

ТЕХНОГЕНЕЗ І ГЕОДИНАМІКА ЯК ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

О. Ю. Митропольський, М. Г. Демчишин –

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ

Є. О. Яковлев –

Інститут проблем національної безпеки РНБО України, м. Київ

Рассмотрены вопросы влияния геологических экзо- и эндогенных процессов (ЭЭГП) на экологическую безопасность жизнедеятельности (БЖД) человека, а также влияние техногенеза на характер формирования геологической среды (ГС). Уделено внимание характеру проявления эрозии, склоновых процессов, карста на территориях, находящихся под влиянием различных видов хозяйственной деятельности. Установлено, что состав мероприятий инженерной защиты должен учитывать характер хозяйственного использования территории и связанных с ним изменений экологического состояния ГС.

Questions of influence of geological exo- and endogenic processes on life and activity of the person and also influence of this activity (man-made) on character of display of geological processes are considered. Attention is paid to character of display of erosion, of slope processes, carst on territories used by various kinds of economic activity. A measure of influence on processes (the measures of engineering protection) should take into account character of economic use of territory.

ВСТУП

Безпека життєдіяльності (БЖД), надійність і тривалість функціонування різноманітних інженерних об'єктів, їх стан і взаємодія з навколишнім природним середовищем (НПС) у великій мірі залежать від інтенсивності природних проявів і техногенної активізації геологічних процесів, враженості територій їх комплексними проявами. Зокрема, взаємодія з геологічним середовищем може спричинити виникнення надзвичайних ситуацій (НС) – аварій та катастроф.

Інтенсифікація господарської діяльності, збільшення населення ведуть до постійного збільшення ділянок геологічних структур та обсягів порід, що зазнають техногенних перетворень і змін, спричиняються до порушення зв'язків між основними сферами Землі, негативно впливають на біосферу, витворюють загрозу деградації трофічної бази цивілізації – ґрунтового-рослинного шару.

Одним із результатів діяльності людини є постійне порушення саморегулюючих механізмів природних систем, які контролюють протікання геодинамічних процесів – процесів, що проявляються у верхній зоні ГС, впливають на рельєф, стійкість підґрунтя інженерних об'єктів і техногенно-геологічних систем (ТГС) «техногенний об'єкт – ГС» у цілому. Взаємозв'язок техногенезу й геодинамічних процесів подається на рисунку.

У літературі геологічні процеси поділяються на екзо- та ендегенні (ЕЕГП), але якщо бути точним, то процеси, що проявляються на поверхні, і пов'язані з природним розвитком верхньої зони літосфери,

зокрема, обвали, зсуви, селі, часто обумовлені і безпосередньо пов'язані з глибинними тектонічними процесами. Навіть в умовах стабільних платформних структур рухи їх окремих блоків можуть суттєво змінювати характер алювіальної діяльності і зв'язаних з нею процесів, які за своєю просторово-часовою структурою подібні до дії фізичних полів [1]. У той же час глибинні процеси зміщення блоків проходять унаслідок зміни умов поверхневого осадконагромадження, наступу льодовиків та перерозподілу води, тобто причини процесів, що проходять на глибині, лежать на поверхні, а значить "ендогенні" (внутріпороджені) також не буде точним визначенням, тому доцільно застосувати поняття екзо- і ендеодинамічні процеси (ЕЕ ГДП).

Живі організми, як і біосфера в цілому, значно змінили характер геодинаміки планети. Рослинний покрив, зокрема, виступає як могутній захисний щит літосфери, регулятор геодинамічних процесів, умов осадконагромадження і стоку, точніше водоенергообміну ГС. Помітні впливи людини на характер протікання геодинамічних процесів відбулися через впливи на рослинний покрив і, очевидно, пов'язані з застосуванням вогню, який був відомий людині вже в кінці міндельської або на початку міндель-риської епохи [1]. У такому випадку техногенне порушення в межах ТГС поля розвитку екзогенних геологічних процесів має локальний характер і може бути пов'язане як з їх активізацією, так і з виникненням нових.

Без сумніву, діяльність первісної людини, яка оволоділа знаннями застосування вогню, супрово-

