

## Проблеми дослідження геоморфологічних та геодинамічних небезпек та ризиків

Інститут географії НАН України, м. Київ  
e-mail: v\_palienko@ukr.net, [spytsyaroman@rambler.ru](mailto:spytsyaroman@rambler.ru)

**Анотація.** Проаналізовано сучасні підходи до визначення геоморфологічних і геодинамічних ризиків та небезпек та наведено їх типізацію. Досліджено систему чинників, що використовуються для оцінки рівня геоморфологічних та геодинамічних небезпек і ризиків на території України. Обґрунтовано доцільність виділення районів з різним ступенем геоморфологічного та геодинамічного ризику.

**Ключові слова:** геоморфологічна небезпека, геоморфологічний ризик, геодинамічна небезпека, геодинамічний ризик, стійкість рельєфу.

В останні десятиліття ХХ та на початку ХХІ ст. у світі зростає кількість небезпечних природних процесів та техногенних катастроф. Наслідком цих процесів є не тільки економічні збитки, але і людські жертви. Необхідність ефективного розв'язання проблем, які виникають у зв'язку з цим, обумовила підвищення інтересу до визначення «небезпек» і «ризиків», виявлення особливостей їх прояву у просторі та часі та обґрунтування заходів щодо їх попередження [1-8 та ін.].

Дослідження проблем небезпек і ризиків має давню історію, однак їх систематичне наукове опрацювання почалося з середини 80-х років минулого століття. Активний розвиток досліджень з проблем небезпек і ризиків засвідчив, що це є одним з важливих наукових напрямків початку ХХІ ст., який пов'язаний з необхідністю наукового обґрунтування виконання міжнародних угод (Європейська і Середземноморська угоди про крупні катастрофи), програм і стратегій (Міжнародна стратегія ООН щодо зниження стихійних лих, Кіотська рамкова програма дій на 2005-2015 роки: «Створення потенціалу протидії лихам на рівні держав та громад») тощо.

Зараз при опрацюванні загальних проблем небезпек і ризиків широкий вживаються поняття «катастрофа», «ризик», «небезпека», «надзвичайна ситуація», «стихийне лихо», «стійкість», які мають численні визначення та часто використовуються як синоніми. Якщо небезпека розглядається найчастіше як ймовірність настання тієї чи іншої події, що матиме негативні наслідки, то ризик оцінюється в одиницях вартості або фізичних одиницях щодо спричинених негативних наслідків при їх прогнозі. Розрізняють прямий і непрямий, економічний, соціальний, екологічний, об'єктний, локальний, регіональний, дискретний, безперервний та ін. ризики.

Сукупність методів, що дозволяють аргументовано виявити можливі небезпеки, оцінити ризик, виробити систему рекомендацій і методик управління та зниження наслідків будь-яких небезпечних процесів і явищ, являють собою інструментарій ризик-аналізу. У загальному вигляді схема ризик-аналізу включає: визначення факторів ризику; виявлення джерел ризику; вибір методів оцінки ризику; побудову прогнозів подальшого розвитку процесів та створення їх сценаріїв; розробку рекомендацій щодо зниження ризиків, запобігання негативних наслідків, обґрунтування моніторингу за небезпечними об'єктами і явищами.

Слід зазначити, що при опрацюванні проблем, пов'язаних з необхідністю визначення конкретних чинників, джерел небезпек і ризиків виникає багато питань, які потребують глибокого та науково обґрунтованого вивчення умов їх виникнення, зв'язків між компонентами природно-антропогенних геосистем, виявлення факторів їх змін, які призводять до негативних наслідків.

Серед головних чинників виникнення небезпечних наслідків у геолого-геоморфологічному середовищі при його антропогенному освоєнні слід назвати геоморфодинамічні та геодинамічні. Саме з ними пов'язана значна частина питань, пов'язаних з необхідністю обґрунтування раціональної просторової організації господарських об'єктів в умовах підвищеного рівня геоморфологічної небезпеки; виявлення причинно-наслідкових зв'язків при змінах функціонування або деструкції природно-антропогенних геосистем; визначення провідних дестабілізуючих чинників та критеріїв оцінки стійкості цих геосистем; опрацювання питань періодичності небезпек і прогнозування ймовірності їх повторюваності та інтенсивності у просторі й часі.

