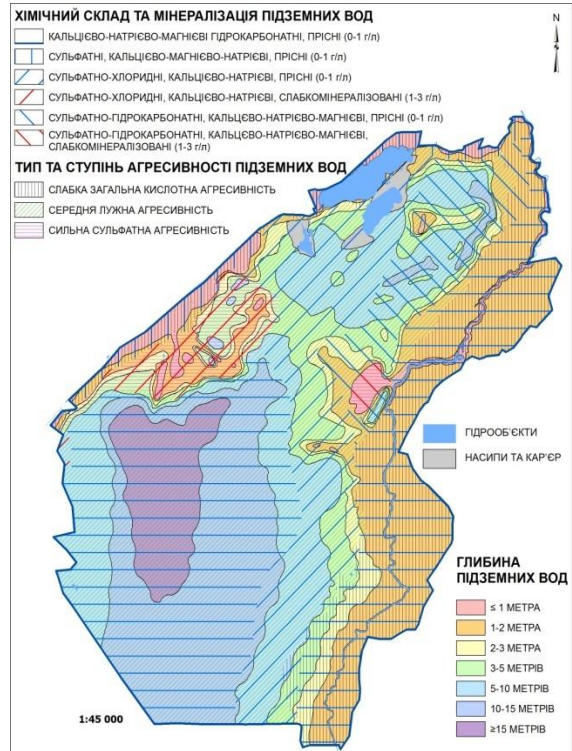


Рис. 6. Глибина залягання та хімізм підземних вод м. Ірпінь

Аналізуючи геоморфологічну, геолого-літологічну будову, гідрогеологічні умови, склад та властивості ґрунтів м. Ірпінь, можна виділити інженерно-геологічні ділянки в межах підрайонів за оцінкою комплексів природних та антропогенних умов та надати відповідну їх інженерно-будівельну характеристику, що в підсумку становитиме інженерно-будівельну оцінку території м. Ірпінь.

Виділено 11 інженерно-геологічних ділянок із відповідними характеристиками природних та антропогенних факторів умов будівництва згідно з принципами інженерно-геологічного районування (рис. 7, 8).

I-1-а. Ділянка представлена заплавами річок Бучанки та Ірпеня. За гідрогеологічними та літологічними умовами належить до несприятливих для будівельного освоєння. Максимальні відмітки рівня підземних вод вище від відміток залягання фундаментів. В геологічному розрізі на різноманітних глибинах наявні слабкі ґрунти (мул, торф). Повсюдне підтоплення та заболочування. Освоєння ділянки суперечить ст. 80, 81, 88 ВКУ. Умови

для будівництва несприятливі. Тепер заплави частково осушені, меліоровані та широко використовуються під с/г угіддя.

I-2-а. За гідрогеологічними умовами ділянка належить до несприятливих для будівництва: максимальні відмітки рівня підземних вод вище від відміток закладання фундаментів. Підземні води характеризуються слабкою та середньою агресивністю щодо бетону. Ґрунти піщані, непросідні. Умови для будівництва несприятливі, близьке залягання рівнів підземних вод (0–2 м) зі слабкою лужною (I вид) та сильною сульфатною (III вид корозії) агресивністю потребує виконання робіт із гідроізоляції та зниження рівня підземних вод, а також здійснення протиерозійних заходів. Ґрунтові умови сприятливі – можливе будівництво на природній основі.

I-2-б. За гідрогеологічними умовами належить до умовно сприятливих для будівництва. Максимальні рівні підземних вод на глибині закладання фундаментів або на глибині 1–2 м нижче. Ґрунти піщані, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Територія умовно сприятлива для будівництва. Підземні води залягають на глибинах 2–5 м і характеризуються слабкою лужною (I вид корозії) та сильною сульфатною (III вид корозії) агресивністю. Потрібні заходи зі зниження підземних вод, гідроізоляції. Ґрунти характеризуються високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі.

I-2-в. За комплексом умов ділянка належить до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівнів підземних вод залягають нижче від відмітки закладання фундаментів більше ніж на 30 м. Ґрунти піщані, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Умови для будівництва цілком сприятливі. Підземні води із сильною сульфатною агресивністю (III вид корозії) залягають на глибинах більше ніж 5 м. Ґрунтам притаманна висока несуча здатність. Заходи із інженерної підготовки території не потрібні.

II-1-а. За гідрогеологічними умовами ділянка належить до несприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод вище від фундаментів. Підземні води із середньою та сильною агресивністю щодо бетону. Характерне підтоплення території. Умови для будівництва несприятливі, близьке залягання рівнів підземних вод (0–2 м), які характеризуються середньою загальнокислотною агресивністю (II вид корозії). Необхідне здійснення робіт із гідроізоляції та зниження рівня

підземних вод, а також протикорозійних заходів, влаштування штучних основ та фундаментів.

II-1-б. За гідрогеологічними умовами належить до умовно сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод на глибині залягання фундаментів або на 1–2 м нижче. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Підземні води характеризуються середньою агресивністю щодо бетону. Ґрунти піщано-глинисті, непросідні. Територія умовно сприятлива для будівництва. Підземні води залягають на глибинах 2–5 м та характеризуються середньою загальнокислотною агресивністю (II вид корозії). Ґрунти із високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий обсяг планувальних робіт.

II-1-в. За комплексом природних умов ділянка належить до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче від відмітки залягання фундаментів більше ніж на 3,0 м. Підземні води із середньою агресивністю стосовно бетону. Ґрунти піщано-глинисті, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Умови для будівництва цілком сприятливі. Ґрунтові води залягають на глибинах більше ніж 5 м. Ґрунти із високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий обсяг планувальних робіт. Спеціальних заходів із інженерної підготовки не потрібно.

II-1-г. Ділянка представлена техногенними формами рельєфу: піщаними насипами та кар'єром для видобування глини. Ділянка непридатна для будівництва і будівництво не планується. Залучення підроблених територій у будівництво неможливе.

II-1-д. Ділянка представлена яружно-балковою мережею із проявом яружно-ерозій та процесами підтоплення. Через складність геоморфологічних умов та наявність небезпечних природних процесів ділянка належить до несприятливих для забудови. Для ділянки характерні підтоплення та інтенсивний прояв яружно-ерозії, вона слугує місцем розвантаження підземних вод, тому будівництво недоцільне.