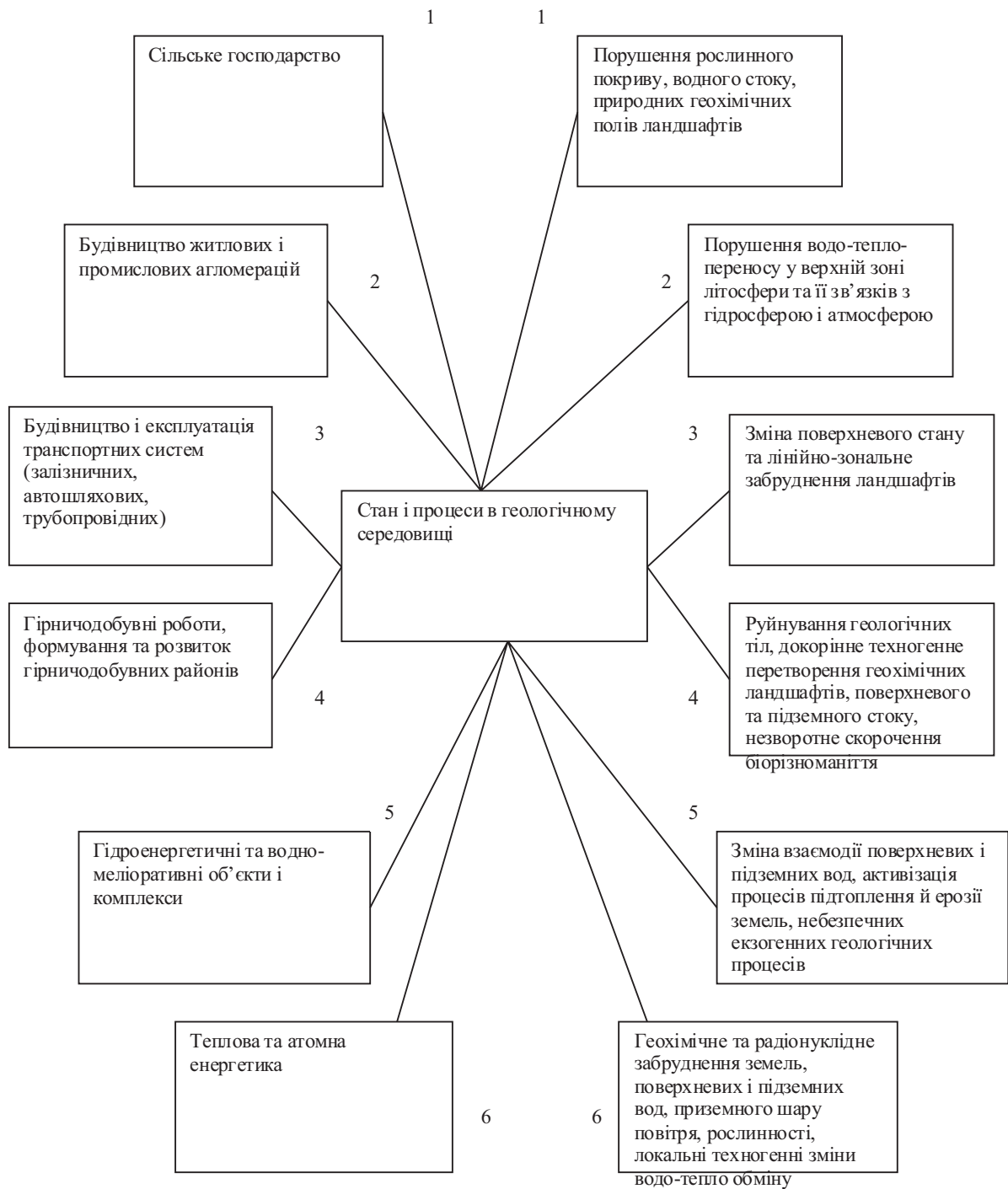


Рис. Види господарської діяльності та їх вплив на еколого-техногенний стан і процеси геологічного середовища

джувались пожежами, що охоплювали рослинний покрив, а це приводило до різкої зміни характеру протікання екзогеодинамічних процесів.

З початком обробки землі, розбудови житла, приручення тварин, введенням підсічно-вогневої системи освоєння територій вплив людини на характер екзогенних геологічних процесів (ЕГП) різко виріс. На території України це наочно простежується в зменшенні площі лісу та степу протягом останніх двох тисячоліть і, особливо, в останні століття та десятиліття, що призвело до розвитку факторів комплексних змін ГС, підвищення його ентропійності (кількості порушень рівноважних зв'язків у системі НПС) [2].

ЕКЗОГЕННІ ГЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Реакція геологічного середовища на зміни антропогенного (техногенного) характеру, перш за все, виразилась у посиленні ерозійних процесів. Виведення рослинного покриву при наявності нахилу поверхні привело до розвитку яружної ерозії, відбулося даліше розчленування більш крупних схилів, виникли великі яружні системи, що поширились на значній площі.

Вплив техногенних факторів на розвиток ерозійних процесів має свої особливості в окремих геоструктурних областях. Дуже складний та інтенсивний характер мають ці процеси в межах Українського щита. Тут знаходяться Придніпровський ерозійний район, куди входять Канівські дислокації та Київське плато. Перші мають складну будову, значний шар лесових порід, які є особливо чутливими до порушення водного балансу. Це, разом із впливом каскаду Дніпровських водосховищ, провокує переважно техногенну активізацію яружної ерозії. Яри глибокі, з них виноситься на запланні тераси велика кількість мулу. Густота мережі ярів сягає приблизно $0,9 \text{ км/км}^2$ [4].

Київське плато теж має високе ерозійне розчленування ($0,6\text{--}0,8 \text{ км/км}^2$). Глибокі яри об'єднуються в мережі, що нагадують річкові системи, але переважно успадковують геодинамічні рухи в зонах блочних структур, де породи мають зменшену геомеханічну стійкість.

На довгих пологих схилах має місце площинний змив з утворенням промивин (ярків). Цьому сприяє відсутність рослинності з розвинутою кореневою системою та оранка вздовж схилів, яка збільшує інфільтраційне водонасичення верхнього шару порід та погіршує їх водно-механічну стійкість.

На розвиток ерозії у Придніпровському районі багатопланово впливають також відкриті гірничі роботи та гідротехнічне будівництво зі створенням великих водосховищ. Унаслідок цього відбувається постійне порушення берегів, замулення водойм.

Райони Дніпровсько-Донецької западини зі зменшеною блочністю геологічних структур і значною виположеністю рельєфу характеризуються

переважно відносно розосередженим площинним змивом. Тому прояви лінійної ерозії у даному регіоні значно обмежені й переважно пов'язані з річковими долинами та лесоподібними породами. Ерозійне розчленування є доволі незначним і досягає $0,1 \text{ км/км}^2$.

Воронезький масив має своєрідні прояви ерозійних процесів. Розчленування поверхні тут достатньо густе й глибоке, як і в районах Донбасу в місцях виходу крейдових порід. Вплив техногенних факторів на території Донбасу особливо інтенсивний. У першу чергу, це обумовлено гірничими роботами з видобутку корисних копалин, які супроводжуються просіданнями денної поверхні. Порушені землі, відсутність рослинності, наявність агресивних вод провокують різноманітні ерозійні прояви (Луганський ерозійний район). В результаті чого з'являються хімічно забруднені ґрунти, які при ерозійному виносі формують аналогічні намули. Весною намули з водою річок забруднюють природні родючі ґрунти [3] і провокують виникнення нових ерозійно-нестійких зон.

Для території Чорноморської западини характерна вітрова, річкова ерозія, площинний змив, іригаційна ерозія на ділянках зрошування.

Межиріччя Дунай-Дністер має досить складну поверхню. В зоні впливу Дністра виділяється Придністровський ерозійний район. Для нього характерний похилий та сильно похилий тип рельєфу. Густота яружної мережі в середньому $0,4\text{--}0,8 \text{ км/км}^2$. Тут спостерігаються значні прояви поверхневого площинного змиву, струмкового розмиву та яружної ерозії. На місцях розвитку більш давніх річкових терас та на значному віддаленні від річок формується більш пологий тип рельєфу з пониженою динамікою площинного змиву та лінійного розмиву.