Геоморфологічна небезпека розглядається як загрозливий стан у системі "рельєф-рельєфоутворювальні процеси", який виникає внаслідок змін стійкості геоморфосистем у зв'язку з суттєвими змінами у режимах природних рельєфоутворювальних процесів або змінами у взаємодії названих геоморфосистем з соціально-економічною системою [3,9]

Геоморфологічний ризик визначається як вірогідність настання небажаної геоморфологічної події й можливих матеріальних втрат у зв'язку з порушеннями динамічної рівноваги геоморфосистеми чи її окремих частин, що зумовлені небезпечними (катастрофічними) для людини або господарських об'єктів процесами.

В геоморфології розрізняють 4 типи ризиків: природний, антропогенний, додатковий та прийнятний [8]. Природний ризик зростає до максимуму в районах підвищеної сейсмічності, в зонах активних розломів, в областях неотектонічної (тектонічної) активності, вивержень вулканів, активізації екзогенних процесів. Антропогенний ризик максимальний в районах концентрацій великих промислових підприємств, де, крім інших, можливі природно-антропогенні катастрофи на зразок наведених землетрусів, викликаних порушенням рівноваги в надрах внаслідок видобування корисних копалин. Додатковий ризик пов'язаний з каскадним розвитком катастрофічних явищ, коли одна катастрофа провокує інші стихійні лиха чи аварії на промислових об'єктах, транспорті. Прийнятний ризик розуміють як ймовірність виникнення подій, негативні наслідки яких незначні в порівнянні з очікуваною вигодою. Він оцінюється за результатами комплексного аналізу рівнів природного, антропогенного і додаткового ризику та враховується при обґрунтуванні засад безпечного проживання населення в умовах середовища, що змінюється, розробці контрзаходів щодо катастрофічних явищ, обґрунтуванні раціонального розміщення господарських об'єктів та ін.

При дослідженні геоморфологічних небезпек особлива увага надається оцінці стійкості рельєфу в різних геоморфодинамічних умовах. За нашими даними на території України залежно від ступеню трансформації (деструкції) досучасного рельєфу виділяються: дуже динамічно нестійкий рельєф з високим енергетичним потенціалом, високою активністю літодинамічних потоків, частим проявом катастрофічних екзогенних рельєфоутворювальних процесів, максимальними показниками потужності екзогенно активного шару (денудаційно-тектонічний та структурно-денудаційний рельєф) у межах орогенів); динамічно нестійкий рельєф з високою активністю небезпечних екзогенних рельєфоутворювальних процесів, високими показниками потужності екзогенно активного шару, домінуванням деструктивних екзогенних процесів над акумулятивними (структурно-денудаційний рельєф, денудаційний рельєф у межах рівнинно-платформних морфоструктур); умовно нестійкий рельєф з достатньо високим енергетичним потенціалом. Відносно менш значним поширенням й меншою активністю деструктивних екзогенних процесів (пластово-денудаційний рельєф рівнин і горбогір'їв у межах рівнинно-платформних морфоструктур); умовно стійкий рельєф, що характеризується високим ступенем збереженості морфологічної структури, переважанням акумулятивних екзогенних процесів (пластово-акумулятивний рельєф ту межах рівнинно-платформних морфоструктур).

Геодинамічна небезпека найчастіше визначається як величина негативних впливів сучасних тектонічних процесів на певній території і ймовірність їх проявів в очікуваний час [6]. Для оцінювання геодинамічної небезпеки широко залучають геофізичні дані загального, детального та мікрорайонування, середньострокового та короткострокового прогнозу щодо прояву швидких сучасних рухів (сейсмічності), а також геодезичні дані щодо повільних сучасних тектонічних рухів земної кори, які найчастіше характеризуються показниками швидкостей та середніх градієнтів швидкостей рухів. Відносно менш широко залучаються геолого-геоморфологічні методи оцінювання динамічного стану середовища, що зазнає активного антропогенного освоєння, хоча дані, отримані внаслідок такого цілеспрямованого вивчення мають винятково важливе значення для здійснення просторово-часових екстраполяцій кількісних геофізичних і геодезичних показників, обґрунтування та інтерпретації трендів розвитку тектонічних структур.