II-2-а. За комплексом природних умов ділянка належить до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче від відмітки закладання фундаментів більше ніж на 3,0 м. Підземні води із середньою агресивністю щодо бетону. Ґрунти піщано-глинисті, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Умови для будівництва цілком сприятливі. Підземні води залягають на глибинах понад 5 м.

Ґрунти характеризуються високою несучою здатністю. Можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий обсяг планувальних робіт. Спеціальні заходи із інженерної підготовки не потрібні.

Ц-2-б. Ділянка представлена яружно-балковою мережею із проявом яружно́ї ерозії та процесами

підтоплення і за інженерно-будівельними характеристиками аналогічна до ділянки II-1-д [Цибко, 2020] (рис. 7, 8).

Наведемо інженерно-будівельну характеристику інженерно-геологічних підділянок м. Ірпінь за проявом геодинамічних процесів та морфометричними характеристиками рельєфу (див. таблицю, рис. 7).

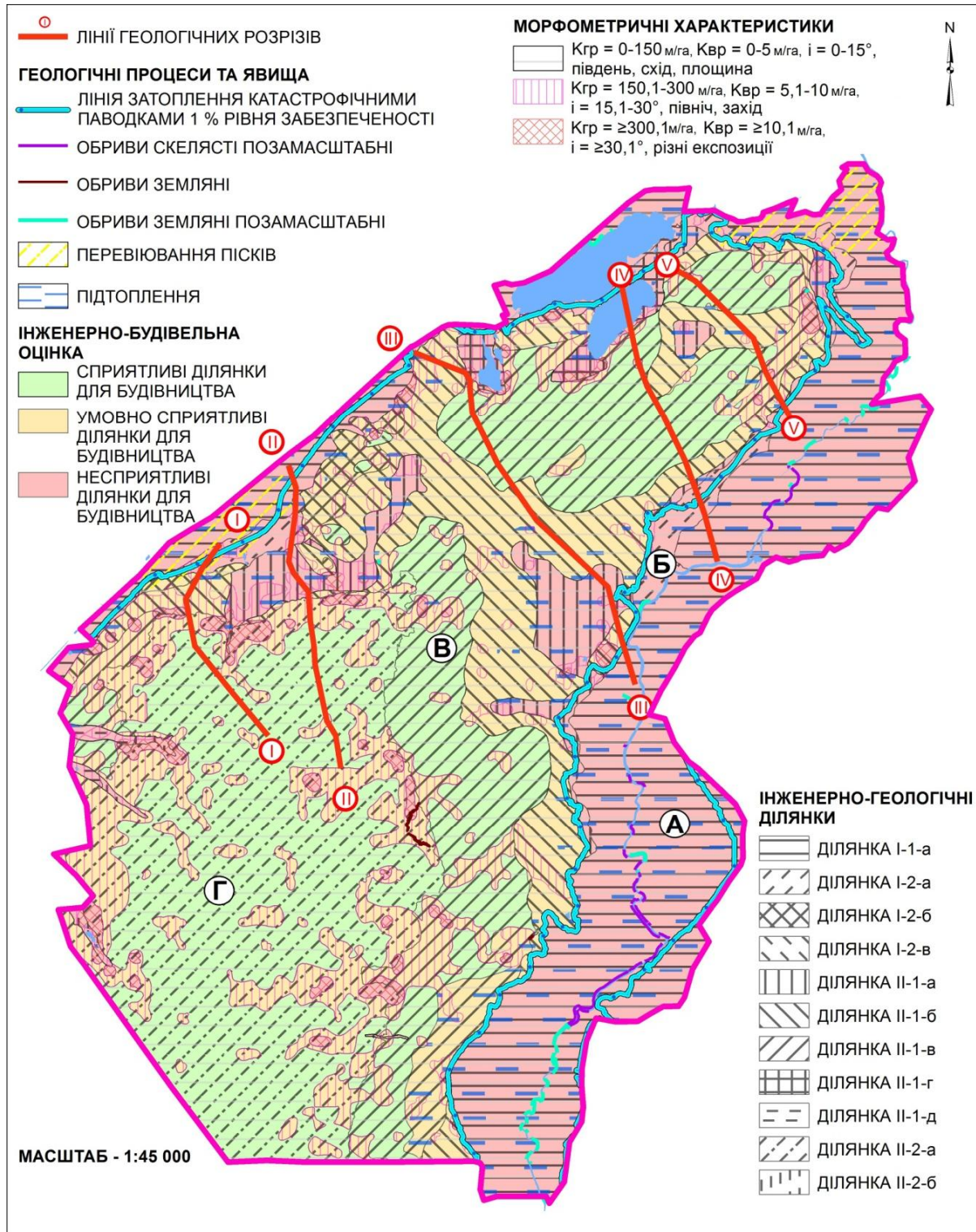


Рис. 7. Інженерно-геологічне районування та інженерно-будівельна оцінка м. Ірпінь