Гірські райони Карпат і Криму, які мають підвищену стрімкість схилів, значно вражені ерозією. На даному етапі тут переважає природний хід процесу. Але збільшення в останні роки ділянок розробки корисних копалин, порубки лісів, будівництва шляхів, магістральних трубопроводів та розширення агропромислової діяльності суттєво впливають на активізацію ерозійних процесів. На стан поверхні населених районів Карпат і Криму та узбережжя Криму впливають знищення рослинності (лісозаготівля, нещодавня порубка садів та виноградників), спорудження різноманітних об'єктів. Значні часті зливи провокують прояви струмкового розмиву. Має місце широке закладання садів та виноградників, що порушує ґрунтово-водну рівновагу, яка підсилюється оранням уздовж схилів. Таким чином, ерозія в цих регіонах має тенденцію до зростання, переважно під дією техногенних чинників.

Спостереження показали, що коли діяльність людини призводить до знищення рослинного покриву більш ніж на 20 % території, різко підви-

щується можливість проявів ерозійних процесів усіх типів. У той же час, коли в результаті протиерозійних заходів земель зі знищеною рослинністю за площею стало менше ніж 20 %, можливість активізації ерозійних процесів різко зменшується [4].

При господарській діяльності відповідно до кожного виду робіт розвивається наблизений за складом факторів походження тип зміни навколишнього середовища. При сільськогосподарських роботах розвивається площинний змив та лінійна ерозія. Втрати гумусу, площ, зменшення родючості ґрунтів та кількість виносу залежать від виду діяльності та приналежності до регіональної зони за генезисом та рівнем ерозійної ураженості.

По Україні еродовано земель 12,4 млн га сільгоспугідь (більше 30 % загальної площі). Середньорічні втрати ґрунтів з орних земель становлять 10–15 т/га. Кількість ярів перевищує півмільйона. Втрати гумусу, відповідно, становлять по: лісостепу – 0,7–0,9 т/га; північному степу – 0,5–0,7 т/га; південному степу – 0,3–0,6 т/га; середні втрати по Україні – 0,5–0,6 т/га; втрати на всій площі угідь – 17–20 млн т [5].

Питання захисту ґрунтів від ерозії на сьогоднішній день актуальні для більшості територій, у тому числі з урахуванням розвитку регіонального підтоплення земель та глобальних змін клімату (зростання кількості опадів, їх нерівномірності та температур повітря). Протиерозійні роботи виступають не тільки як спосіб захисту ґрунтів, підвищення їх якості, але й як заходи зі стабілізації ландшафтів, території взагалі. Для цих цілей використовуються організаційно-господарські, агротехнічні, гідротехнічні, лісомеліоративні заходи. Для кожного типу територій ефективний захисний вплив має комплекс спеціально підібраних заходів, які ефективно нейтралізують дію чинників ерозії.

При досить коректних розрахунках і якісному виконанні більш доступними й ефективними можна вважати будівництво водовідвідних та водорегулюючих споруд.

На території України традиційно проводяться такі заходи захисту від водної ерозії, як шахтні та нахилені трубчасті водоскиди; монолітні та збірні лотки; підвісні водоскиди; підпірні стінки; обвалування; лісосмуги; терасування схилів; висадження дерев та кущів на схилах.

При цьому необхідно постійно підтримувати протиерозійні споруди в робочому стані, проводити моніторинг території.

У цілому по Україні спостерігається різноманітний характер чинників формування сучасних ландшафтів, серед яких ерозійні процеси є чи не найбільш активними. Найбільш ерозійно-активні райони знаходяться під великим впливом діяльності людини, в першу чергу водногосподарської та аграрної. Завдання найближчих років – узяти під регулюючий контроль протікання процесів ерозії,

найвпливовіших екзогенних процесів на території України, що виступають також у парагенезисі зі схиловими гравітаційними процесами, абразією берегів та підтопленням земель.

У багатьох випадках розвиток ерозії призводить до порушення рівноваги і породного масиву схилів, веде до виникнення гравітаційних схилових процесів – зсувів, обвалів, селів. Ці явища виникають також при багатьох безпосередніх і опосередкованих впливах техногенезу на схили, на інші елементи рельєфу. Сучасний стан схилів на території України успадковує і відображує геологічні умови, що існували протягом фанерозою. Успадкування сучасними схилами меж геологічних структур виразно спостерігається на прикладі Українського щита (УЩ) і Причорноморської западини, стикування платформ з орогенними областями Карпат і Криму та ін.

Мережа розломів, різнонаправлені тектонічні рухи визначили наперед положення та орієнтацію основних знижень і піднятих поверхні, що задають напрямки водного стоку і гравітаційного масопереносу, в основі якого лежить інверсія щільності, зменшення механічної міцності та гравітаційна нестійкість.

Гравітаційний потенціал, що реалізується в регіональних схилових рухах, для території України початково визначається різницею рівнів поверхонь вирівнювання Східних Карпат і великої абісальної рівнини дна Чорного моря. Між ними при переходах від структур океанічної до структур континентальної кори виділяється континентальний (підводний) схил, що з'єднує рівні -1900- -2000 і -60- -100 м прибережної й материкової мілини, берегові схили Чорного й Азовського морів, структурні, структурно-денудаційні й денудаційні схили в межах материкових структур.

Круті схили (нахил понад 10°) у межах рівнинної території України зустрічаються тільки на узбережжях морів, уздовж долин основних рік у гірських районах Карпат і Криму, де вони виступають як основні елементи рельєфу.

Над рівнем ерозійного врізу по території України залежно від загального висотного положення та історії геологічного розвитку виступають різні за віком, складом і властивостями гірської породи – від кристалічних порід архею й протерозою на УЩ до сучасних техногенних утворень (породні відвали та терикони). Використовуючи принципи типізації схилів по будові [4], геологічну карту, карту четвертинних відкладів, дані про глибини ерозійного врізу і вертикальної розчленованості, виконано районування території з виділенням схилів за геологічною будовою.