Важливим аспектом при оцінюванні геодинамічної небезпеки та ризиків є врахування ступеню вразливості території до небезпечних проявів сучасних тектонічних процесів, які можуть призвести до катастрофічних наслідків. Велике значення у цьому контексті має врахування успадкованості на сучасному етапі геоморфодинамічних і неогеодинамічних подій, які мали місце на етапах, що передували сучасному в межах морфоструктур різних типів.

Головною метою спеціалізованих геодинамічних досліджень є проблемно орієнтоване вивчення ендегенних і пов'язаних з ними активізацій екзогенних процесів впродовж неотектонічного етапу, особливо на останніх його стадіях (зокрема в антропогені та на сучасному етапі); виявлення неотектонічних і структурно-геоморфологічних чинників, критеріїв, показників для оцінки сучасного та геодинамічного ризику; розробка конструктивних рекомендацій щодо його врахування [4,6].

Досягнення визначеної мети здійснюється через вивчення просторово-часових закономірностей неогеодинаміки площових та лінійних морфоструктур, з урахуванням взаємообумовленості процесів, яка виявляється за допомогою ретроспективного поетапного морфоструктурно-неотектонічного аналізу. Враховуючи необхідність забезпечення високої достовірності результатів та аргументованості висновків, фактологічна база при опрацюванні проблеми сучасного та неогеодинамічного ризику має включати дані щодо будови та розвитку рельєфу, формування пізньокайнозойських відкладів, поширення екологічно значущих геодинамічних процесів, активних розломних зон тощо.

Ендегенні процеси розглядають у якості чинників, що визначають безпосередньо або опосередковано ймовірність виникнення критичних ситуацій, які можуть вплинути на дестабілізацію тектонічних структур, зокрема в районах розташування об'єктів підвищеного екологічного ризику [5].

Серед головних завдань у зв'язку з вирішенням проблем геодинамічного ризику виділяються: обґрунтування геодинамічного районування території з урахуванням неотектонічних і сучасних швидких та повільних тектонічних рухів земної кори в межах площових структур, закономірностей

розташування неотектонічно активних розломів та вузлів їх перетину, ділянок та зон з високими градієнтами швидкостей вертикальних та горизонтальних рухів земної кори тощо. Необхідним також є врахування взаємообумовленості різних процесів, що виявляється за допомогою поєданого аналізу морфоструктури, неотектоніки та сучасної геодинаміки, спрямованого на виявлення ознак, критеріїв небезпечних геодинамічних процесів, хронології їх прояву та ареалів впливу.

Важливими напрямками досліджень для забезпечення вирішення проблем неогеодинамічної небезпеки є послідовний, поетапний ретроспективний морфоструктурно-неотектонічний аналіз з особливо детальним дослідженням ендодинамічних пізньоплейстоценових, голоценових, історичних та сучасних подій. На особливу увагу заслуговують дослідження, спрямовані на виявлення просторово-часових закономірностей неотектонічних активізацій, регіональних та субрегіональних площових і лінійних тектонічних структур, синергетики ендегенних, екзогенних та техногенних процесів, оцінку дестабілізуючих чинників [6]. З цією метою виконують дослідження на регіональному, субрегіональному, локальному рівнях.

Регіональний аналіз морфоструктурно-неотектонічних умов здійснюється з метою виявлення загальних закономірностей неогеодинаміки крупних морфоструктур, які можуть вплинути на хід сейсмічних явищ, пов'язаних з віддаленими епіцентрами землетрусів. Субрегіональний аналіз спрямований на виявлення диференційованості кількісних показників неотектонічної активності структур для отримання інформації про розташування ділянок з різним режимом неотектонічних рухів (коливальні, переривчасті, успадковані та ін.), особливо в антропогені; виявлення структур, в межах яких ймовірно є прояв сейсмічних явищ від віддалених та місцевих землетрусів. Локальний (об'єктний) аналіз виконується з метою детального вивчення неотектонічних деформацій в межах локальних морфоструктур безпосередньо в районі розташування об'єктів, де можуть виникнути явища, процеси або події, які вплинуть на безпеку їх функціонування. Метою таких досліджень є оцінка неотектонічної активності розломів всіх рангів, особливо у пізньому плейстоцені, голоцені та на сучасному етапі; виявлення здогадних неотектонічно активних розломів, в тому числі за комплексом геолого-геоморфологічних ознак.