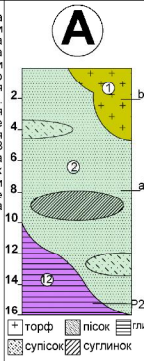
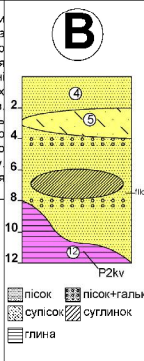
ПРОВІНЦІЯ (МОРФОСТРУКТУРА ДРОГЕОЛОГІЧНА СТРУКТУРА)	ПІДПРОВІНЦІЯ (МОРФОГЕНЕТИЧНИЙ ТИП ТЕРИТОРІЇ І ПОРЯДКУ)	ОБЛАСТЬ (МОРФОГЕНЕТИЧНИЙ ТИП ТЕРИТОРІЇ І ПОРЯДКУ)	РАЙОН (СПІЛЬНІ УМОВИ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ)	ПІДРАЙОН (ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ПІРІД ЧЕТВЕРТИНОЇ ТОВЩИ)	ДІЛЯНКА (УМОВИ БУДІВНИЦТВА – ОЦІНКА КОМПЛЕКСІВ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ)	ТИПОВА ГЕОЛОГО-ЛІТОЛОГІЧНА КОЛОНКА	ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ НАВЛАСТІВОСТІ ГРУНТІВ	ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНОК						
ПВІНЧНО-СХІДНИЙ СХИЛ УКРАЇНСЬКОГО КРИСТАЛІЧНОГО ЩИТУ Складений товщею палеозойських, мезозойських та кайнозойських осадкових порід, розріз осадкової товщі закінчується відкладами льодовикової та поза льодовикової формації потужністю 400-600 м, представлених флювіогляціальним, алювіальним, гляціальним, озерно-болотним та лесово-суглинним літолого-генетичним комплексами. В геологічній будові досліджуваного району приймають участь породи докембрію, крейдової системи (K2), палеогенової системи (P2kp, P2bc, P2kv, P2ch) та відклади четвертинної системи (Q). Верхній флювіогляціальний поверх складений четвертинними та палеогеновими відкладами.	КІЇВСЬКЕ ПОЛІССЯ НА РОЗМИТІЙ ПАЛЕОГЕН-НЕОГЕНОВІ ОСНОВІ Представляє собою льодовикові, моренні та моренно-зандрові низини, розчленовані широкими неглибоко врізаними теригеновими річками. Для моренних рівнин характерний пагорбів рельєф, незакріплених ділянок терасових та задрозових масивів – еолові форми. Значні площі у річкових долинах заболочені. У західній частині Київського Полісся розповсюджені моренні комплекси четвертинних відкладів. У північно-східній частині невелика ділянка торф'яного комплексу, на решті площі – алювіально-гляціальний комплекс.	МАКАРІВСЬКА ПОЛОГОХВІЛЯ СЛАБКОРозчленована НОВАНА МОРЕННО-ЗАНДРОВА РІВНИНА Слабкогорбиста низинна рівнина абсолютними відмітками на поверхні від 100 до 190 м. Покрівельні відклади представлені наступними літолого-генетичними комплексами порід: водно-льодовиковим (різнозернисті піски), алювіальним, льодовиковим (глини, суглинки, супіски) та біогенним (торфи). Потужність відкладів найбільш розповсюдженого водно-льодовикового комплексу змінюється від 70 до 200 м. Підземні води залягають на глибині 0-25 м та приурочені до флювіогляціальних, алювіальних та моренних відкладів. В основному води прісні, пірокарбонатного, сульфатного та змішаних типів, що володіють I, II, III типами агресивності по відношенню до бетону. З геологічних процесів розвинуте заболочування, підтоплення та перевнювання пісків.	I. ЕРОЗИО-АКУМУЛЯТИВНА РІВНИНА (Q1-Q4) З абсолютними відмітками на поверхні 107-118 м. Алювіальні відклади потужністю 8-16 м залягають на мергелях кийської світи, що є водоупором для даної території. Підземні води в четвертинних відкладах безнапірні, прісні (г/л). Зв'язок напірними (P2bc) та підземними водами на даній території практично відсутній. Основним водоносним горизонтом для централізованого водозабезпечення є Буганський водоносний горизонт, залягаючий на глибині 20-30 м.	I-1. Цілий комплекс представлений рюк Ірпін та Бучанки з відкладеннями алювіальних піщано-глинистих відкладів потужністю 10-16 м. Цей комплекс залягає на розмитій поверхні мергелів кийської світи (P2kv). I-2. Охлокне перше надзаплавні тераси рюк Ірпін та Бучанки. Складений верхньочетвертинними льодовиковими відкладами потужністю 8-12 м. Представлені еоловими відкладами кварцовими пісками світло-сірого кольору з лізвими та прошарками супісок потужністю 0,2-0,5 м. Алювіальний комплекс залягає на розмитій поверхні мергелів кийської світи (P2kv).	I-1-а. За гідрологічними умовами ділянка відноситься до несприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод вище відміток закладання фундаментів. Підземні води володіють слабкою та середньою агресивністю по відношенню до бетону. Грунти піщані, непродуктивні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. I-2-а. За гідрологічними умовами ділянка відноситься до ділком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче відміток закладання фундаментів більше ніж на 30 м. Грунти піщані, непродуктивні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні.	A 	1. ТОРФ ДРІБНОРОЗКЛАДЕНИЙ W-22% γ _s -1,97 тс/см ³ γ _d -1,6 тс/см ³ e-19 t-0,07 МПа E _s -2,6 МПа 2. ПІСОК КВАРЦОВИЙ ДРІБНОЗЕРНИСТИЙ K _r -1,7 K _y -7,15% γ _s -2,02 тс/см ³ γ _d -1,60-1,75 тс/см ³ K _υ утосу під водою 25° Кут внутрішнього тертя 29-35° φ-34° C-0,03 кгс/см ² E _s -240 кгс/см ² 3. ПІСОК (КВАРЦОВИЙ) СЕРЕДНЬОЗЕРНИСТИЙ K _r -2,1 K _y -8-12% γ _s -2,00 тс/см ³ γ _d -1,70 тс/см ³ φ-37° C-0,01 кгс/см ² E _s -280 кгс/см ² Кут укосу в сухому стані 32° Під водою - 25° 4. ПІСОК КВАРЦОВИЙ РІЗНОЗЕРНИСТИЙ K _r -3,4 K _y -8-12% γ _s -2,00 тс/см ³ γ _d -1,72 тс/см ³ φ-27° C-0,02 кгс/см ² E _s -320 кгс/см ² Природний кут укосу в сухому стані 33°, під водою - 29° 5. СУПІСОК W-18% W _l -22% J _p -1,7(4) γ _s -1,92 тс/см ³ γ _d -1,69 тс/см ³ e-0,58 φ-27° C-0,160 кгс/см ² E _s -300 кгс/см ²	Основна ділянка суперечить статтям 60, 81 ВКУ. Умови для будівництва несприятливі. В теперішній час заклави осушені меліоровані та широко використовуються під с/г угоддя. Умови для будівництва несприятливі. Близьке залягання рівня підземних вод, (0-2 м) які володіють слабкою лузкою (I вид корозії) агресивністю потребує проведення робіт по гідрозахисту та зниженню рівня підземних вод, а також здійснення протикорозійних заходів. Грунти мають високу несучую здатність – можлива будівництво на природній основі. Територія умовно сприятлива для будівництва. Підземні води залягають на глибинах 2-5 м і володіють слабкою лузкою (II вид корозії) та сильною сульфатною (III вид корозії) агресивністю. Потрібні заходи по зниженню підземних вод, гідрозахисту. Грунти характеризуються високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі. Умови для будівництва ділком сприятливі. Підземні води володіють сильною сульфатною агресивністю, (II вид корозії) залягають на глибинах більше 5 м. Грунти володіють високою несучою здатністю. Заходи по інженерній підготовці території не потрібні.						
									II. ДЕНУДАЦІЙНО-АКУМУЛЯТИВНА ВОДОДІЛЬНА МОРЕННО-ЗАНДРОВА РІВНИНА середньо четвертинного віку з абсолютними відмітками від 50 до 230 м. Четвертинні відклади потужністю від 5,0 до 20,0 м при середній пором для даної території 10,0 м. Підземні води в четвертинних відкладах безнапірні, в основному, прісні (г/л) місцями мінералізовані (до 1 г/л) місцями напірними (P2bc) та напірними (P2bc) прошарками супісок потужністю 0,2-2,7 м. Спостерігається включення гравію та слабкоокатаного гальки кристалічних порід. Залягають еолово-гляціальні відклади на розмитій поверхні мергелів кийської світи (P2kv) глибинах 30-60 м.	I-1. Охлокне знижену частину вододільної рівнини мезоріччя Ірпін та Бучанки з абсолютними відмітками на поверхні 120-135 м. Складений комплексом середньочетвертинних піщано-глинистих відкладів (Flid3) потужністю від 5,0 до 20,0 м при середній пором для даної території 10,0 м. Підземні води в основному, прісні (г/л) місцями мінералізовані (до 1 г/л) місцями напірними (P2bc) та напірними (P2bc) прошарками супісок потужністю 0,2-2,7 м. Спостерігається включення гравію та слабкоокатаного гальки кристалічних порід. Залягають еолово-гляціальні відклади на розмитій поверхні мергелів кийської світи (P2kv) глибинах 30-60 м.	I-1-а. За гідрологічними умовами ділянка відноситься до несприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод вище відміток закладання фундаментів. Підземні води володіють середньою та сильною агресивністю по відношенню до бетону. Характерне підтоплення території. I-1-б. За гідрологічними умовами ділянка відноситься до умовно сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод на глибині залягання фундаментів або на 1-2 м нижче. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні. Підземні води володіють середньою агресивністю по відношенню до бетону. Грунти піщано-глинисті, непродуктивні.	B 	6. СУГЛИНОК ЛЕГКИЙ J _p -10 W-13% W _l -26% γ _s -2,14 тс/см ³ γ _d -1,89 тс/см ³ e-0,43 φ-23° C-0,265 кгс/см ² E _s -460 кгс/см ² 7. ГЛИНА J _p -22 W-44% W _l -22% γ _s -1,89 тс/см ³ γ _d -1,63 тс/см ³ e-0,67 φ-18° C-0,500 кгс/см ² E _s -350 кгс/см ²	Умови для будівництва несприятливі. Близьке залягання рівня підземних вод, (0-2 м) що володіють середньою лузкою (II вид корозії) потребує проведення робіт по гідрозахисту та зниженню рівня підземних вод, а також здійснення протикорозійних заходів. Необхідне впащування ступених основ та фундаментів. Територія умовно сприятлива для будівництва. Підземні води залягають на глибинах 2-5 м та володіють середньою лузкою (II вид корозії) агресивністю (II вид корозії). Грунти володіють високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий об'єм планувальних робіт.

