

ЕКОЛОГІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 551.3

*Касіянчук Д. В.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФАКТОРІВ АКТИВІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ (НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)

У даній статті розглянуто та узагальнено спільні та відмінні риси факторів і складових, які сприяють активізації й розвитку екзогенних геологічних процесів на прикладі території Карпатського регіону (Івано-Франківської обл.). Сформовано нову структуру факторів, розподілених на природну та техногенну складові, із аналізом їх факторних характеристик.

Ключові слова: екзогенні геологічні процеси (ЕГП), фактор, факторна характеристика, природна складова, техногенна складова

В данной статье рассмотрены и обобщены общие и отличительные черты факторов и составляющих, которые способствуют активизации и развитию ЭГП на примере территории Карпатского региона (Ивано-Франковской обл.). Сформулирована новую структуру факторов, распределенных на природную и техногенную составляющие с анализом их факторных характеристик.

Ключевые слова: экзогенные геологические процессы (ЭГП), фактор, факторная характеристика, природная составляющая, техногенная составляющая

This article discusses and summarizes the differences and similarities of factors and components that contribute to the revitalization and development of EGP as an example of the Carpathian region (Ivano-Frankivsk dist.). Formed the structure of factors averaged over the natural and technogenic components with analysis of their factor characteristics.

Keywords: exogenic geological processes (EGP), factor, factor characteristic, natural component, technogenic component

Постановка проблеми. Проблема безпеки населення та численних господарських об'єктів у районах розвитку небезпечних ЕГП є однією з основних соціально-екологічних проблем сьогодення через збитки, що завдаються цими процесами. Основними видами ЕГП, які заподіюють найбільш негативні наслідки, є зсуви, селі та карст.

Карпатський регіон є одним із найбільш небезпечних з точки зору активізації ЕГП. Досліджувана територія може слугувати еталонним регіоном для моделювання та створення геоінформаційних моделей природної та техногенної складових ЕГП.

Поєднання факторів техногенної та природної небезпеки значно збільшує ризики виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та посилює їх негативні наслідки. Підтвердженням цього є дані Інформаційного щорічника [3] з регіонального розповсюдження ЕГП, їх кількості, площ поширення та ураженості ними території України станом на 01.01.2012р.

Необхідність окремого дослідження складових ЕГП залишається актуальною проблемою, оскільки такого розподілу не здійснено або зроблені тільки перші спроби. На сьогоднішній день створено та впроваджено ряд геоінформаційних систем, які забезпечують комплексний просторово-часовий прогноз розвитку і активізації ЕГП на прикладі території Івано-Франківської, Чернівецької, Львівської областей. Однак складові

процесу ЕГП мають різну динаміку та різні фактори, що сприяють їх розвиткові на окремих територіях.

Метою дослідження є обґрунтування та створення нової структури природної та техногенної складової факторів розвитку екзогенних геологічних процесів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні питання:

1. Обґрунтування вибору факторів розвитку ЕГП.
2. Обчислення факторних характеристик.
3. Аналіз статистичних розподілів і необхідність роздільного прогнозування природної та техногенної складової факторів.

На першому етапі дослідження необхідно провести ґрунтовний аналіз вибору факторів, які в тій чи іншій мірі впливають на їх розвиток й активізацію, шляхом представлення повної класифікації факторів, що використовуються при прогнозуванні екзогенних процесів різними авторами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед перших обґрунтованих досліджень комплексного впливу природно-техногенних факторів, були зокрема, дослідження Е. Д. Кузьменка, де обґрунтовано не тільки вибір фактору, а й доведений вплив факторної характеристики на розвиток і активізацію ЕГП.

Фактор, як умова розвитку ЕГП володіє факторною характеристикою, тобто мірою визначення фактору, її числовим значенням.

Теоретична обґрунтованість, а особливо кількісний аналіз факторних характеристик в основному стосується природної складової розвитку ЕГП. Техногенна складова відображена або на рівні представлення факторів впливу або її причинно-наслідкової компоненти. Перш за все це пов'язано з необхідністю складного пошуку вибору факторів і методів розрахунку їх факторних характеристик.