Виконання регіональних, субрегіональних та локальних досліджень здійснюється з використанням морфоструктурно-неотектонічної ГІС, яка дозволяє аргументовано виділяти неотектонічно активні розломні зони, що є потенційно небезпечними з точки зору прояву крипових та імпульсних сучасних тектонічних рухів земної кори, а також активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів.

При оцінці сучасної геодинамічної небезпеки в першу чергу враховуються сейсмогенеруючі розломи, трансрегіональні розломні зони з геолого-геоморфологічними ознаками прояву контрастних односпрямованих вертикальних та горизонтальних рухів земної кори; трансрегіональні розломні зони з ознаками знакозмінних неотектонічних рухів; морфоструктурно-неотектонічні вузли з проявами імпульсних сучасних рухів та сейсмічних деформацій, з ознаками складної просторової диференціації молодих (пізньоплейстоцен-голоценових) та повільних сучасних рухів земної кори та ін.

При опрацюванні аспектів безпечного функціонування об'єктів підвищеної вразливості, наприклад АЕС, важливим є визначення граничних критеріальних параметрів неотектонічно активних структур, зокрема розломів. Для ранжування таких структур за ознаками геодинамічної небезпеки використовуються інтегральні експертні оцінки, що розраховуються із суми нелінійних функцій окремих чинників (критеріїв). Із залученням кількісних геодинамічних показників та якісних характеристик геолого-геоморфологічного середовища в місцях розташування АЕС України нами обґрунтовано доцільність виділення районів з різним ступенем геоморфодинамічного та геодинамічного ризику [4-6, 10, 11].

Дуже високим геодинамічним ризиком характеризуються райони із сейсмічністю 7-8 балів, високою щільністю активних розломів, вздовж яких відзначаються прояви імпульсних і крипово-імпульсних сучасних вертикальних і горизонтальних рухів земної кори, з швидкостями повільних сучасних піднять 4-5 і більше мм/рік, наявністю ділянок з аномальним підвищенням показників середніх градієнтів швидкостей неотектонічних і сучасних рухів. Характерною є значна за інтенсивністю активізація декількох різновидів небезпечних процесів екзогенного походження, в тому числі катастрофічних, що виявляють тісний зв'язок із геодинамічно активними тектонічними структурами.

До районів з високим геодинамічним ризиком належать території з проявом стійких односпрямованих повільних сучасних рухів земної кори із швидкостями до 4 мм/рік і сейсмічністю 5-6 балів, менш значною, ніж у попередньому випадку тектонічною роздробленістю території, проявом крипово-імпульсних й імпульсних сучасних тектонічних рухів уздовж активних розломів, активізацією екзогенних процесів у межах морфоструктур різних типів.

До територій із середнім рівнем геодинамічного ризику віднесено такі, де поряд із сейсмічністю 4-5 балів простежуються активні розломи, що розвиваються переважно в криповому режимі. Швидкості сучасних знакозмінних тектонічних рухів становлять 2-3 мм/рік, екзогенні процеси мають обмежений за площею негативний вплив на навколишнє середовище.

Слабкий геодинамічний ризик притаманний для відносно спокійних у сейсмічному відношенні районів (4-5 балів), що характеризуються слабким проявом небезпечних екзогенних процесів.

З урахуванням сучасних тектонічних рухів земної кори, співвідношення деструктивних і конструктивних екзогенних процесів на території України виділяються три головних типи геоморфологічних режимів та 31 тип геоморфологічних обстановок, для яких характерні певні поєднання небезпечних процесів [11]. Сучасні природні небезпечні геоморфологічні та геодинамічні процеси найчастіше проявляються на територіях, де переважають деструктивні екзогенні процеси в умовах прояву активних сучасних піднять і підвищеної сейсмічності.

Менш уражені небезпечними процесами обох груп території, для яких характерним є прояв диференційованих за активністю деструктивних і конструктивних екзогенних процесів в умовах знакозмінних (коливальних) сучасних тектонічних рухів земної кори.