Вплив техногенезу на розчленованість території, крутість схилів позначається по-різному. Одні види діяльності людини прямо або опосередковано ведуть до згладжування форм рельєфу, виположування схилів, інші – навпаки, створюють нерів-

ності, збільшують густоту та глибину розчленування поверхні. Прямим чином на розчленованість рельєфу, зокрема, впливають гірничі роботи, перш за все відкриті, особливо повсюдне видобування сировини для будівельних матеріалів, транспортне та гідротехнічне будівництво.

Зміни рельєфу під впливом господарської діяльності, як і всі явища просторової організації в межах суші, визначаються виходячи із аксіоматичних основ географії і, зокрема, хорологічної аксіоми, яка стверджує, що всі географічні явища (а також геологічні та інженерно-геологічні) прив'язані до певних місцевостей, які обособлюються через місце розташування й особливо через зв'язки цього місця з сусідніми місцевостями й областями [9].

Господарська діяльність, особливо відкриті гірничі роботи, заходи з планування при будівництві порушують зв'язки між окремими компонентами природно-територіальних комплексів (ПТК), нерідко знижують рівень внутрішньої організації геосистем і, збільшуючи ентропію ГС (порушення її внутрішніх рівноважних зв'язків), руйнують механізми їх саморегулювання. Час, що необхідний для переходу порушених геосистем у нову рівновагу (час релаксації) [10], визначається багатьма факторами і характеризується різною тривалістю для різних елементів ПТК. Виділяються гармонійні й дисгармонійні, реліктові елементи рельєфу та ландшафтів у цілому. А тому на одній ділянці можуть існувати різновікові елементи – поряд із сучасними схилами також реліктові останці, виходи скельних і напівскельних порід, сформовані в доголоценовий час.

Стан схилів і рельєфу на переважній частині території України можна вважати таким, що відповідає метастабільній динамічній рівновазі, при якій вирішальним фактором дестабілізації ландшафтів виступає діяльність людини.

Спеціальні дослідження причин розвитку руйнівних та катастрофічних проявів зсувних процесів у межах Правобережжя Дніпра (ділянка Вишгород – Канів), узбережжя Чорного моря (північно-західна ділянка – район Одеси, південний берег Криму), встановили, що здебільшого ці процеси викликані безпосередньо техногенезом або пов'язані з ним. Наприклад, зсуви на правобережному схилі Дніпра в межах Києва, Стайок, Гребенів мають виключно техногенний характер (виведення рослинного покриву, порушення поверхневого та підземного стоків, підрізки схилів, їх геомеханічне перевантаження та ін.).

Активізація зсувного руйнування берегових схилів Чорного моря в районі Одеси в XIX–XX ст. не в останню чергу пов'язана з розробкою понтичних вапняків, які вилучались з породного масиву схилів, а також із техногенними порушеннями водотеплопереносу в лесових ґрунтах.

Аналіз стабілізуючого впливу запроектованих і виконаних у рамках генеральних схем протизсувних

заходів дає можливість оцінити їх ефективність, виявити недоліки в проектуванні та виконанні протизсувних заходів. Крім того, це дозволяє запропонувати нові схеми оцінки стійкості схилів у сферах впливу техногенезу, що включають комплекс польових та лабораторних досліджень, побудови математичних моделей схилів (кінцевих елементів, пружно-пластичного стану, геоенергетичного потенціалу та ін.). У цілому це дозволяє визначити оптимальний склад параметрів, що необхідні для проектування протизсувних заходів. Визначені принципи, яких слід дотримуватись при освоєнні й стабілізації територій на схилах та в зонах їх впливу.

При вивченні окремих територій приділено увагу також розвитку карсту (галогенного, сульфатного, карбонатного), селів у Карпатах і в Криму, лавиноутворенню в Карпатах. Відмічається, що повсюди техногенний вплив, не враховуючи особливостей геологічної будови, веде, як правило, до погіршення інженерно-геодинамічної ситуації, прискорення та активізації ЕЕГП.

Взаємовпливи техногенезу й екзогеодинамічних процесів подані в таблиці.

Геологічне середовище як частина літосфери разом із підземною гідросферою, приземною атмосферою та частиною біосфери є одним з основних компонентів оточуючого природного середовища (ОПС). Зміна його стану, складу, властивостей безпосередньо відбивається на стані гідро-, атмо- та біосфери, на умовах БЖД людини, а тому вимагає постійної уваги, контролю і відповідного реагування з метою запобігання шкідливим проявам, відвернення руйнування інженерних об'єктів і катастрофічних процесів, стійких тенденцій деградації ОПС.

Аналізуючи характер використання людиною літосферних компонентів, їх зміни в результаті цього на території України, приходимо до висновку, що максимальних впливів зазнають **найбільш доступні, найбільш поширені** і разом з тим **найбільш корисні** для людини компоненти літосфери [4].

Зміни стану літосферної речовини (гірських порід, ґрунтів, підземних вод та газів) відбуваються при найменших впливах на умови аерації, зволоження, освітлення, нагрівання (охолодження), навантаження та ін.

Сама присутність людини на певній обмеженій території вже змінює у відповідному об'ємі стан речовини, а подальше нагромадження техногенних впливів людини призводить часто до повного незворотного перетворення стану речовини, втрати нею важливих первісних функцій субстрату, ландшафту, основи рельєфу та споруд.

Найбільший вплив на породні масиви спричиняють гірничі роботи та формування промислових агломерацій [7]. У їх процесі йде руйнування, видалення й переміщення порід, змінюється

Види господарської діяльності та її впливи на екзогенні геологічні процеси*

Процеси Види діяльності	Ерозія	Зсуви	Карст	Просідання лесів	Зрушення поверхні	Підтоплення	Селі
Сільське господарство	в, а, с з	а, в, с	а	а нз	- нз	- нз	- нз
Будівництво:							
а) міське	в, а, с з	а, в, с з	а з	а з	- з	а з	- з
б) сільське	в, а, с з	а, в, с нз	а нз	а нз	- нз	- нз	а з
Гірничі роботи	в, а, с з	а, в, с з, нз	а нз	а, с нз, н	в з, нз	- нз, н	- н
Гідротехнічні роботи	в, а нз	в, а з, нз	а, с нз, н	а, с нз, н	- -	-	- н
Транспорт	в, с нз	в, а, с нз	а нз, н	- н	- -	- нз, н	- з, н
Енергетика	- нз	- нз	а нз	- нз	- -	- нз	- -
Військова діяльність	в, с нз	- н	- н	- н	- -	- -	- -

* чисельник – впливи на процеси: а – активізація; в – виникнення нових; с – стабілізація; знаменник – впливи на діяльність: з – значні; нз – незначні; н – не впливає.