У роботах словацьких вчених «J. Malgot, F. Baliak: Influence of human activity on the development of landslides in Slovakia. Geograficky casopis», Австралійської урядової організації з дослідження небезпечних впливів від ЕГП наведений тільки можливий перелік техногенних впливів, як результат людської діяльності. Цікавими є дослідження організації USGS (2004р.), яка проаналізувала основні впливи розвитку зсувів на прикладі аналізу геологічної, морфологічної та людської складових і повноцінної системи впливу факторів на стійкість доріг. Одним із головних чинників, які впливають на зміну як техногенних і природних факторів, є зміна кліматичних умов, що як посилює, так і зменшує вплив факторної характеристики.

Особливості поширення та аналіз ЕГП у межах досліджуваної території. Результати даних моніторингу ЕГП свідчать про суттєві зміни переважної більшості схилових ландшафтів – середовища розвитку зсувів, які відносяться до найбільш чутливих до впливу природних та техногенних (підрізка та навантаження схилів) чинників на території України. Найбільшої динаміки зсуви набули на узбережжі Чорного та Азовського морів, переважно на території АР Крим, Одеській, Миколаївській, в центральній частині Черкаської, Київської та на заході – у Львівській, Івано-Франківській, Закарпатській областях, де в останній час домінуючими у розвитку зсувів є техногенні чинники. На сьогодні кількість проявів зсувного процесу, у порівнянні з обстеженням у 80-ті роки минулого століття, збільшилась майже на 60%, а площа поширення на 77,9%.

За даними останніх спостережень загальна кількість карстопроявів, що поширені на території України, перевищує 24 тисячі одиниць. Переважна їх кількість зосереджена на 37,75% території країни, де породи, що здатні карстуватись, знаходяться на глибинах, яких досягла господарська діяльність.

Інтенсивний розвиток селевого процесу відмічається у гірських і передгірських областях Карпат і Криму. У Карпатському регіоні нараховуються три селеактивні басейни, що охоплюють територію Закарпатської, Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей, де налічується 219 великих селевих водотоків. Активізація відмічається у верхів'ях 270 дрібних водотоків на площі 1803 км².

Зсувний процес. У межах досліджуваної території виділяють три схеми та відповідні їм моделі механізму розвитку зсувного процесу.

Структурно-пластичні зсуви. На схилах, що складені однорідними породами, зміщення зсуву відбувається на поверхні, близькій до круглоциліндричної. В зім'ятих у складки і пологих багат шарових товщах Карпатської гірсько-складчастої області та Передкарпатського прогину активні зсуви розвиваються по поверхні нашарування та тріщинах, які перерізають масив схилу. Об'єм порід у разі розвитку структурно-пластичних зсувів досліджуваної території – від 40.0 до 0.1 млн.м³. Швидкість руху зсувів змінюється в широких межах і становить від декількох метрів на рік до десятків метрів на добу.

Структурні зсуви утворюються на схилах з близьким до горизонтального заляганням порід. На досліджуваній території такі зсуви є в межах південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи та в зоні контакту платформи з Передкарпатським прогином. Їм властиві довготривалі (до 70 років) періоди підготовки, незначні швидкості зміщення та швидка активна стадія (до 10-15 м/добу). Об'єми зміщених порід досягають 30 млн. м³.

Пластичні зсуви найбільше розповсюджені в делювіальних відкладах. За механізмом цей вид зсувів виявляється у вигляді в'язкопластичних деформацій у межах усієї досліджуваної території. Об'єм коливається від десятків тисяч до 1 млн.м³.

Селі. У межах Карпатського регіону виділяють три механізми розвитку селів: денудаційний (унаслідок вивітрювання та знесення його продуктів площинним зливом); гравітаційний (обвали, зсуви, осипання); акумуляційний (конуси акумуляції, конуси винесення, делювіальні, пролювіальні та колювіальні шлейфи). За співвідношенням фаз у сельовому потоці для Карпат виділяють водо- та глинистокам'яні селі. Насиченість твердої фази сельового потоку – до 350-450 кг/м³ води. Селі виникають унаслідок тривалих дощів, що супроводжуються зливами інтенсивністю 0.85-1.25 мм/хв. У Карпатах виникають селі з об'ємом твердих нагромаджень до 10 000-25 000 (90%), зрідка 25 000-100 000 м³ (10%).