Незалежно від режимів і обстановок сучасного геоморфогенезу дуже важливим чинником виникнення небезпек і ризиків на території України є антропогенна діяльність, з якою пов'язані просадки, провали, активізація зсувів, селів, карсту, ерозії, абразії, суфозії та інших резонансних процесів, які порушують стійкість середовища проживання людини. Дуже часто такі явища спостерігаються в районах видобутку солі способом підземного вилуговування, видобутку нафти, газу, в районах підземного будівництва, під впливом динамічних навантажень на урбанізованих територіях, в зонах впливу водосховищ тощо [2, 11].

У зв'язку з актуальністю розв'язання проблеми оцінювання геоморфологічних і геодинамічних небезпек і організацією їх моніторингу доцільним є системний підхід до паспортизації факторів і джерел небезпек і ризиків з обґрунтуванням ймовірності настання небажаних подій та масштабів їх поширення.

### Література

12. Гошовський С. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів [Текст] / С. Гошовський, Г. Рудько, Б. Преснер. - Львів-Київ: ЗАТ "Нічлава", 2002.- 624с.
13. Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Котлов Ф. В. – М.: Недра, 1978. – 263 с.
14. Лихачева Э. А. Эколого-геоморфологическая оценка территории г. Москвы [Текст] / Э. А. Лихачева, Г. П. Локшин, Н. С. Просунцова // Геоморфология.– 2000.– № 1.– С. 48 – 55.
15. Палиєнко В. П. До проблеми геодинамічної небезпеки стосовно об'єктів атомної енергетики України [Текст] / В. П. Палиєнко, М. Є. Барщевський, Ю. М. Швидкий // УГЖ.- 2000. - №1.- С. 39-44.
16. Палиєнко В. П. Концептуальні засади оцінки еколого-неогеодинамічного ризику /В.П.Палиєнко: Мат. наук-техн. симп. «Геомоніторинг-99».- Львів, 1999.- с. 70-73.
17. Палиєнко В. П. К проблеме неогеодинимического риска [Текст] / В.П.Палиєнко // Новые географические знания и направления исследований.- Киев: ИД "Академперіодика", 2006.- С. 232-241.
18. Шейдеггер А. Е. Физические аспекты природных катастроф. – М.: Недра, 1981. – 232 с.
19. Ясаманов Н. А. Степень риска природных катастроф [Текст] / Н.А.Ясаманов, О.П.Иванов // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. ВИНТИИ. – 1992. – № 4. – С.16 – 30.
20. Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология) в 2-х томах [Текст] / отв. ред. Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев. – М.: Медиа-пресс, 2002. –640 с.
21. Перетокин С. А. Технологии сбора, обработки и интерпретации геолого-геофизических данных с целью прогноза геодинамической опасности [Текст] / С. А.Перетокин: тезисы докладов научного симпозиума "Геодинамическая безопасность, мониторинг и прогноз", Красноярск, 17-19 марта 2010 г. – Красноярск, 2010. – С. 21 – 23.
22. Сучасна динаміка рельєфу України [Текст] / В. П. Палиєнко, А. В. Матошко, М. Є. Барщевський, Р. О. Спиця та ін. - К. : Наук. думка, 2005. - 267 с.

**Аннотация** В. П. Палиєнко, Р. А. Спиця **Проблемы исследования геоморфологических и геодинамических опасностей и рисков.** Проанализированы современные подходы к определению геоморфологических и геодинамических рисков и опасностей и приведена их типизация. Исследована система факторов, использующихся для оценки уровня геоморфологических и геодинамических опасностей и рисков на территории Украины. Обоснована целесообразность выделения районов с различной степенью геоморфологического и геодинамического риска.

**Ключевые слова:** геоморфологическая опасность, геоморфологический риск, геодинамическая опасность, геодинамический риск, устойчивость рельефа

**Abstract.** V. P. Palienko, R. O. Spytysya **Problems of research of geomorphological and geodynamic dangers and risks.** The modern approaches for determination of geomorphological and geodynamic risks and dangers are analyzed and their typification is submitted. The system of factors, used for the estimation of level of geomorphological and geodynamic dangers and risks on the territory of Ukraine is investigated. The expedience of selection of the regions with the various degree of geomorphological and geodynamic risk is substantiated.

**Keywords:** geomorphological danger, geomorphological risk, geodynamic danger, geodynamic risk, relief stability.

Поступила в редакцию 08.02.2014 г.