Рис. 8. Умовні позначення до карти інженерно-геологічного районування м. Ірпін

ПРОВІНЦІЯ (МОРФОСТРУКТУРА ПДРОГЕОЛОГІЧНА СТРУКТУРА)	ПІДПРОВІНЦІЯ (МОРФОГЕНЕТИЧНИЙ ТИП ТЕРИТОРІЇ І ПОРЯДКУ)	ОБЛАСТЬ (МОРФОГЕНЕТИЧНИЙ ТИП ТЕРИТОРІЇ ІІ ПОРЯДКУ)	РАЙОН (СПІЛЬНІ УМОВИ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ)	ПІДРАЙОН (ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ПОРІД ЧЕТВЕРТИННОЇ ТОВЩІ)	ДІЛЯНКА (УМОВИ БУДІВНИЦТВА – ОЦІНКА КОМПЛЕКСІВ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ)	ТИПОВА ГЕОЛОГО-ЛІТОЛОГІЧНА КОЛОНКА	ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТІВ	ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНОК
				<p>II-1-в За комплексом природних умов ділянка відноситься до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче відмітки залягання фундаментів більше, ніж на 3,0 м. Підземні води володіють середньою агресивністю по відношенню до бетону. Грунти піщано-глинисті, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні.</p> <p>II-1-г Ділянка представлена тектонічними формами рельєфу: піщаними насипами та кар'єром по відобутку глин. Даня ділянка несприятлива для будівництва.</p> <p>II-1-д Ділянка представлена яружно-балковою мережею з проявом яружно-ерозій та процесами підтоплення. Через складність геоморфологічних умов та наявність небезпечних природних процесів ділянка несприятлива для забудови.</p> <p>II-2 Схилос плато та височинну частину вододілу межиріччя р. Ірпінь та Бучанки з абсолютними відмітками поверхні 135-160 м. Складений підрайон середньою частини четвертинними моренними відкладами (glfdn2) потужністю 8-13 м, який переkrit та підстелється флювіогляціальними піщано-глинистими відкладами періоду нестугляня та відступання класового льодовику (flfdn1, flfdn3). Моренні відклади представлені суглинками та глинами з вкоченнями гальки та валунів. Флювіогляціальні – середньозернистими кварцовими пісками з прошарками супісків та суглинків.</p>	<p>II-1-в За комплексом природних умов ділянка відноситься до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче відмітки залягання фундаментів більше, ніж на 3,0 м. Підземні води володіють середньою агресивністю по відношенню до бетону. Грунти піщано-глинисті, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні.</p> <p>II-1-г Ділянка представлена тектонічними формами рельєфу: піщаними насипами та кар'єром по відобутку глин. Даня ділянка несприятлива для будівництва.</p> <p>II-1-д Ділянка представлена яружно-балковою мережею з проявом яружно-ерозій та процесами підтоплення. Через складність геоморфологічних умов та наявність небезпечних природних процесів ділянка несприятлива для забудови.</p> <p>II-2-а За комплексом природних умов ділянка відноситься до цілком сприятливих для будівництва. Максимальні відмітки рівня підземних вод залягають нижче відмітки залягання фундаментів більше, ніж на 3,0 м. Підземні води володіють середньою агресивністю по відношенню до бетону. Грунти піщано-глинисті, непросідні. Геологічні процеси, що негативно впливають на будівництво, відсутні.</p> <p>II-2-б Ділянка представлена яружно-балковою мережею з проявом яружно-ерозій та процесами підтоплення. Через складність геоморфологічних умов та наявність небезпечних природних процесів ділянка несприятлива для забудови.</p>		<p>8. СУГЛИНОК СЕРЕДНІЙ Jp-14 W-14 % Wl-35 % yp-2,06 г/см³ yc-1,80 г/см³ e-0,51 φ-22° C-0,330 кг/см² Eo-350 кг/см²</p> <p>9. ПІСОК КВАРЦОВИЙ РІЗНОЗЕРНИСТИЙ Kp-4,0 yp-1,99 г/см³ yc-1,66 г/см³ φ-33° C-0,03 кг/см² Eo-230 кг/см²</p> <p>10. ПІСОК КВАРЦОВИЙ РІЗНОЗЕРНИСТИЙ Kp-1,9 Kp-7-10° yp-1,97 г/см³ yc-1,68 г/см³ φ-33° C-0,01 кг/см² Eo-240 кг/см² Природний кут укосів в сухому стані 29° під водою – 23°</p> <p>11. АЛЕВРИТ Jp-16 Wl-29% Wl-50% e-0,84 yp-1,91 г/см³ yc-1,48 г/см³ φ-20° C-430 кг/см² Eo-240 кг/см²</p> <p>12. МЕРГЕЛЬ Jp-25 Wl-31% Wl-34% e-0,90 yp-1,89 г/см³ yc-1,44 г/см³ φ-18° C-0,740 кг/см² Eo-280 кг/см²</p>	<p>Умови для будівництва цілком сприятливі. Грунтові води залягають на глибинах більше 5 м. Грунти володіють високою несучою здатністю – можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий об'єм планувальних робіт. Спеціальних заходів по інженерній підготовці не потрібно.</p> <p>Ділянка не планується під будівництво. Залучення підробочних територій у будівництво неможливе.</p> <p>Ділянка відноситься до несприятливих для будівництва. Для ділянки характерне підтоплення та інтенсивний прояв яружно-ерозій, ділянка слугує місцем розвантаження підземних вод, у зв'язку з чим будівництво недоцільне.</p> <p>Умови для будівництва цілком сприятливі. Підземні води залягають на глибинах більше 5 м. Грунти володіють високою несучою здатністю. Можливе будівництво на природній основі. Необхідний невеликий об'єм планувальних робіт. Спеціальних заходів по інженерній підготовці не потрібно.</p> <p>Ділянка відноситься до несприятливих для будівництва. Для ділянки характерне підтоплення та інтенсивний прояв яружно-ерозій, ділянка слугує місцем розвантаження підземних вод, у зв'язку з чим будівництво недоцільне.</p>