фазовий склад верхньої зони літосфери за межами безпосередньої дії суцільної забудови та засобів розробки (руйнування). Вилучення в процесі гірничодобувних робіт великих обсягів порід і порушення геодинамічної рівноваги надр веде до зрушення всього масиву над гірничими виробками, порушення умов залягання, розвитку техногенної тріщинуватості та депресії рівнів підземних вод. Породний масив руйнується, втрачає первинні властивості, руйнуються споруди, змінюється гідрографічна мережа. Такі явища охоплюють великі площі в Донбасі, Кривому Розі, Львівсько-Волинському вугільному басейні, у Прикарпатті, де проводиться шахтний видобуток корисних копалин. Указані техногенні зміни екологічного стану та геодинамічного режиму підсилюються містоутворюючим характером більшості шахт та кар'єрів в Україні, обмеженістю впровадження захисних і рекультиваційних заходів.

У плані вивчення явищ, пов'язаних з процесами зрушення породних масивів і поверхні в ході підземних робіт, працюють десятки інститутів в Україні, Росії та інших країнах. Значна увага приділена механізму зрушення поверхні в Донбасі, де гірничі виробки поширені безпосередньо на територіях міст Донецька, Макіївки, Горлівки та ін., у Львівсько-Волинському басейні, м. Червоноград. Великі площі охоплені зрушеннями в Кривому Розі. За характером деформацій масиви над виробками діляться на зони, що прилягають до поверхні землі: середню, основну і безпосередньо покрівлю виробки [11]. Процес зрушення починається при

завалі безпосередньої покрівлі над очищувальною виробкою і поступово поширюється на верхні шари масиву.

Час і характер виявлення процесу зрушення на поверхні визначається глибиною залягання й геометрією простору гірничих робіт, способом і порядком відпрацювання шарів, способом управління покрівлю виробки, властивостями масиву над виробкою. Тривалість процесу зрушення масиву, орієнтовно, визначається: до глибини 100 м – 1 рік; від 100 до 200 м – 2 роки; від 200 до 500 м – 3 роки; більше 500 м – 4 роки [12].

При виконанні гірничих робіт на невеликій глибині (до 100 м) на поверхні утворюються провали. Наявність виробок у масивах веде до змін характеру перебігу фізико-хімічних і механічних процесів, змін гідрогеологічних умов, що інколи порушує встановлену рівновагу і також веде до додаткової деформації поверхні.

Усі промислові й цивільні наземні й підземні об'єкти, штучні та природні водотоки й водоймища (ріки, струмки, озера, ставки), що попадають у зони впливу підземних виробок, зазнають змін і руйнувань, порушень їх нормального режиму, підпадають під охорону. За значенням об'єктів і змін, що можуть викликати порушення їх режиму, виділяються три категорії охорони [13].

До першої категорії відносяться русла великих рік, зрушення під якими може привести до катастрофічних наслідків як для басейну ріки, змінюючи її режим, так і для гірничого підприємства, затоплюючи його. Природні та штучні водоймища, які

неможливо відвести або спустити, відносяться до другої категорії охорони, каналізаційні колектори – до третьої.

З точки зору впливу на штучні об'єкти, найбільше значення має період активного зрушення, тривалість якого вказувалась вище, але і по закінченні його масив не набуває первісних властивостей, а значить повинен оцінюватись як такий, що зазнав техногенних змін, наслідки яких за багатьма факторами непередбачувані. Наприклад, тріщинуватість масиву обумовлює глибоке проникнення з поверхні рідини і різних речовин, інколи отруйних, як це мало місце в м. Горлівці, коли високоотруйні речовини шахти привели до забруднення гірничого простору і смертельного отруєння працюючих там робітників.

Для встановлення об'ємів породного масиву, що зазнав впливу процесів зрушення, потрібне визначення просторового положення первісних виробок, об'ємів вийнятого матеріалу, що може бути виконано на основі аналізу планів гірничих робіт з окремих пластів і в цілому для шахтних полів окремих шахт. Цей матеріал, на жаль, системно практично не узагальнювався і, переважно, знаходиться в архівах підприємств, а для шахт, що були закладені 100 чи 50 років тому, він взагалі втрачений.

Немає достатнього обліку матеріалу, що протягом індустріальної епохи складається на поверхні біля кар'єрів шахт, збагачувальних фабрик у териконах, відвалах шламо- та хвостосховищ. Цей матеріал, що вміщує багато шкідливих, токсичних і отруйних речовин, займає великі площі, підпадає під вплив метеорологічних факторів, виноситься у ґрунті води, водоймища і в атмосферу. Відмічались негативні явища самозагорання, вибухів, сповзання. Документування процесів утворення відвальних мас гірничих підприємств не достатнє, не дає повного уявлення про всі сторони цієї діяльності і не дозволяє, в основному, узагальнювати ці процеси, встановити їх масштабність і ступінь впливу порушеності геологічного середовища.

Дуже незадовільно документуються відкриті гірничі роботи, що не дає змоги повністю відтворити середньо- та довгострокові масштаби порушень геологічного середовища, пов'язаних з цими роботами.

Порівняно недавно при відкритих гірничих роботах стала здійснюватись рекультивация з усіма заходами землювання – тобто попереднім зніманням родючого шару ґрунтів, його складуванням і пізнішим, після завершення відкритих гірничих робіт, укладанням. Зрозуміло, що повне відновлення ландшафту після проведення гірничих робіт практично неможливо. Ефективне відновлення форм рельєфу та структури ГС досягається тільки при незначних об'ємах видобутої корисної копалини, утворенні внутрішніх відвалів при пухких розкритих породах, коефіцієнти розпушування яких

при розробці досягають 1,3–1,5. У відвальних ґрунтах довгий час зберігається вторинна пористість і тому рекультивовані площі кар'єрів не можуть використовуватись для капітальної забудови.

