Лекція 09.04.2020

Небезпечні природно-техногенні процеси Криму та інших геологічних структур України.

Гірський Крим – складна складчаста споруда (мегантіклінорій), в основі якої залягають сильно дислоковані відклади тріасу та юри (таврічна серія), верхні поверхи складені утвореннями юри, крейди та палеогену. Гори у вигляді величезних щаблів обриваються до Чорного моря трьома грядами, максимальна висота Головної гряди - 1 545 м (гора Роман-Кош). На північ щаблі полого знижуються, утворюючи похилі плоскогір'я – яйли, складені вапняками.

Освоєння території Гірського Криму під санаторно-курортне та житлове будівництво ведеться з урахуванням наявності абразійних та ерозійних процесів, селевих паводків, активних зсувів і обвалів, а також періодичної сейсмічної активності.

Узбережжя Гірського Криму від Севастополя до Феодосії зазнає абразії. Абразійні процеси сформували сучасну берегову лінію, сучасний рельєф, чому сприяло тектонічне опускання узбережжя. Шельф біля берегів Гірського Криму різко звужений, а континентальний схил має значну крутість. Характер і швидкість переробки берегів пов'язані в основному з петрографічним складом порід узбережжя. Найбільші миси складено інтрузивними і скельними породами. Бухти утворилися біля берегів, які складені породами флішової формації або четвертинних відкладень схилів, що легко піддаються розмиву.

Тектонічне зниження узбережжя та підняття рівня світового океану спричинило зсувні процеси. Зсувні процеси південного Криму формувалися протягом усього четвертинного періоду та відносяться до типу грандіозних (за масштабом) і складних (за механізмом) зсувів. Складні зсуви південних схилів Головної гряди Кримських гір мають великі розміри за площею (до 1-2 км^2), довжину за віссю руху до 2-3 км із різноманітними (глетчероподібними) формами. Поховані давні ерозійні форми заповнені матеріалом складних зсувів. Важливою характеристикою складних зсувів є наявність ступінчастості у покрівлі корінних порід (у середньому від 2 до 8 щаблів), для них є характерною стадійність: тимчасова стабілізація – зсув. Усі перераховані особливості інженерно-геологічних умов і механізму зсувних процесів дозволяють називати складні зсуви зсувними системами (ЗС). Наприклад: Батиліманська зсувна система, Велика Алупкінська зсувна система, Кучук-Койська зсувна система тощо.

Надзвичайно інтенсивний вплив людини на геологічне середовище протягом другої половини минулого сторіччя призвів до виникнення

техногенних зсувів. При будівництві різних об'єктів (особливо при будівництві автодоріг) геологічне середовище найбільш чутливо реагує на зміни напруженого стану та характеристик міцності гірських порід, внаслідок чого формуються техногенні зсуви або погіршуються умови рівноваги природних зсувів, і вони характеризуються вже як природно-техногенні. Формування техногенних зсувів обумовлено: порушенням протизсувного режиму (55,6 %), недосконалістю виконаних оцінок інженерно-геологічних умов (36,2 %), несвоєчасним або неповним виконанням заходів захисту (3,9 %).

Селі в Криму утворюються після зливових дощів з наступним проривом земляних гребель. Осередки селів пов'язані зі скупченням сипкоуламкового матеріалу по руслах річок і тимчасових водотоків, тип зародження селів – ерозійний, іноді в селевий потік втягується зсувний матеріал. Селі північного селенебезпечного району являють собою паводки з елементами селевого режиму (підвищений вміст твердих фракцій, заторний пульсуючий характер руху). Найбільш селенебезпечним серед виділених районів є південно-східний район (між Алуштою та Судаком). Селеві паводки формуються як у басейнах великих рік, так і в дрібних балках і ярах.

У Гірському Криму розповсюджені та ерозійні процеси. Розвитку ерозійних процесів сприяють: гірський рельєф субаридної області, складений в основному карбонатно-теригеними породами та піщано-глинистим флішем, що легко вивітрюється; неоднорідність складу покривних відкладень; великі ухили рельєфу, що становлять 10°-30°; рідка деревинно-чагарникова та трав'яниста рослинність; інтенсивний техногенний вплив. Ерозійні форми представлені борознами, вимоїнами, ярами, балками, ущелинами, каньйонами, V-подібними й коритоподібними долинами водотоків.

Підтоплення Гірського Криму пов'язано з підйомом РГВ внаслідок зрошуваного землеробства, гідротехнічного будівництва та урбанізації територій. Цей процес порівняно з рівнинним Кримом не має регіонального характеру. Найбільш широкий розвиток цей процес має на урбанізованих територіях. У наш час в Гірському Криму частково або повністю підтоплені 3 міста (Сімферополь, Севастополь, Феодосія) і 24 сільських населених пункти. Основними причинами підвищення РГВ на забудованих територіях є витоки води з водогінних комунікацій, полив присадибних ділянок і зелених насаджень, фільтрація води зі зрошуваних земель, ставків і водоймищ, низький рівень благоустрою, зменшення випаровування за рахунок збільшення площі асфальтового покриття тощо.