Рис. 8. (Продовження). Умовні позначення до карти інженерно-геологічного районування м. Ірпінь

Інженерно-геологічні підділянки м. Ірпінь

Назви підділянок	Інженерно-будівельна характеристика
1	2
Підділянки із проявом затоплення катастрофічними паводками 1 % рівня забезпеченості	Підділянки несприятливі для будівництва, оскільки процес характерний для заплав річок Бучанки та Ірпінь (порушення вимог ВКУ ст. 80, 81, 88) із незадовільними інженерно-будівельними показниками. Для ліквідації затоплення необхідно влаштування дамб обвалування або підвищення берегів до незатоплених відміток габійними конструкціями [ДБН В.1.1-25-2009, 2010]
Підділянки з проявом скелястих та земляних обривів	Підділянки несприятливі для будівництва, оскільки на обривах будівництво неможливе. Обривисті підділянки потребують комплексного інженерного планування та захисту: необхідні земляні планувальні роботи, влаштування дренажних систем, будівництво підпірних стінок та максимально можливе озеленення обривистих схилів [ДБН В.1.1-24:2009, 2010]
Підділянки з проявом перевіювання пісків	Підділянки несприятливі для будівництва, оскільки процес характерний для заплав річок Бучанки та Ірпінь із незадовільними інженерно-будівельними характеристиками. Для ліквідації перевіювання пісків необхідно влаштування штучних перешкод або закріплення піщаних масивів рослинністю із розгалуженою кореневою системою

1	2
Підділянки з проявом підтоплення	Підділянки підтоплення належать як до несприятливих, так і до умовно сприятливих територій для будівництва залежно від їх розташування всередині конкретних ділянок та вираженості процесу. Заплави річок Ірпінь, Бучанки належать до підтоплених територій. Підтоплення також охоплює локальні підділянки і надзаплавні тераси та днища балок. До підтоплених територій належать локальні підділянки зниженої частини моренної водно-льодовикової рівнини з рівнями підземних вод до 3,0 м від денної поверхні. Рекомендовано берегоукріплення габіонами із використанням водонепроникних геомембран до незаоплених відміток, підсипання мінеральним ґрунтом. Для локальних ареалів підтоплення запропоновано влаштування горизонтального закритого дренажу. Важливим заходом щодо зменшення площі підтоплених підділянок є розчищення акваторій та заплав водойм, річок, каналів та канав. Необхідна організація мережі закритої дощової каналізації та встановлення прибережних захисних смуг річок Ірпінь та Бучанка, в межах ПЗС бажані здійснення фітомеліоративних заходів, організація пляжів та будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд. Необхідно ліквідувати вигрібні ями та водопоглинальні колодязі у межах міста, оскільки вони сприяють підтопленню [ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X]
Підділянки з морфометричними характеристиками: $K_{sp} - 0-150$ м/га; $K_{gp} - 0-5$ м/га; $i - 0-15^\circ$; переважно південна, східна експозиції, площа	Підділянки належать до сприятливих територій для будівництва. Потреби у спеціальних заходах з інженерної підготовки та захисту немає. Необхідне влаштування мереж закритої дощової каналізації
Підділянки з морфометричними характеристиками: $K_{sp} - 150,1-300$ м/га; $K_{gp} - 5,1-10$ м/га; $i - 15,1-30^\circ$; переважно північна та західна експозиції	Підділянки належать до умовно сприятливих територій для будівництва. Необхідні певні заходи з інженерної підготовки: виконання земельних робіт з вертикального та горизонтального планування, на певних підділянках влаштування протиерозійних гідротехнічних споруд. На підділянках з крутизною рельєфу від 20 до 30° необхідне терасне розташування будівель та споруд, влаштування дренажних систем або мереж дощової каналізації та максимальне можливе озеленення території із насадженням вологолюбних порід дерев із розгалуженою кореневою системою. Для житлових кімнат доцільне покращення мікрокліматичних характеристик із використанням відповідної кліматичної техніки, світлозахисних пристроїв тощо
Підділянки з морфометричними характеристиками: $K_{sp} \geq 300,1$ м/га; $K_{gp} \geq 10,1$ м/га; $i \geq 30,1^\circ$; різноманітні експозиції	Підділянки належать до несприятливих територій для будівництва. Необхідні значні матеріально затратні заходи з вертикального та горизонтального планування території. Обов'язкове влаштування закритих горизонтальних дренажів та закритої дощової каналізації. Під час освоєння схилів необхідні їх терасування та закріплення підпирними стінками. Можливий розвиток гравітаційних геологічних процесів. Ці підділянки не рекомендовано залучати у будівництво, оптимальний варіант – організація зелених зон, заліснення території