Формування селевих потоків і зсувів у Карпатах може бути спричинено двома типами дощів: локальними і фронтальними. Локальні зумовлені головно конвективними рухами повітряних мас, вони захоплюють територію 20-30 км², тривають від 2 до 6 год, шари опадів 20-40 мм за дощ. Фронтальні охоплюють площі в декілька тисяч квадратних кілометрів, опадів випадає 50-100 мм і більше.

Карстові процеси. Одним з головних чинників розвитку карсту для Карпатського регіону є його змінний рельєф. На рівнинах карстові породи частіше прикриті горизонтально перешарованими товщами осадових порід, з різними водоупорами, які уповільнюють рух підземних вод і не сприяють проникненню її на глибину.

У гірсько-складчастих районах гірські породи більш дислоковані, тріщинуваті та роздроблені, що полегшує проникнення корозійного процесу на глибину. Це сприяє інтенсивнішому розмиву за рахунок різниці висот між джерелами живлення над областями розвантаження.

Найбільш характерною формою прояву поверхневого карсту для даного регіону є карстові лійки.

Методичні та наукові основи сучасних результатів досліджень. Однією з основних класифікацій факторів, які використовуються в просторово-часовому прогнозі, є класифікація за А. І. Шеко [5].

Проте, основними недоліками існуючих факторів є:

- залучення до прогнозу обмеженої кількості факторів, які не представляють повну сукупність природно-техногенних процесів, а особливо не виділяють її природну та техногенну складову, що ініціюють ЕГП;

- відсутність виявлення закономірностей на рівні законів розподілу і ймовірностей для окремих факторів у їх зв'язку з ЕГП;

- окремий просторовий або часовий прогноз (просторово-часовий прогноз тільки декларувався);
- відсутність кількісної оцінки просторово-часового прогнозу на імовірнісному рівні.

Комплекс просторових і часових факторів вибирається з наступних міркувань: забезпечення представництва всіх груп факторів; залежність частоти зустрічі ЕГП від розподілу характеристик факторів. Розподіл факторів підпорядковується одному з статистичних законів; фактори включають одноразовий значний вплив один на одного, ритми часових факторів узгоджуються з ритмами ЕГП; коефіцієнт значущості (інформативності) факторів в їх просторових і часових розподілах приблизно однаковий; фактори є об'єктивними, відповідають регіональному рівню та є загальнодоступними для користувача. Таким чином, здійснюється системний підхід, з частковим урахуванням факторів, зміна яких є короткостроковою, або відповідає локальному рівню вивчення ЕГП і які не є стійкими для характеристики активності ЕГП від ділянки до ділянки (рівень підземних вод для всіх горизонтів, елементи залягання гірських порід), а також специфічні фактори, характерні, наприклад, для морських берегових ділянок (абразія, характеристика пляжу, азимут берегової лінії, висота берегового виступу).

Вибір кількісних факторних просторових характеристик здійснюється за наступними критеріями: 1) наявність літературних даних про зв'язок між ЕГП та певною факторною характеристикою; 2) уявлення про можливість такого зв'язку з точки зору фізики явища. Щодо часових характеристик, то вони є однаковими для всіх ЕГП: сонячна активність (характеризується числом Вольфа); річна кількість опадів; середньорічна температура повітря; сейсмічна активність (сумарна річна енергія землетрусів).

Розглянемо детальніше вибір просторових факторів при прогнозуванні ЕГП вітчизняними науковцями, таких як зсуви (таблиця 1) [2], карст (таблиця 2) [1] та сель (таблиця 3) [6].