У Гірському Криму широко розвинені карстові процеси. Вони розвиваються, в основному, у верхньоюрських, верхньокрейдових і

палеогенових вапняках, що чергуються на окремих ділянках з карбонатним флішем, мергелями та піщаниками. Товщина карстових порід становить від 100-200 до 1000-1300 м (Бабуганський та Ялтинський райони). З поверхневих карстових форм найважливіше інженерно-геологічне значення мають воронки, осідання та рови. Порожнини корозійно-ерозійного класу представлені печерами та шахтами-панорамами, розкритими печерами та печерами-джерелами. Відомо 428 порожнин цього генезису, найбільш великі з них карстові порожнини розташовані в Ай-Петринському, Чатирдагському, Долгоруківському, Карабійському районах. Виділяються також порожнини корозійно-гравітаційного, нівально-корозійного та корозійно-абразійного класів. Останні формуються під спільним впливом абразії та корозії змішування підземної прісної та морської солоної води.

Останнім часом різко зріс техногенний вплив, що призводить до активізації корозійних процесів і суфозійного виносу заповнювача з карстових порожнин. Основними факторами техногенної активізації є орання малопотужних ґрунтів, спорудження водойм і ставків у долинно-балкових формах рельєфу і карстових улоговинах, розробка кар'єрів і водозниження при експлуатації тріщинно-карстових водоносних горизонтів.

Територія Керченського півострова АР Крим у геологічному відношенні належить до структури ***Індоло-Кубанського крайового прогину***. Індоло-Кубанська западина є перехідною формою від платформи до складчастих областей. Тут розвідано велике родовище залізних руд у кіммерійських піщано-глинистих відкладах. Потужність рудних шарів – 1-92 м, глибина залягання – від 0 до 92 м, вміст заліза – до 40 %.

Проблеми розробки гірських порід характерні для всіх районів: техногенне осадонакопичення у вигляді відвалів гірських порід, втрата цінних природних угідь, порушення гідрогеологічних і геологічних умов. З несприятливих техногенних процесів цього району слід відзначити наявність підземних гірничих виробок, пов'язаних з видобутком вапняку-черепашнику (Аджимушкайські каменоломні).

Передкарпатський крайовий прогин охоплює частково Львівську, Івано-Франківську та Чернівецьку області.

Передкарпатський прогин є передгірною западиною, що виконана неогеновими моласами, продуктами руйнування гірсько-складчастої області Українських Карпат, потужністю 4 000-5 000 м.

Нижня межа геологічного середовища визначається тут положенням нафтогазоносних порід. Поклади нафти зосереджені в палеогенових відкладах на глибинах від 500 до 4 800 м, газу – у відкладах верхньої юри, крейди та неогену на глибинах від 100 до 4 800 м. У Передкарпатті добувають також

самородну сірку (Новороздольське та Яворівське родовища), калійні солі (Стебніковське та Калушсько-Голинське родовища).

Геоенергетичні показники тектонічних структур Передкарпатського прогину визначають порівняно інтенсивний розвиток геологічних процесів. Тут максимально розвинені зсуви, ерозія та карст.

Значне техногенне навантаження на геологічне середовище визначається розвитком гірничорудної та гірничодобувної промисловості (розробка родовищ кам'яних і калійних солей, нафти та газу). При розробці кам'яних і калійних солей відзначається активізація соляного карсту, осідання над гірничими виробками, засолення ґрунтових вод. З розробкою родовищ сірки пов'язані техногенно-обумовлений сульфатний карст, зміни гідрохімічних умов у зоні впливу родовищ, зміна геохімічних параметрів ґрунтів.

Цивільне та промислове будівництво, розробка родовищ будівельних матеріалів на потенційно зсувних територіях південно-східного Передкарпаття спричиняють активізацію зсувів з руйнуванням або деформацією будинків і споруд.

Карпатська складчаста система охоплює частково Закарпатську, Львівську, Івано-Франківську та Чернівецьку області.

Це центральна ланка Карпатської гірської гряди альпійського орогенезу. У геологічному розрізі виділяються: докембрійський кристалічний фундамент, палеозойські метаморфізовані породи та мезокайнозойські відклади, залучені в альпійський орогенез, і вони являють собою, в основному, флішову формацію. Ширина складчастої зони - від 100 до 120 км, висота гір - від 900 до 2 000 м.

Основними геологічними процесами в Карпатській гірсько-складчастій області, на розвиток яких впливають техногенні фактори, є зсуви, селі та ерозія. Найбільша кількість випадків активізації зсувних процесів спостерігається у зв'язку зі спорудженням лінійних об'єктів: будівництво доріг, нафтопроводів і газопроводів. Багатократне зростання небезпеки відзначається при будівництві лінійних об'єктів уздовж схилів. Основними селеутворюючими природними факторами є геологічна та тектонічна будова, геоморфологічні та кліматичні умови. Однак вирубка лісів, будівництво доріг, будівництво дамб та інших гідротехнічних споруд у пригирловій частини водотоків призводить до збільшення активності зсувних, селевих і ерозійних процесів. Дамби найчастіше слугують штучними накопичувачами брудо-кам'яного матеріалу. Вищевказана діяльність також призводить до епізодичних катастрофічних явищ – затоплення населених пунктів даного регіону.

Закарпатський міжгірський прогин – міжгірна депресія, для якої є характерною блокова структура донеогенового фундаменту та моласовий чохол, заповнений відкладами неогенового віку. Геологічне середовище цієї території – це верхня частина літосфери, що розвивається в межах гірсько-складчастої області крайового та міжгірного прогинів.