Дискусія

Виконане інженерно-геологічне районування території м. Ірпінь дає підстави визначити такі теми для обговорення:

- Недоліки інженерно-геологічного районування м. Ірпінь;
- Практична значущість інженерно-геологічного районування м. Ірпінь.

1. Недоліки інженерно-геологічного районування м. Ірпінь.

Одним із недоліків здійсненого дослідження з інженерно-геологічного районування м. Ірпінь вважаємо відсутність інформації про неотектонічні рухи, особливо структурних форм, активність яких відображена в рельєфі та будові четвертинних товщ. Інженерне значення має інформація про сумарні амплітуди неотектонічних рухів (опускання або піднімання), неотектонічно активні розривні порушення, новітні порушення, виділення неотектонічних струк-

тур, розломів різних порядків, оскільки це впливатиме на стійкість споруд та їх безаварійну експлуатацію, а відтак ця інформація вплинула би на ступінь придатності ділянок для будівництва. Немає також інформації про виділення морфоструктур першого, другого та третього порядків і про тектонічні лініменти [Барцевський та ін., 1989].

Згідно з картою загального сейсмічного районування м. Ірпінь має сприятливий сейсмоактивний профіль [ДБН В.1.1-12:2014, 2014], однак, якщо здійснити мікросейсмічне районування міста, то в межах ділянок з розвитком небезпечних природних процесів, підвищених морфометричних показників, неотектонічних рухів можна припустити підвищену сейсмічну активність, що потребує спеціальних заходів для закладання фундаментів, будівництва каркасу будівель.

Досліджено розвиток небезпечних природних процесів, однак немає даних про антропогенний морфогенез у межах міста, який проявляється пе-

редусім у зміні рельєфу, ґрунтового покриву, рослинності та гідрогеологічних умов. Враховуючи розташування м. Ірпін поблизу столиці – м. Києва та темпи будівельного освоєння міста під житлово-громадську забудову, варто враховувати насамперед загальне нівелювання рельєфу, стирання геоморфологічних граней на поверхні, поступове зникнення природного мікрорельєфу, появу антропогенного мікрорельєфу (кар'єри, земляні вали, дамби, насипи, дорожні виїмки) [Шнюков та ін., 1993].

Основними недоліками під час визначення геотехнічних властивостей ґрунтів (інженерно-геологічних елементів) у межах м. Ірпін вважаємо відсутність таких досліджень: а) визначення хімічних властивостей ґрунтів, зокрема відсутні дані про розчинність, кислотно-основні властивості та хімічну агресивність ґрунтів; б) визначення фізичних властивостей ґрунтів, зокрема немає інформації про теплофізичні (теплоємність, морозостійкість ґрунтів) та електричні властивості (електропровідність, корозійна активність ґрунтів); в) визначення біотичних властивостей ґрунтів (біологічна активність, біоагресивність та біокорозія у ґрунтах); г) визначення певних фізико-механічних властивостей ґрунтів (реологічні властивості: повзучість, релаксація напруг у ґрунтах, тривала міцність ґрунтів; динамічні властивості: поведінка ґрунтів у разі вібраційних та імпульсивних впливів, розріджуваність ґрунтів) [Трофімов та ін., 2005].

Варто зазначити, що побудовано геолого-літологічні розрізи та визначено геотехнічні властивості ґрунтів лише у густозабудованій та найосвоєнішій північній, північно-східній, північно-західній частинах міста, тоді як на решті території міста Ірпеня не виконувались геолого-літологічні дослідження, що є суттєвим недоліком для містобудівельного освоєння міста на віддалену перспективу.

2. Практична значущість інженерно-геологічного районування м. Ірпін.

Практичний аспект виконаного інженерно-геологічного районування полягає у створенні якісної схеми інженерно-будівельної оцінки, яку бажано долучити до графічних матеріалів генерального плану населеного пункту [ДБН Б.1.1-14:2021, 2022]. Особливе значення для інженерів-проектувальників та архітекторів має виділення ділянок, несприятливих для будівництва, які необхідно вилучати, плануючи містобудівельний розвиток. Окрім цього, дослідження у повному обсязі допомагає виділити планувальні інженерно-геологічні обмеження. Карта інженерно-геологічного районування слугуватиме основою для обов'язкової схеми інженерної підготовки та захисту міста: наведена інженерно-будівельна характеристика інженерно-геологічних ділянок та підділянок допоможе визначити необхідний обсяг земляних планувальних робіт (вертикальне та горизонтальне планування території) та вибрати відповідні заходи із інженерного захисту території міста. Інженерно-геологічне районування надає точну інформацію про розвиток небезпеч-

них природних процесів, а відтак допомагає точно виділити економічно обґрунтований обсяг планувально-захисних заходів. Окрім того, інженерно-геологічне районування дає змогу правильно вибрати місця розташування споруд, їх конструкції, визначити роботи із розтину котлованів, раціональні типи фундаментів [Трофімов, Красилова, 2008]. Отримані матеріали дають можливість зменшувати обсяги та строки вишукувальних робіт, знизити вартість цивільного та промислового будівництва та поліпшити якість проєктних рішень.