У даний час відомості про об'єми та стан рекультивованих площ, якість рекультивации є дуже фрагментарними – переважно їх можна знайти тільки в архівах підприємств. Відпрацьовані площі, покинуті й рекультивовані кар'єри повинні відображатись на картах геологічного середовища, бути занесені в загальну базу даних про стан порушеності території окремих районів і областей.

Слід взяти до уваги, що ділянки гірничодобувних робіт є місцями найбільш активного й комплексного техногенного порушення рівноваги ГС, яке має стійку тенденцію до просторово-часового розвитку. На нашу думку, це є ілюстрацією фундаментальної думки академіка Вернадського про діяльність людини як потужної геологічної сили.

Найбільш повні узагальнення про мінерально-сировинну базу зараз є з будівельних матеріалів. Наявні зведення Державної геологічної служби Мінприроди (колишнього Міністерства геології) по областях України видані у 1963–1964 рр., 1973–1974 рр. (чомусь тільки для службового користування), здійснюється третє видання. Аналізуючи дані, що наводяться в цих зведеннях, приходимо до висновку, що в усіх виданнях дуже мало даних про ті родовища, що розробляються, рідко можна знайти дані про те, з якого часу розробляється родовище, про об'єми видобутку матеріалу з моменту початку його експлуатації і зовсім відсутні дані про склад порушень природних умов, пов'язаних з розробкою родовищ.

Уявляється, що Державна геологічна служба України має вдосконалити методикку складання подібних зведень з метою найповнішого відображення об'ємів вже спожитих мінерально-сировинних ресурсів і тих порушень геологічного середовища й природних умов у цілому, що виникли внаслідок ведення гірничих робіт та масштабного вилучення з надр мінеральної сировини.

Але суттєві порушення ГС відбуваються і при інших видах господарської діяльності. Річфлот України в значних об'ємах веде видобування річкового піску з річищ і заплавлених терас, що призводить до порушення профілів рівноваги бортих річкових долин та їх русел. Але тільки в останній час звернуто увагу і досить схематично окреслено [14] еколого-геологічні аспекти, що виникають при цьому. Для оцінок і прогнозів потрібно на велико- й середньомасштабних картах показувати місця діючих і відпрацьованих залишених кар'єрів в річищах і заплавах, підводних кар'єрів у прибережних зонах морів і водосховищ, з відображенням їх розмірів і часу існування [14].

Значними порушеннями геологічного середовища супроводжується цивільна і промислова

забудова, транспортне будівництво. У великих містах, як правило, геологічне середовище на глибину перших 100 метрів зазнає повного перетворення. Особливо в цьому плані чутливий лесовий покрив, що в природному стані не витримує навантажень 0,5 МПа, особливо внаслідок впливу підвищення рівня ґрунтових вод, розвитку процесів підтоплення. Дуже часто при цьому відбувається втрата несучої здатності лесових ґрунтів у районах міст із старою забудовою. Зруйнований лесовий покрив у місці під висотною забудовою призводить до зменшення несучої здатності цього ж покриву під сусідніми спорудами, які будувалися раніше на природних основах. Великі міста створюють певні територіальні навантаження, що разом із зонами глибинних депресій артезіанських водозаборів спричиняє ущільнення порід і утворення депресій осідання поверхні.

При оцінці стану геологічного середовища великих міст потрібно, в першу чергу, визначити основні масиви висотної забудови з глибинами закладання фундаментів, освоєння підземного простору для ліній комунікацій, споруд інженерного захисту, різних споруд міського господарства. Міське цивільне та промислове будівництво вносить, як правило, незворотні зміни в стан геологічного середовища, які недостатньо фіксуються в генеральних планах подальшого розвитку населених пунктів, у схемах районного планування, розподілу населення й розміщення промислових об'єктів.

У зв'язку з подальшим розвитком процесів урбанізації уявляється доцільним при складанні велико- і середньомасштабних карт геологічного середовища відмічати в межах промислово-міських агломерацій горизонти, що служать основами для споруд різного класу капітальності, глибини закладання фундаментів та освоєння підземного простору, а також зони впливу артезіанських водозаборів.

На лініях комунікацій на великомасштабних картах повинні бути показані протяжні та глибокі виїмки, насипи, об'єкти й зони інженерного захисту, мостові переходи на великих водотоках, віадук, тунелі. Необхідно приводити дані про споруди інженерного захисту територій, особливо тунельні глибокі дренажі, глибокофундовані утримуючі споруди.

Склад і властивості породних масивів, що перебувають у сфері дії господарської діяльності, постійно змінюються за рахунок проникнення в ґрунти інших, не властивих їм речовин, часто у вигляді механічних домішок, розчинів, газів, радіонуклідів. Геохімічні аспекти техногенезу в даний час виходять на одне з провідних місць, оскільки зміна природного розподілу хімічних елементів, умов їх міграції, в першу чергу, позначається на якості навколишнього, в тому числі геологічного, середовища, умовах проживання.

Занесення в середовище сторонніх речовин, не властивих йому, які не формуються в ході природних процесів, характеризується як *забруднення*. Як забруднення розцінюється також підвищення концентрації речовин або енергії, чи будь-яких агентів понад норму [8]. Серед забруднювачів виділяються фізичні, хімічні, біологічні. Найбільш частим є забруднення важкими металами: міддю, цинком, кобальтом, хромом, свинцем, ртуттю, марганцем, нікелем, залізом. Дуже небезпечними є хлорорганічні пестициди (ХОП), гексахлорани, ДДТ, отрутохімікати металоорганічних і похідних нітрофенолів, нафтопродукти, феноли, поверхнево-активні речовини, нітрати, нітрити.