У межах цього району інтенсивність техногенної діяльності є різною. Вона пов'язана з родовищами поліметалів, ртуті, солі, будівельних матеріалів, бурого вугілля (лігнітів), мінеральних і термальних вод. Видобуток корисних копалин призводить до активізації екзогенних геологічних процесів. Так, наприклад, зсуви відзначені в межах Мужиївської гори і в межах Вишківського родовища ртуті. Широкий розвиток мають зсуви на ділянках спорудження та функціонування лінійних об'єктів. Активізація зсувних процесів відбулася при підрізанні схилу для будівництва автошляху Мукачеве – Ужгород. Значний розвиток мають зсуви на давньозсувних схилах при прокладанні газопроводів і нафтопроводів, також у цих зонах активізується яружна ерозія.

Карст Закарпатського прогину пов'язаний з виходом на денну поверхню соленосних утворень верхнього тортону. Найбільший розвиток карсту спостерігається у межах Солотвинського родовища кам'яних солей. На ділянках, де сіль виходить на денну поверхню, розповсюджений відкритий карст: соляні піраміди, соляні столи, соляні гриби. В основі цих форм утворюються корозійні воронки, карстові жолоби. На поверхні виникають провальні воронки над відпрацьованими камерами соляних шахт.

Господарська діяльність людини, пов'язана з інтенсивною вирубкою лісів, будівництвом дамб, що разом з великою кількістю опадів по даному району спричиняє підтоплення, а нерідко й катастрофічне затоплення населених пунктів.

У ряді регіонів України існує небезпека сейсмічних впливів на об'єкти будівництва. Насамперед це Карпатський і Кримський регіони і ряд територій, що є прилеглими до цих регіонів. Причому, на територіях багатьох населених пунктів районна сейсмічність становить 8-9 балів, що означає практично повне руйнування [5]. Практично в усіх населених пунктах є ділянки, де природні сейсмічні умови погіршуються за рахунок підтоплення, створення насипів з пухких ґрунтів, підрізки схилів тощо. Це, звичайно, приводить до подорожчання будівництва або підвищення небезпеки руйнувань уже побудованих об'єктів.

Незважаючи на великий дослід будівництва в складних інженерно-геологічних умовах (85-87 % території України), теоретичні та практичні розробки в галузі інженерного захисту територій та об'єктів від небезпечних процесів, інженери-геологи нерідко стикаються з активними і навіть катастрофічними наслідками впливу цих процесів на будівництво. У більшості

подібних випадків (90-95 % за даними Виробничого НДІ вишукувань для будівництва) причиною є відсутність або недооцінка даних про можливість виникнення та розвитку небезпечних процесів (наприклад, прояви зсувних процесів у містах Кам'янське, Дніпро, Куп'янськ тощо).

При розробці прогнозів, додатково слід ураховувати, що в останні роки новим чинником зміни інженерно-геологічних умов є глобальні зміни клімату (ГЗК): потепління, збільшення опадів, а також частоти і висоти повеней, підвищення рівня моря (до 0,5 м з 1940-х рр.). Наведені фактори ГЗК сприяють активізації зсувних і селевих процесів, просідань, а також зростанню впливу підтоплення та зниженню міцності лесово-суглинистих порід. Тому процедура оцінки ризику і методика, що визначає обов'язковість цієї процедури мають вирішальне значення при виконанні вишукувальних робіт.

Отже, перераховані вище природно-техногенні процеси відбуваються одночасно з природними геологічними процесами, але їх інтенсивність, концентрація, частота прояву та інші параметри істотно перевищують аналогічні природні. Звідси випливає надзвичайне значення цих процесів. На території України відбувається активізація різних небезпечних природних процесів і явищ (зсувів, селів, підтоплення, просадки, провалів поверхні тощо), які спричинені або активізуються людиною, часто її нераціональною господарською діяльністю. У таблиці 2 наведено залежність розвитку небезпечних процесів і явищ від природних умов виникнення і суттєвих факторів техногенного впливу.

При зростаючому навантаженні на геологічне середовище з'являється необхідність оцінки ризику небезпечного розвитку природних і природно-техногенних процесів при будівництві та експлуатації господарських об'єктів.

Таблиця 2

Умови виникнення та розвитку небезпечних процесів і явищ

Процеси	**Природні умови**	**Суттєві фактори техногенного впливу**
1	2	3
Зсуви	Схили (укоси) з $K_{ст} < 1{,}25$. Характерні ознаки: літологічна неоднорідність, виточення води, тріщини заколу, «п'яний ліс», деформації існуючих будинків і споруд	Навантаження прибровочної частини схилу, підрізка основи стінки відриву або схилу, додаткове замочування ґрунтів, динамічні навантаження
Обвали	Крутість схилу > 45°. Літологічна неоднорідність, тріщинуватість ґрунтового масиву	Навантаження прибровочної частини схилу, підрізка основи стінки відриву або схилу, додаткове