Таблиця 1

Просторові фактори виникнення ЕГП (на прикладі зсувів)

№№ ч/ч	Група факторів	Фактор	Факторна характеристика
1	Літолого-стратиграфічні	Літофаціальний тип гірських порід, що підстиляють	Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони
2	Інженерно-геологічні	Інженерно-геологічний район	Коефіцієнт ураженості в межах району
3	Геоморфологічні	Базис ерозії	Відстань до базису ерозії
4	Геоморфологічні	Вододіл	Відстань до вододілу
5	Геоморфологічні	Висота	Абсолютна оцінка над рівнем моря
6	Геоморфологічні	Кругість схилу	Кут нахилу денної поверхні
7	Тектонічні	Тектонічні порушення	Відстань до тектонічного розлому
8	Ландшафтні	Рослинність	Відстань до границі лісу
9	Метеорологічні	Опади	Кількість опадів
10	Техногенні	Наявність населених пунктів	Відстань до населеного пункту
11	Техногенні	Наявність доріг	Відстань до дороги, шосе

Таблиця 2

Просторові фактори виникнення ЕГП (на прикладі карсту)

№№ ч/ч	Група факторів	Фактор	Факторна характеристика
1	Геологічні	Поширення	Коефіцієнт ураженості геологічної

		геологічних горизонтів	світи (горизонту)
2	Геологічні	Літологічний склад четвертинних відкладень	Коефіцієнт ураженості зон з різним літологічним складом четвертинних відкладень
3	Геоморфологічні	Базис ерозії	Відстань до базису ерозії
4	Геоморфологічні	Найближчий поверхневий прояв карсту	Відстань до найближчого карстопрояву
5	Гідрогеологічні	Водопровідність неогенових відкладень	Значення водопроводимости неогенових відкладень
6	Гідрогеологічні	Поширення водоупорів	Потужність першого від поверхні водоупора
7	Гідрогеологічні	Четвертинний водоносний горизонт	Потужність четвертинного водоносного обр'ю
8	Гідрогеологічні	Міоценовий водоносний горизонт	Потужність міоценового водоносного обр'ю
9	Гідрогеологічні	Глибина рівня підземних вод	Глибина залягання рівня міоценового водоносного обр'ю
10	Тектонічні	Тектонічні порушення	Відстань до тектонічного розлому
11	Геофізичні	Гравітаційне поле	Значення гравітаційного поля в редуції Буге
12	Техногенні	Наявність населених пунктів	Відстань до населеного пункту
13	Техногенні	Наявність ділянок порушення геологічного середовища	Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)

Таблиця 3

Просторові фактори виникнення ЕГП (на прикладі сіл)

№№ ч/ч	Група факторів	Фактор	Факторна характеристика
1	Геолого-тектонічні	Тектонічні порушення	Відстань до тектонічного розлому
2	Геолого-тектонічні	Літофаціальний тип гірських порід, що підстиляють	Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони
3	Геолого-тектонічні	Тектонічні райони	Коефіцієнт ураженості тектонічної зони
4	Геолого-тектонічні	Зсув	Віддаль до зсуву
5	Геоморфологічні	Базис ерозії	Відстань до базису ерозії
6	Геоморфологічні	Вододіл	Відстань до вододілу
7	Геоморфологічні	Висота	Абсолютна висота селю над рівнем моря
8	Геоморфологічні	Висота	Абсолютна висота вододілу
9	Геоморфологічні	Кругість схилу	Кут нахилу денної поверхні
10	Ландшафтні	Рослинність	Відстань до границі лісу
11	Метеорологічні	Опади	Кількість опадів
12	Техногенні	Наявність населених пунктів	Відстань до населеного пункту
13	Техногенні	Наявність доріг	Відстань до дороги, шосе

Просторові фактори у зазначених таблицях мають системну повторюваність для видів екзогенних геологічних процесів. Якщо розглядати тільки природну складову екзогенних процесів, із 31 фактору (його кількісного показника) 19 (~61 %) факторів є спільними як для зсувів, селів і карсту, а розглянуті техногенні фактори не володіють інформативністю (за даними цих же авторів), яка би істотно вказувала на їх вплив. Однак 6 факторів представлені тільки для одного виду ЕГП.