Висновки

1. Якісна інженерно-будівельна оцінка у складі проєкту генерального плану міст повинна ґрунтуватися на основі інженерно-геологічного районування території із виділенням таксономічних одиниць різного порядку.

2. Принципи виділення різнорівневих таксономічних одиниць заклав І. В. Попов. Вони передбачають виділення інженерно-геологічних регіонів як найбільшої таксономічної одиниці інженерно-геологічного районування, за структурно-тектонічними ознаками, виділення інженерно-геологічних провінцій – за морфоструктурою та гідрогеологічною структурою, виділення підпровінцій – за морфогенетичним типом території першого порядку, областей – за морфогенетичним типом території другого порядку, районів – за спільністю умов геологічного розвитку, підрайонів – за інженерно-геологічними комплексами порід четвертинної товщі, ділянок – за умовами будівництва, виділення підділянок рекомендовано здійснювати за проявом геодинамічних процесів та морфометричними характеристиками рельєфу.

3. Для обґрунтованого виділення ділянок міста із різним ступенем сприятливості для будівельного освоєння досліджено геоморфологічну, геолого-літологічну будову, гідрогеологічні умови, проаналізовано склад і властивості ґрунтів, виконано морфометричний аналіз території, виявлено небезпечні природні та антропогенні процеси.

4. Виділено одинадцять інженерно-геологічних ділянок із відповідними характеристиками природних та антропогенних факторів умов будівництва згідно з принципами інженерно-геологічного районування, серед яких шість ділянок несприятливі для будівництва.

5. Підділянки із проявом затоплення катастрофічними паводками 1 % рівня забезпеченості, із проявами скелястих та земляних обривів та перевіювання пісків належать до несприятливих для будівництва територій, підділянки із проявом підтоплення – як до несприятливих, так і до порівняно сприятливих територій для будівництва. Підділянки із високими показниками горизонтального, вертикального розчленування та крутизни схилів належать до несприятливих для будівництва, оскільки тут висока ймовірність розвитку ерозійних та гравітаційних процесів.

6. Практичний аспект здійсненого інженерно-геологічного районування полягає у створенні якісної схеми інженерно-будівельної оцінки, доповненні схеми планувальних обмежень. Карта інженерно-геологічного районування є основою для обов'язкової схеми інженерної підготовки та захисту міста. Інженерно-геологічне районування дає змогу правильно вибрати місця розташування споруд, їх конструкції, визначити роботи із розтину котлованів, раціональні типи фундаментів, зменшувати обсяги та вартість вишукувальних робіт, будівництва та поліпшити якість проєктних рішень.

Список літератури

- Алексєєв Ю. Н. Інженерно-геологічне районування Київської області для меліоративного будівництва. Київ: Будівельник, 1980. 128 с.
- Барщевський М. Є., Купраш Р. П., Швидкий Ю. М. Геоморфологія та рельєфоутворюючі відклади району м. Києва. Київ: Наукова думка, 1989. 178 с.
- Богдєвич О. П., Ісичко Є. С. Інженерно-геологічне районування міста Кагул. *Вісник Інституту геології та сейсмології АНМ*. 2016. № 2. С. 52–59.
- Генеральний план міста Ірпінь: поясн. записка. Київ: ДППРОМІСТО, 2017. 180 с.
- Гребенщиків В. П., Гребенщикова Н. В., Капітальчук І. П. Інженерно-геологічне районування території міста Бендери. *Вісник Владикавказького наукового центру*. Владикавказ, 2021. Вип. 3. С. 67–75. <https://doi.org/10.46698/j8822-5194-7071-q>
- ДБН Б.1.1-14:2021: Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 77 с.
- ДБН В.1.1-24:2009: Захист від небезпечних геологічних процесів. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 108 с.
- ДБН В.1.1-25:2009: Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 52 с.
- ДБН В.1.1-12:2014: Будівництво у сейсмічних районах України. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.
- ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X: Настанова щодо інженерного захисту територій, будинків, будівель та споруд від підтоплення та затоплення. Київ: Мінрегіонбуд України, 201X. 203 с.
- Жирнов П. В. До проблеми інженерно-будівельної оцінки територій з урахуванням локальних природних і техногенних факторів (на прикладі Ренійського р-ну Одеської обл.). *Геофізичний журнал*, 2015. Вип. 37. С. 115–123. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i6.2015.111178>
- Кравчук Я. С. Інженерно-геоморфологічне картографування. Львів: Світ, 1991. 144 с.
- Марчак А. І. Методика морфометричного аналізу рельєфу басейнових систем гірських територій засобами ГІС-технологій (на прикладі басейну р. Прут у межах Чорногори). *Вісн. Львів. нац. ун-ту ім. І. Франко*, 2012. Вип. 40. С. 68–90. <https://doi.org/10.30970/vgg.2012.40.2085>.
- Палієнко В. П., Барщевський М. Є., Бортник С. Ю., Палієнко Є. Т., Вахрушев Б. О. Загальне геоморфологічне районування території України. *Український географічний журнал*. Київ, 2004. Вип. 1. С. 3–11.
- Попов І. В. Інженерна геологія: навч. посіб. Москва: Державне видавництво геологічної літератури, 1951. 444 с.
- Руденко Ф. А., Соляков І. П., Месяць І. А. Гідрогеологія УРСР. Москва: Недра, 1971. 614 с.
- Рудько Г. І., Гуда О. В. Геодинамічний режим екзогенних геологічних процесів в басейні річки Тиса (Закарпатська область). *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2013. № 1. С. 9–14.
- Сєдін В. Л., Грабовець О. М., Бондар О. В. Інженерна геологія: навч. посіб. Дніпропетровськ: Середняк Т. К., 2015. 488 с.
- Сімонов Ю. Г., Кружалін В. І. Інженерна геоморфологія: навч. посіб. Москва: МДУ, 1993. 208 с.
- Соловицький В. Н., Возгрин Б. Д. Геологічна карта Київської області масштабом 1:50000 по листах. Київ: Укргеолстром, 1990. 10 с.
- Суматохіна І. М. Інженерно-геоморфологічний ризик розвитку небезпечних екзогенних процесів на території міста Дніпропетровська: дис. ... канд. геогр. наук. Дніпропетровськ, 2004. 213 с.
- Трофімов В. Т., Корольов В. А., Вознесенський Є. А., Голодковська Г. А., Васильчук Ю. К., Зіангіров Р. С. Грунтознавство: навч. посіб. 6-те вид., доп. Москва: МДУ, 2005. 1024 с.
- Трофімов В. Т., Красилова Н. С. Інженерно-геологічні карти: навч. посіб. Москва: КДУ, 2008. 383 с.
- Цибко В. А. Інженерно-геологічний атлас міста Ірпінь масштабом 1:5000. Київ: УКРПІНТР, 2020. 97 с.
- Чуйко О. Е. Інженерно-геологічні умови території лиману Малий Аджалик. *Вісн. Одес. нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова*, 2001. Вип. 5. С. 51–54.
- Шнюков Є. Ф., Шестопалов В. М., Яковлев Є. А. Екологічна геологія України: довід. посіб. Київ: Наукова думка, 1993. 407 с.
- Шпаковський Ю. Є. Інженерно-геологічне районування м. Одеса. *Вісн. Одес. нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова*, 1999. Вип. 5. С. 51–54.
- Akter, S., Ekram Ali, R., Karim, S., Khatun, M., Alam, M. (2018). Geomorphological, geological and engineering geological aspects for sustainable urban planning of Mymensingh city, Bangladesh. *Open Journal of Geology* 8, 737–752. <https://doi.org/10.4236/ojg.2018.87043>
- Al Solami, A., Al Barakati, G., Sayed, A. S. Al Bahloul, S., Al Tunsi, B. (2006). Engineering geological mapping of the holy city of Makkah Al Mukarramah, Saudi Arabia. *10th IAEG International Congress – Engineering geology for tomorrow's cities*, 552, 1–10.