		замочування ґрунтів, динамічні навантаження
Селі	Гірська місцевість із ухилами > 30°. Наявність пухкого ґрунтового матеріалу, підвищені опади, висока ймовірність виникнення селів у даному районі	Утруднення поверхневого стоку
Лавини	Гірська місцевість (із ухилами > 6°). Підвищені опади	Динамічні навантаження
Ерозія	Ухили поверхні > 2°. Пухкі ґрунти, підвищені опади	Збільшення крутості схилу (при наявності легко розмивних відкладів (лесові ґрунти)), порушення поверхневого стоку, знищення кореневої системи дерну і деревинно-чагарникових рослин
Абразія	Крутість берегових схилів, енергія хвиль, ширина пляжу	Поглиблення дна моря або водойми, зміна вектора плину штучними донними спорудами
Затоплення	Відмітки поверхні в межах коливання рівня води в річці або нагінних хвиль на узбережжя моря або водойми	Розміщення об’єктів у зоні затоплення
Підтоплення	Близьке до поверхні залягання рівня ґрунтових вод (< 2,0 м) і водотриву (< 5,0 м)	Тривалі витоки з водогінних мереж, відсутність каналізації. Облаштування централізованого водопостачання за відсутності каналізації. Улаштування гребель
Карст	Наявність карстівних (розчинних) порід, висока тріщинуватість порід, наявність підземних вод. Наявність провалів, воронок та інших карстових форм	Порушення поверхневого стоку, втрати з водогінних комунікацій, створення водойм, зміна хімічного складу води, депресії при водозаборах
Суфозія	Неоднорідність гранулометричного складу ($d_{10}/d_{60} > 3$). Наявність порожнеч і високий градієнт напору	Збільшення інфільтраційного живлення підземних вод і збільшення градієнта напору,

		відкачка води поблизу існуючих водойм
Дегідратаційно-гравітаційне осідання	Наявність ґрунтів, здатних зменшуватися в об’ємі при зниженні гідростатичного тиску (дрібні та пилуваті піски, сильно пористі супіски та суглинки)	Зниження рівня ґрунтових вод
Просадність	Наявність сильнопористих ґрунтів, здатних додатково осідати при замочуванні під навантаженням	Втрати з водогінних мереж, поливи, локальне підтоплення
Набухання та усадка	Наявність ґрунтів, здатних збільшуватися в об’ємі при додатковому зволоженні та давати усадку при висиханні	Замочування ґрунтів основи при недостатньому заглибленні або пересушування при порушенні процесу вологообміну в зоні аерації (приблизно до глибини 2,0 м)
Осідання поверхні над гірничими виробками	Здатність ґрунтів зміщуватися, заповнюючи порожнини в масиві	Проходка гірничих виробок без кріплення або з тимчасовим кріпленням, посадка лави
Сейсмічні впливи	Районна сейсмічність > 6 балів. Наявність пухких і просадних ґрунтів. Високий рівень ґрунтових вод (< 5,0 м). Сильні катастрофічні землетруси в минулому	Додаткове інфільтраційне живлення ґрунтових вод. Підсипання території пухким глинистим ґрунтом
Вплив геофізичних полів	Електромагнітне випромінювання у зонах розвитку ендогенних геодинамічних процесів	Електромагнітні поля, що створені радіотехнічними об’єктами. Імпульсне випромінювання, створене радіолокаційними засобами

\

Практичні заняття

1. Самостійно вивчити тему «Процеси підтоплення території м. Харків». (текст додається)

2. Бути готовим доповідати про причини підтоплення м. Харків з використанням інженерно-гідрогеологічного розрізу.

Процеси підтоплення території м. Харків

Найбільш повна інформація про масштаби підтоплення Харкова (вірніше, Харківської промислово-міської агломерації), підкріплена даними моніторингу підземної гідросфери гідрогеологічного відділення інституту «УкрНДІІНТВ», відноситься до початку 80-х рр. (рис. 2). За цими даними, на той період підтоплені і потенційно підтоплювані ділянки склали загальну площу 13 560 га, в тому числі селітебні – 9 879 га та промислові – 3 681 га [18, 19]. Виходячи з загальноприйнятої класифікації підтоплюваності об'єктів і площ за ступенем небезпеки природно-техногенних процесів (табл. 12), підтоплено – 4 747 га, в тому числі в селітебній зоні – 2 472 га і в промисловій зоні – 2 275 га (I і II категорії небезпеки). З них: I категорії небезпеки – 1 320 га (близько 10 % загальної підтопленої та потенційно підтоплюваних площ міста) - це понад 11 000 домоволодінь одно- і малоповерхової забудови та близько 200 багатоповерхових будинків; II категорії небезпеки – 3 427 га (близько 25 %). У III категорію небезпеки входять 8 813 га (близько 65 %), в тому числі селітебні – 7 404 га та промислові – 1 409 га (табл. 12).