Для відображення на картах складу забруднювачів геологічного середовища застосовують показники концентрації, сумарного забруднення, гістограми, циклограми та ін., відповідно групуючи окремі забруднювачі, в тому числі на картах.

У зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС значні площі потрапили в зони радіоактивного забруднення. Дослідження показали, що на кінець 1990 року забруднення цезієм-137 (¹³⁷Cs) складали:

- 1–5 Кі/км² – 40,3 тис. км²;
- 5–15 Кі/км² – 3,1 тис. км²;
- 15–40 Кі/км² – 1,1 тис. км²;
- понад 40 Кі/км² – 800 км²;
- від 0,5 до 1,0 Кі/км² забруднено 132000 км², тобто понад 20 % території України.

Важливим є також відображення на картах можливості зміни фізико-механічних властивостей порід, перш за все, несучої здатності природних основ споруд і стійкості схилів. Джерелами інформації для оцінки стану, складу та властивостей геологічних тіл повинні виступати результати безпосередніх вимірів на окремих ділянках, матеріали проекто-пошукових досліджень, що є на підприємствах і в різних міністерствах і відомствах, спеціальні й тематичні карти великих і середніх масштабів (фізико-географічні, геологічні, четвертинних відкладів, ґрунтові, земельних угідь, рослинності, торф'яного фонду, розміщення населених пунктів, територій для відпочинку й лікування, земель заповідного фонду), аеро-й космічні знімки, плани землевпорядкування, схеми комплексного використання й охорони земельних і водних ресурсів, карти лісовлаштування та ін.

Особливу увагу слід приділяти місцям складування промислових і побутових відходів (звалищ), фільтраційних полів, тому що з ними пов'язано комплексне забруднення геологічного та суміжних середовищ (біосфери, приземної атмосфери, поверхневої гідросфери). Разом з даними моніторингу доцільно використовувати санітарні паспорти цих об'єктів, що вміщують їх необхідні балансово-технологічні характеристики.

ЕНДОГЕННІ ГЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Із впливів на життя й діяльність людини в межах України слід відмітити сейсмічні. Сейсмічність території України в основному визначається сейсмоактивними зонами Карпат, особливо зоною Вранча, і зоною Кримських сейсмогенних осередків. В останні роки зафіксовані малопотужні сейсмогенні осередки в Прикарпатті й Українських Карпатах.

Крім того, у процесі закриття глибоких вуглеводувних шахт Донбасу з їх наступним затопленням і накопиченням великих кількостей потенційної енергії там має місце прояв техногенних землетрусів – гідрогеомеханічних об'ємних поштовхів унаслідок зрушень ділянок породного масиву в водонасиченому просторі [12].

Давні історичні літописи доносять до нас дані про руйнівні прояви сейсмічності в Києві в 1170, 1196, 1230 роках. Зокрема, в 1230 році в результаті сильного землетрусу, що відчувався по всій території Русі (в Києві, Переяславі, Новгороді, Ростові), був зруйнований побудований у 1176 році Успенський собор у Печерській Лаврі. Є дані про землетруси на Україні 1650, 1730, 1793 років. Більш детально описані наслідки землетрусів 26.10.1802 р., 26.11.1829 р., 23.01.1838 р. [15, 16].

На території України досить повно вивчений макроефект землетрусів із зони Вранча 6.10.1908 р., 22.10.1940 р. Безпосередньо нами спостерігались і вивчалися макроефекти руйнівних землетрусів 4.03.1977 р., 30.08.1986 р. [17]. Особливостями землетрусів із зони Вранча є висока концентрація епіцентрів, значна площа інтенсивних потрясінь, північно-східна направленість поширення коливань, їх низькочастотний склад.

Епіцентри Кримських землетрусів концентруються в зонах, розташованих в акваторії Чорного моря на південний схід від Ялти на континентальному схилі. Глибина осередків, що приурочені до перетину глибинних розломів, змінюється від 10 до 40 км.

В Україні відомі також осередки, що розташовані на платформі (Волино-Подільська плита – м. Тернопіль, район Кам'янки Бузької – Львівська область, Дніпровсько-Донецька западина – район м. Куп'янське Харківської області).

Вплив техногенезу на сейсмічність території відмічається в напрямку трансформації сейсмічного ефекту, переважно шляхом приросту сейсмічної активності, і в напрямку провокування активності існуючих осередків та формування нових сейсмогенеруючих осередків.

На основі аналізу сейсμοдеформацій і сейсморозломок схилів на території України, що проявились при Карпатських землетрусах 4.03.1977 р. і 30.08.1986 р. у зонах, де їх сейсмічна інтенсивність складала 5–7 балів, визначені геологічні, геоморфологічні, гідрогеологічні умови, при яких макросейсмічний ефект знайшов вираження на схилах

різних типів, а також зміни цього ефекту в результаті техногенезу [17]. Вивчались схили долин рік басейнів Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра (ділянка Київ – Канів). Відмічені зрушення сформованих зсувів, утворення нових зсувних осередків, обвали лесових уступів на схилах річкових долин і в бортах ярів. Спостерігалось повсюдне посилення ефекту дії потрясінь у місцях техногенного впливу на елементи рельєфу. Приріст сейсмічної інтенсивності в ряді випадків досягав 1–2 балів.

З техногенною активізацією сейсмічних осередків Передкарпатського прогину пов'язуються землетруси в районі нафтопромислів м. Долини в 1974–1976 рр. Тут відчувалось 6 землетрусів інтенсивністю 3–5 балів, пов'язаних з шахтним видобуванням вугілля та солі (Донбас і ДДВ) [17].

У зв'язку з інтенсифікацією господарської діяльності для прогнозу макросейсмічного ефекту й установлення величини приросту сейсмічної бальності необхідно періодичне коригування схем мікросейсмічного районування та сейсмокарт з урахуванням техногенних перетворень рельєфу при будівництві та гірничих роботах, об'ємів накопичення відвалів і териконів, зміни рівня ґрунтових вод, створення водосховищ і їх заповнення, інтенсивності видобування флюїдів та газів, намитих і підтоплених територій.