- El May, M., Diala, M., & Chenini, I. (2010). Urban geological mapping: geotechnical data analysis for rational development. *Engineering Geology*, 116, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.08.002>
- Huang, C. T., Lin, Y. K., Kao, T.C., & Moh, Z. C. (1987). *Geotechnical engineering mapping of the Taipei city, proceedings of 9th Southeast Asian Geotechnical Conference*. Bangkok, Thailand.
- Koukis, G., & Sabatakakis, N. (2000). Engineering geological environment of Athens, Greece. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment volume 59*, 127–135. <https://doi.org/10.1007/s100640000058>
- Marschalko, M., Bednárik, M., & Yilmaz, I. (2012). Evaluation of engineering-geological conditions for conurbation of Ostrava (Czech Republic) within GIS environment. *Environmental Earth Sciences*, 67, 1007–1022. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1547-9>
- Muceku, Y. (2012). The engineering geological mapping on scale 1:10000 for tourism development in Adriatic Coastal Plain-Divjaka, Albania. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, 4, 32–39.
- Mykolaenko O., Zhynov P., Sadoviy Y., Tomchenko O., & Pidlisetska I. (2019). *Assessment engineering geological zoning of Kalush city using ERS data for urban development. Proceedings of 18th International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, 2019*. Kyiv, Ukraine: European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902029>
- Paula da Silva A. F., & Rodrigues-Carvalho, J. A. (2006). Engineering geological mapping for the urban planning of Almada County, Portugal. *10th IAEG International Congress – Engineering geology for tomorrow's cities*, 165, 1–7.
- Wakamatsu, K., & Matsuoka, M. (2013). National 7.5-arc-second Japan engineering geomorphologic classification map and Vs30 zoning. *Journal of Disaster Research*, 5, 904–911. <https://doi.org/10.20965/jdr.2013.p0904>
- Zuquette, L. V., Osni Pejon, O. J., & Santos Collares, J. Q. (2004). Engineering geological mapping developed in the Fortaleza Metropolitan Region, State of Ceara, Brazil. *Engineering Geology*, 71, 227–253. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(03\)00136-4](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(03)00136-4)

Pavlo ZHYRNOV¹, Iryna SOLOMAKHA²

¹ Design Institute of Security Service of Ukraine, 5, Zolotovorytska str., Kyiv, 01030, Ukraine, tel.:+38(044)2569436, e-mail: sbu-misto@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3972-3156>

² Ukrainian State Scientific Research Institute of Cities' Design "DIPROMISTO" named after Y. M. Bilokonya, 26, byl. Lesi Ukrainky, Kyiv, 01133, Ukraine, tel.:+38(044)2856338, e-mail: admin@dipromisto.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1779-0139>

ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING AS A SCIENTIFIC-METHODICAL BASIS
FOR SCHEME'S DEVELOPMENT OF ENGINEERING-CONSTRUCTION ASSESSMENT
(ON THE EXAMPLE OF IRPIN TOWN KYIV REGION)

The article is aimed at conducting the engineering-construction assessment of Irpin town Kyiv region based on the engineering-geological zoning of the settlement, which provides the allocation of different-level taxonomic units with a set of natural and anthropogenic factors of construction conditions from the largest unit (engineering-geological region) to the smallest (sites and subsites). Engineering-geological surveying and engineering-geological mapping became the main research methods. The main result of the study was a comprehensive comparison of data on the geomorphological, geological-genetic structure, hydrogeological conditions, soils' composition and properties of Irpin ultimately provided an opportunity to build a large-scale synthetic map of engineering-geological zoning and engineering-construction assessment of the town. Eleven engineering-geological sites with appropriate characteristics of natural and anthropogenic construction conditions' factors have been identified, among which six are unfavorable for construction. The scientific novelty of the above research lies in the application of engineering-geological zoning as a basis for engineering-construction assessment, which is not limited to the selection of planning restrictions of an engineering-geological nature. For the first time the novel method of engineering-geological subsites' selection is based on the principle of taking into account natural hazards and morphometric characteristics of the relief, which reflect the degree of erosion dissection, potential for the of modern relief-forming processes' manifestation and soil erosion. The practical aspect of the conducted research consists in creating a high-quality scheme of engineering-construction assessment, supplementing the scheme of existing planning restrictions, selecting optimal and economically justified measures for engineering preparation and territories' protection against dangerous geological processes. Engineering-geological zoning allows you to determine safe places for the accomodation of engineering structures, their structural features, choose rational types of foundations, reduce the cost of survey and construction work and generally improve the design's quality.

Key words: engineering-geological zoning; engineering construction assessment; taxonomy units; dangerous geological processes; morphometric characteristics; geological-lithological structure; Irpin.

Надійшла 02.10.2022 р.