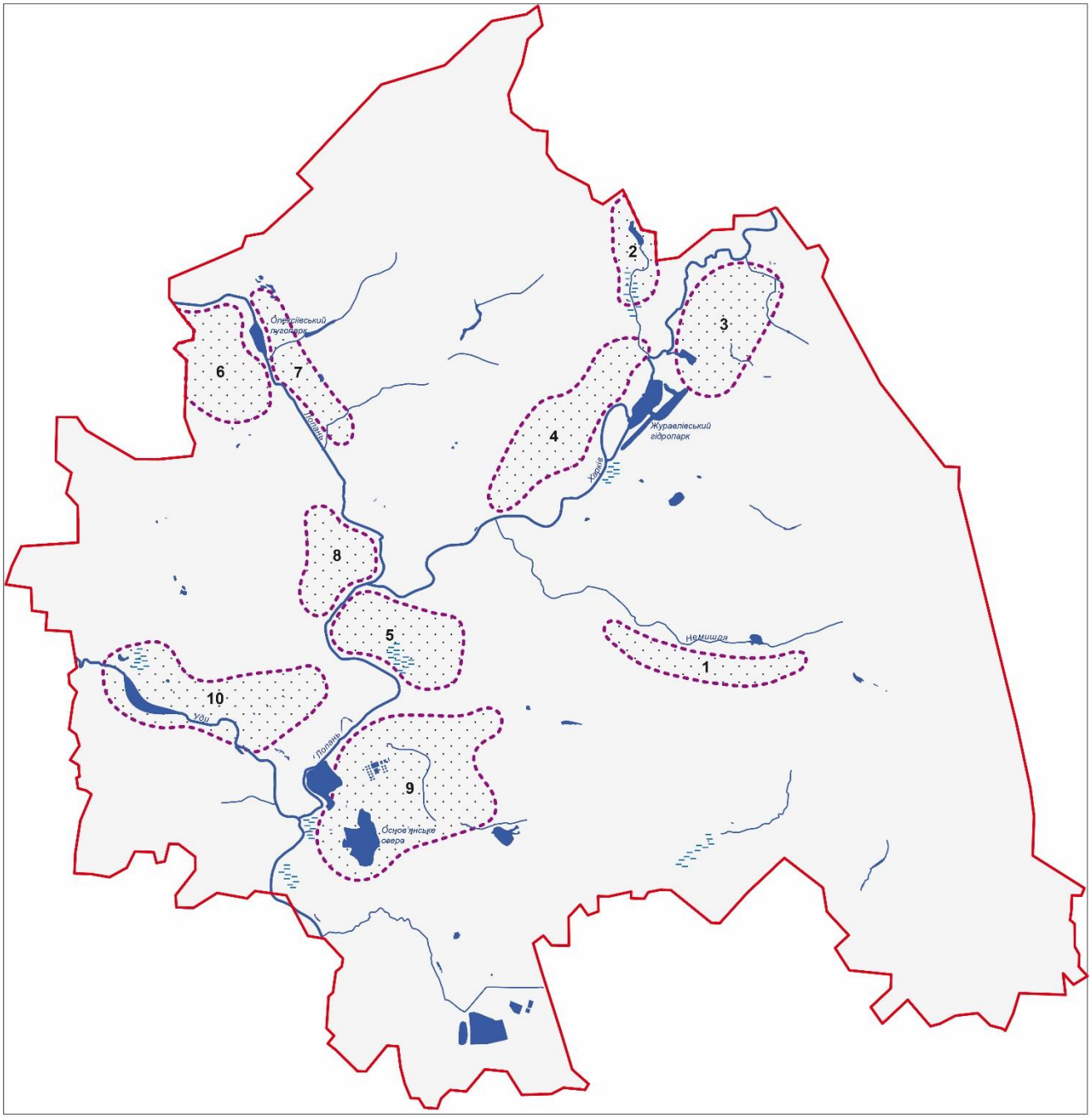

Рис. 2. Підтоплення території Харківської промислово-міської агломерації

Умовні позначення

№ з/п	Місцеположення	Підтоплено, га		
		За кат. I	За кат. II	Усього
1	Немишлянський житломасив, долина р. Немишля	50	130	180
2	Сокольники, Шишківка, Померки; правий (високий) борт долини р. Харків	40	60	100

3	Велика Данилівка, Північна Салтівка; долина р. Харків	170	470	640
4	Журавлівський житломасив, правобережжя р. Харків	350	972	1322
5	471 и 472 мікрорайони (в районі цирку), лівобережжя р. Харків	110	330	440
6	Сортировка, правобережжя р. Лопань	90	230	320
7	Олексіївка - центр, лівобережжя р. Лопань	100	260	360
8	Центральна частина міста, правобережжя р. Лопань	70	55	125
9	Основ'янський житломасив, лівий терасований борт долини р. Лопань	240	620	860
10	Нова Баварія, Новоселівка; долина р. Уди	100	300	400
	УСЬОГО	1320	3427	4747

Таблиця 12

Класифікація підтоплених об'єктів і територій м. Харків за ступенем небезпеки природно-техногенних процесів

Категорія	**Характеристика територій, загальна площа**	**Прояви впливу небезпечних процесів на стан середовища і господарську діяльність**	**Характер захисних заходів**

I	Території, в межах яких підтоплення становить безпосередню загрозу несучої здатності основ будівель і споруд, активізує небезпечні геологічні процеси, в тому числі зсувні, спричиняє аварії підземних споруд, в тому числі тунелів метрополітену і щитових колекторів, робить неможливим	Рівень ґрунтових вод вище санітарної норми. Вода надходить у підвальні приміщення, льохи, вигрібні ями. Затоплено лотки і колодязі системи теплофікації, водогону та інші комунікації. Відбувається заболочування призначених для забудови територій, застоювання поверхневих вод внаслідок неможливості інфільтрації в ґрунти. Деформації фундаментів і конструкцій будівель і споруд. Сирість або надходження ґрунтових вод у	Комплекс заходів, що відповідають НС, аж до відселення. Невідкладні гідромеліоративні або технічні заходи: облаштування відвідних каналів, тимчасових вертикальних примусових дренажів; облаштування променевих дренажів;
II	Території підтоплені, в межах яких підземні води піднімаються вище норми допустимої санітарними вимогами, активізують процеси, що погіршують	Стояння ґрунтових вод на глибинах менше 2-2,5 м від денної поверхні. Періодична поява води, в роки підвищеної водності, в підвальних приміщеннях і льохах. Підвищення агресивності впливів на підземні комунікації	Інженерна підготовка територій під забудову. Відновлення експлуатаційного стану відкритих і закритих дренажних систем.