ВИСНОВКИ

Господарська діяльність людини (техногенез) на сучасному етапі охоплює все більші обсяги літосфери та приводить до зміни характеру протікання геологічних процесів, їх активізації, виникнення нових, таких що не властиві для літосфери в природних умовах.

Для запобігання руйнівним та катастрофічним проявам геологічних процесів, виникненню надзвичайних ситуацій при всіх видах господарської діяльності необхідно максимально враховувати особливості структурно-геологічної будови території, їх геодинамічного режиму та ураженості екзогенними геологічними процесами у природних і техногенних умовах.

Сучасні технічні засоби будівництва, будівельна індустрія при відповідному використанні даних інженерно-технічних розвідувальних і відповідній інженерній підготовці території дозволяють забезпечити стійкість і надійність функціонування будинків та споруд в інженерно-геологічних умовах будь-якої складності. При урахуванні всіх особливостей геологічної будови та факторів інженерно-геологічних ризиків інженерна підготовка територій повинна забезпечити безвідмовне функціонування споруд у терміни, що визначені класом цих споруд. Інженерна підготовка територій під будівництво об'єктів має включати проведення всіх заходів, необхідних для забезпечення стійкості території, максимального збереження екологічного стану за

будь-якої складності інженерно-геологічних умов та враженості території небезпечними геологічними процесами.

Необхідність проведення заходів з корекції, закріплення, стабілізації територій та об'єктів, тобто заходів з інженерного захисту, виникає у випадках коли в ході інженерно-технічних розвідувань були не належним чином оцінені особливості геологічної будови території та встановлені фактори розвитку небезпечних геологічних процесів. У сучасних умовах прискороного будівництва в межах існуючої забудови запроєктований комплекс заходів з інженерної підготовки дуже часто буває недостатньо адекватним умовам сучасного розвитку ГС, або при виконанні його допускаються порушення порядку та технологій.

Потреба в заходах з інженерного захисту виникає також у випадках, коли в період після освоєння територій під забудову почали проявлятися нові непрогнозовані чинники руйнівного характеру, обумовлені частіше всього впливами техногенезу.

Враховуючи, що на територіях населених пунктів частіше всього схили є потенційно-небезпечними природними об'єктами з можливими при техногенних порушеннях умов, що склались, аварійними (катастрофічними) проявами гравітаційних процесів, є нагальна потреба комплексної оцінки еколого-інженерно-геологічного стану схилових ділянок з відображенням її в базі даних інформаційно-аналітичних систем із надзвичайних ситуацій. Необхідно також провести інвентаризацію споруд інженерного захисту, зокрема, проти-зсувних дренажів глибокого закладання. Потрібна наукова оцінка досвіду їх використання й ефективності роботи в системі інженерного захисту, ступеня виконання ними проектно-технологічних функцій і можливості виведення їх із експлуатації після виконання спорудами цих функцій.

Юридичні та фізичні особи, в користуванні яких є земельні ділянки та об'єкти, розташовані на схилах, повинні дотримуватись вимог норм, правил, інструкцій і положень щодо безпечної експлуатації об'єктів та земельних ділянок у цілому. Правила утримання та експлуатації цивільних, промислових та культурних об'єктів на схилах, на яких можливий розвиток небезпечних ерозійно-гравітаційних процесів, повинні складатися з урахуванням цих обставин.

Слід також відмітити, що з кожним роком відбувається зростання складності будівництва, проектно-пошукових робіт, а також факторів ендот-а екзогенних змін геологічного середовища як головного «депо» природних і техногенних змін навколишнього середовища.

Уявляється, що основними напрямками подальших досліджень із проблем динаміки геологічного

середовища повинні бути пов'язані з розвитком інженерної й екологічної геодинаміки регіонів України та їх відповідним районуванням за рівнем впливу на безпеку життєдіяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недра, 1982. – 286 с.
2. Демчишин М.Г. Техногенні впливи на процеси в геологічному середовищі України / Геологія в XXI столітті. Шляхи розвитку та перспективи. – К.: Знання, 2001. – С. 91–102.
3. Демчишин М.Г., Дударенко О.О., Самойленко Л.В., Шехунова С.Б. Основні напрями вдосконалення інженерного захисту територій, будинків та споруд // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – № 5–6. – С. 3–8.
4. Демчишин М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України. – К.: Гнозис, 2004. – 156 с.
5. Митропольський О.Ю. Передбачення надзвичайних ситуацій, природних та техногенних катастроф // Основні напрями забезпечення безпеки населення та стійкості функціонування господарства України при загрозі виникнення природних та техногенних катастроф. – К.: Знання, 1997. – Ч. 1. – С. 22–25.
6. Краткий справочник по землепользованию Украинской ССР по состоянию на 01.11.1986 г. – К., 1987. – 26 с.
7. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.: Недра, 1978. – 264 с.
8. Федоренко В.С. Горные оползни и обвалы, их прогноз. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 214 с.
9. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. – М.: Прогресс, 1974. – 214 с.
10. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта. – М.: Прогресс, 1977. – 224 с.
11. Кратч Г. Сдвигение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. – М.: Недра, 1978. – 496 с.
12. Кузнецов М.А., Сакаева Т.Ш. О некоторых параметрах процесса сдвижения и мерах охраны сооружений // Сдвигение горных пород на рудных месторождениях. – М.: Недра, 1971. – С. 207–219.
13. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на рудных месторождениях с неизученным процессом сдвижения горных пород. – Л., 1966. – 61 с.
14. Великий Н.М. Геолого-экономические аспекты при разработке месторождений строительного сырья в руслах рек / Госкомгеологии Украины. – Чернигов: Изд-во Севукргеология, 1992. – 4 с.
15. Евсеев С.В. Землетрясения Украины. – Киев: Изд-во АН УССР, 1961. – 75 с.
16. Чекунов А.В., Кутас В.В., Харитонов О.М. Сейсмичность Киева // Геол. журн. – 1991. – № 2. – С. 24–33.
17. Демчишин М.Г., Краев В.Ф. Динамика склонов территорий, прилегающих к сейсмогенным зонам // Геол. журн. – 1987. – № 6. – С. 42–48.
18. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. – Кривий Ріг: ОКТАН-ПРИНТ, 2003. – 252 с.