III	Території потенційно підтоплювані 8813 га	Встановлено тенденцію систематичного підвищення рівня ґрунтових вод. Встановлено наявність інженерно-гідрогеологічних і техногенних факторів, що сприяють підвищенню рівнів ґрунтових вод. Спеціальні розрахунки на нормативні періоди часу вказують на можливість підйому рівнів ґрунтових вод до глибин, не припустимих	Інженерна підготовка територій під забудову. Облаштування дренажних систем, які можна будувати на забудованих територіях. Поновлення експлуатації водозаборів

Сьогодні можна з абсолютною впевненістю стверджувати, що розвиток процесів підтоплення міста за минулі 20 років прогресує. За окремим спостереженнями, вони відзначаються на тих ділянках міста, де раніше підтоплення не було. Якщо 20 років тому процеси підтоплення, що виражалися в підйомі рівня ґрунтових вод до глибин, що перешкоджають нормальному проживанню людей і їх господарської діяльності, розглядалися як самостійний, чисто динамічний процес, то сьогодні можна стверджувати, що є цілий комплекс небезпечних природно-техногенних явищ, які або пов’язані та виявляються в умовах підтоплення, або ініціюються й активізуються останніми [20]. До таких негативних явищ, причинно-наслідковий зв’язок яких з підтопленням явно виражений, слід віднести наступні:

- зміна в бік погіршення хімічного складу поверхневих і підземних вод, які використовуються для водопостачання (постійні об’яви на одному з харківських телеканалів про заборону пиття некип’яченої води);
- погіршення санітарних умов проживання населення аж до повної неможливості перебувати в виробничих і житлових будинках;
- зниження несучої здатності ґрунтів основ і аварійний стан будівель і споруд (з огляду на набухання, осади, просідання ґрунтів і їх деформації);
- підвищення корозійної активності підземних вод і ґрунтів;
- активізація небезпечних геологічних процесів, у т. ч. зсувних, суфозії і вилуговування;
- забруднення підземних вод токсичними речовинами в районах промислових майданчиків, полів фільтрації, полігонів відходів тощо;

- руйнування оболонок кабелів, електричних, газових і телекомунікацій хімічно активними речовинами, зокрема нафтопродуктами, що скупчилися на поверхні ґрунтових вод на об'єктах нафтовидобувної промисловості, зберігання, збуту (АЗС), транспортування уздовж трас нафтопроводів, виникнення там вибухонебезпечного обстановки;
- вимокання зелених насаджень.

Широкомасштабні та інтенсивні темпи освоєння нових площ міста під висотну забудову й антропогенний вплив призвели до значних перетворень геологічного середовища, порушення природних умов живлення, циркуляції і розвантаження підземних вод, тобто порушення умов природного водообміну і, як наслідок, до створення нових техногенних горизонтів ґрунтових вод і верховодки і звідси - до підтоплення.

З природних факторів на процеси підтоплення Харкова передусім впливає приуроченість підтоплених площ до певних геоморфологічних рівнів і близькість ерозійної мережі.

На матеріалі вивчення дев'яти профілів, які перетинають основні річкові долини і вододіли Харкова, було встановлено, що молоді (низькі) геоморфологічні рівні, що підтоплюються - це заплава, дофінівсько-причорноморська, вітачівсько-бузька і прилуцько-удайська тераси. Джерелами підтоплення слугують додаткова інфільтрація зверху, додаткове живлення знизу, порушення умов розвантаження обухівського водоносного горизонту. Верхні геоморфологічні рівні (пліоценові тераси і плато) також підтоплюються (іноді - підтоплюються умовно). Їх джерела підтоплення - додаткова інфільтрація зверху, наявність глин в основі субаеральної товщі. Нарешті, середні за віком і гіпсометрії геоморфологічні рівні (це середньо- і ранньочетвертинні тераси: кайдацько-тясминська, завадовско-дніпровська, лубенсько-тилігульська, мартоношсько-сульська), як правило, є непідтоплюваними (причини - в забезпеченні розвантаження обухівського водоносного горизонту, в основі субаеральної товщі немає глин). Однак, як виняток, на окремих ділянках кайдацько-тясминська тераса може, як і молодші тераси, бути підтопленою. Щодо пліоцен-четвертинної та широкінсько-приазовської тераси, то здебільшого вони підтоплюються, але в деяких випадках можуть бути непідтоплюваними.

З усього різноманіття причин підтоплення Харкова слід виділити дві основні [20].

Перша причина - зниження, а на окремих водозаборах і повне припинення експлуатації крейдяно-мергельного водоносного горизонту, що використовується для водопостачання міста.

Потреби м. Харків у питній воді вони задовольняли на 25 %. Експлуатація почалась на початку XX століття. Основна маса водозабірних свердловин облаштована в заплавах річок Лопань, Харків, Немишля та Уди.

Починаючи з 1965 р. водовідбір поступово зменшувався і спостерігався процес відновлення відпрацьованих рівнів. У 1985-1986 рр. окремі водозабори або були відключені повністю, або продовжують частково експлуатувати крейдяно-мергельний водоносний горизонт. Відновлення раніше спрацьованих рівнів крейдяно-мергельного горизонту спричинило підйом рівнів пов'язаних з ним ґрунтових вод, що спричинило підтоплення значних територій міста (рис. 2, 3). Тому можна зробити висновок - ***відновлення експлуатації крейдяно-мергельного водоносного горизонту дозволило б ліквідувати підтоплення на 70 % території Харкова***.

Друга причина - це колосальні техногенні витоки (втрати) з різних мереж водогінних комунікацій на всій території Харківської промислово-міської агломерації, які в десятки разів перевищують інфільтрацію атмосферних опадів (для Харкова витоки складають $1{,}41\text{-}2{,}44 \cdot 10^{-3}$ м/добу і більше), які особливо активізувалися з приходом до міста «великої води» від водоводів (у т. ч. і від каналу Дніпро - Донбас) для водопостачання міста Харків.

Значна роль у процесах підтоплення Харкова відводиться колекторам. Вони розташовані на різній глибині, діаметр їх досягає 4 м і мережа їх сильно розгалужена. Це великі та дрібні, довжиною від 1,5 до 5 км. До них відносяться: І центральний колектор, колектор-тунель Північної групи заводів, великий Олексіївський колектор, Качанівський, Південно-Західний, Іванівський, Павловський, Московський, колектор від заводу «Автозапчастина» до заводу ім. Шевченка та інші. Проходка тунелів проводилася закритим (щитовим) і відкритим способами, діаметрами від 2 до 3,7 м. Більшість колекторів пройдено з гідроізоляцією без супутніх дренажів. В окремих місцях вони впливають на ґрунтовий потік як дрени, в інших, навпаки, за рахунок просочування з них підтоплюються значні площі міста.

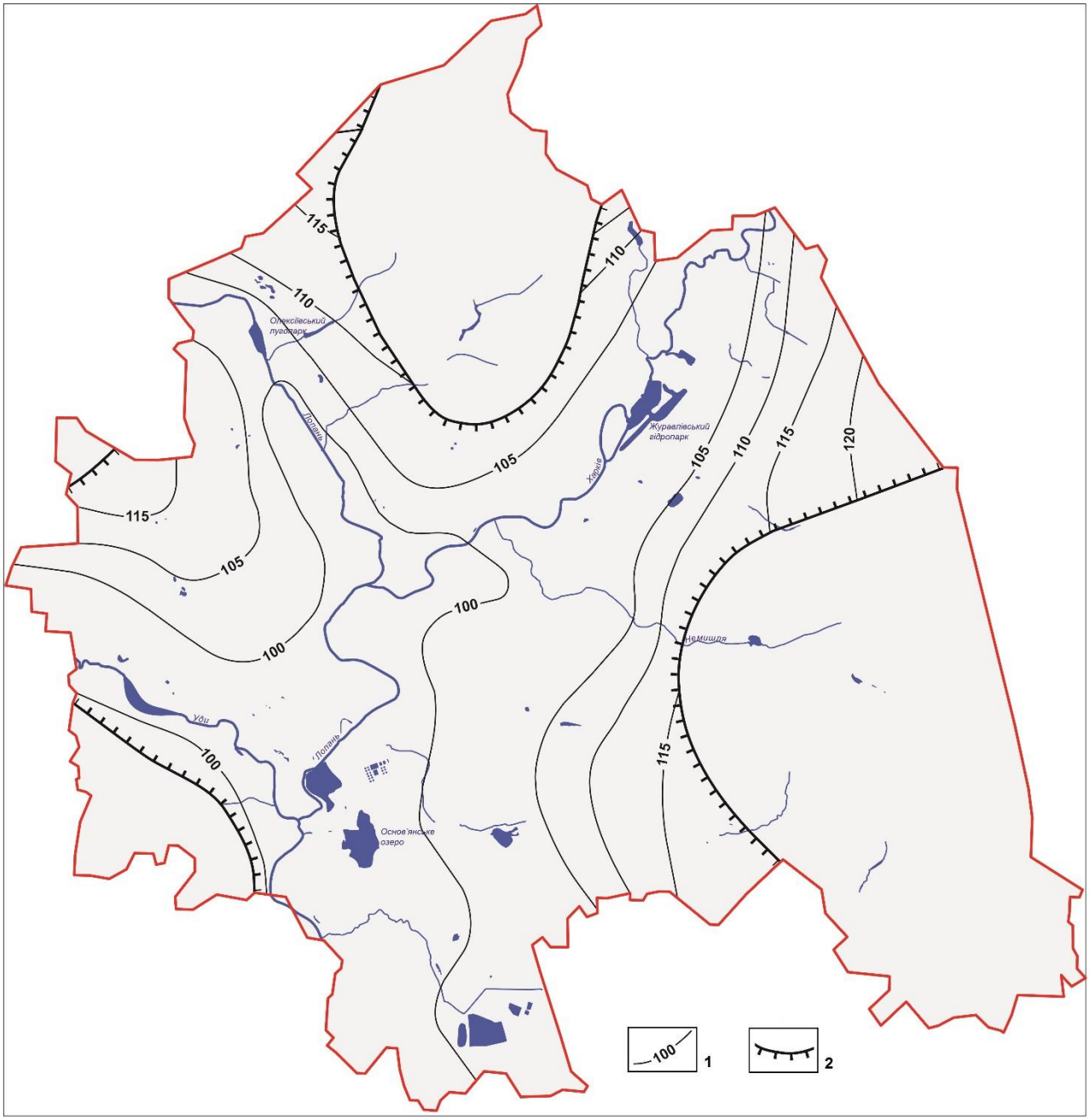

Рис. 2. Схема гідроізоп’єз водоносного горизонту крейдяно-мергельної товщі в непорушених та слабопорушених гідродинамічних умовах на території м. Харків

1 - гідроізолп’єзи та їх абсолютні позначки; 2 - межі обводнення тріщинуватих порід верхньої крейди

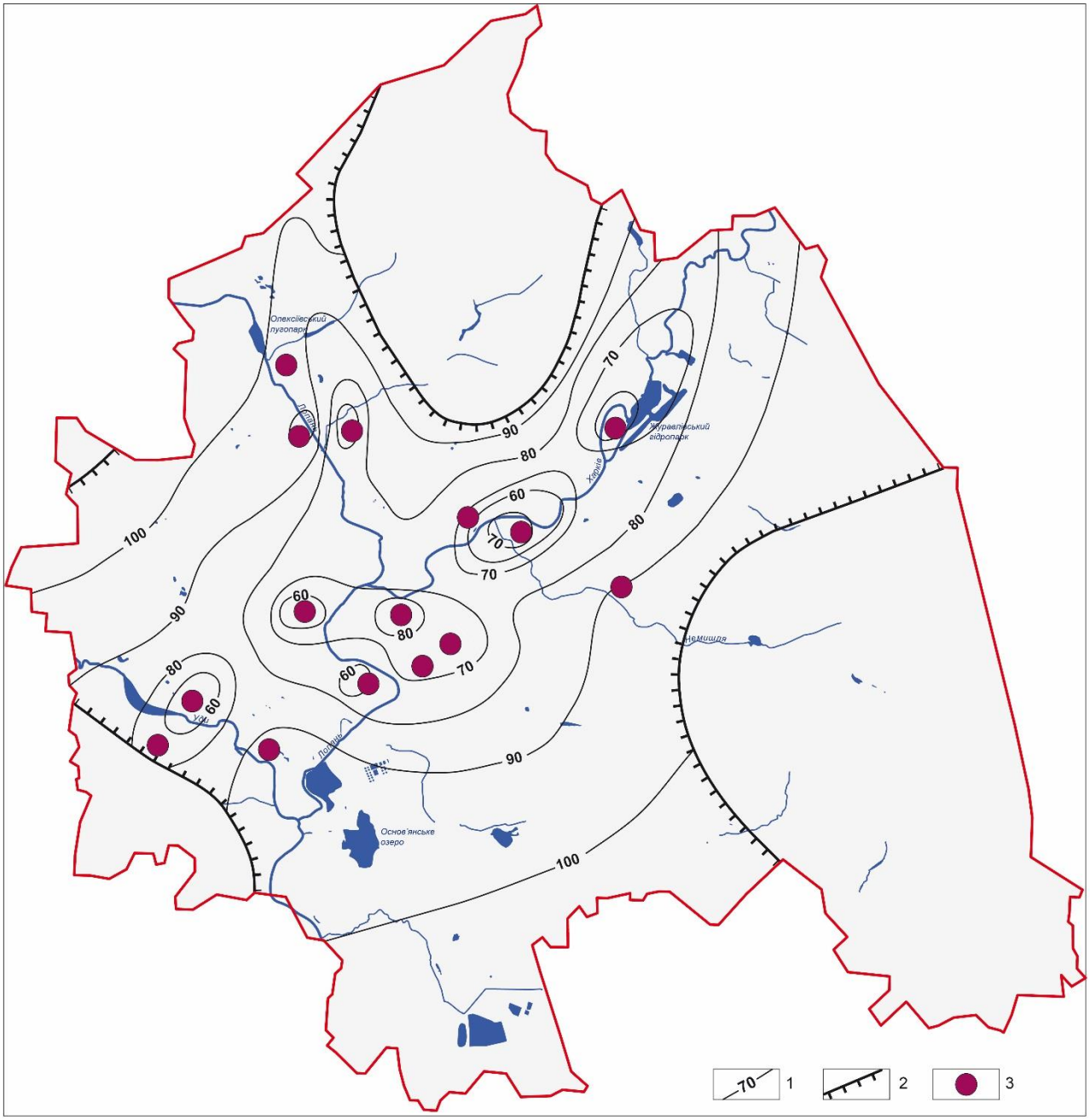

Рис. 3. Схема гідроізоп’єз водоносного горизонту крейдяно-мергельної товщі на період максимального водовідбору на території м. Харків

1 - гідроізоп’єзи та їх абсолютні позначки; 2 - межі розповсюдження водоносного горизонту; 3 - групи водозабірних свердловин, об’єднаних у «великі колодязі»

Список літератури

1.Демчишин М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України. Київ: ТОВ «Геозіс». – 2004.

2. Климчук Л.М., Блінов П.В. та ін. Сучасні інженерно-геологічні умови Ураїни як складова безпеки життєдіяльності. Київ: вид-во «Експрес» - 2008.

3. Соколов В.А., Тищенко І.І., Носик Д.Ю. Інженерна гідрогеологія та методика інженерно-геологічних вишукувань. Навчальний посібник. Харків – 2019.