Аналіз вибору факторів при просторово-часовому прогнозуванні ЕГП.
 Аналізуючи фактори, які використовуються для просторово-часового прогнозу, варто відмітити те, що переважна більшість факторів представляють природну складову ЕГП, тоді як техногенні чинники і досі є малодослідженими. За даними [1,2,6], у ваговому співвідношенні коефіцієнтів інформативності факторних ознак техногенна група займає стільки, скільки окремий чинник природної складової, тому саме аналіз останній і має бути приділена більша увага.

Переважна більшість науковців та організацій [7,8], які займаються дослідженнями екзогенних процесів у світі, причиною активізації гравітаційних процесів називають порушення режиму ґрунтових вод, зменшення рослинного покриву, модифікацію схилів, будівництво доріг, залізниць, будівель тощо, перевантаження схилів, видобуток корисних копалин, вібрацію від інтенсивного руху, вибухові роботи, і т.д., розкопки або переміщення гірських порід.

Вплив кожного із зазначених чинників має приналежність до процесу розвитку техногенних геологічних процесів, однак аналіз ступенів їхнього впливу на процес виникнення ЕГП не здійснювався, а факторна характеристика, як кількісна міра використовувалась та розраховувалась вперше.

Статистичні розподіли деяких факторних характеристик у вигляді гістограм, що представлені нижче, слугують основою подальшого їх аналізу та систематизації (рис.1, 2, 3, 4).

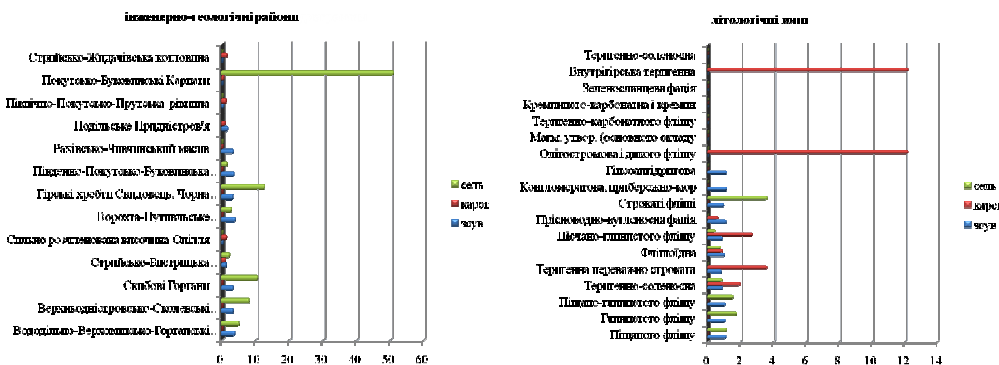


Рис. 1. Гістограми ранжирування структурних зон за схильністю до ЕГП (природна складова)

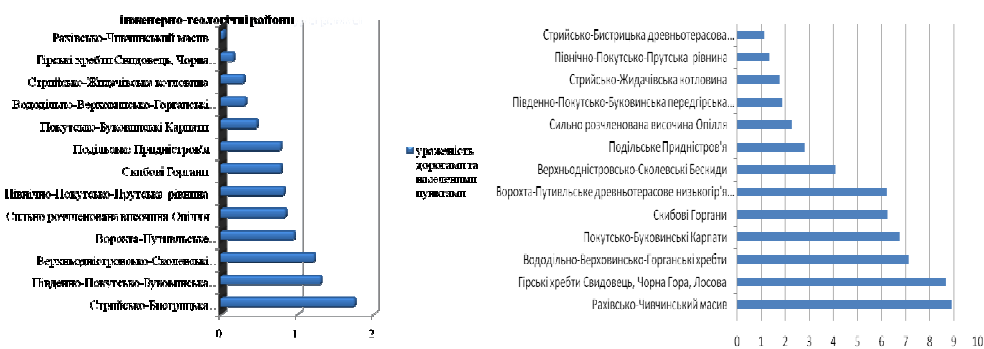


Рис. 2. Гістограми ранжирування структурних зон за умовами зміни геологічного середовища (техногенна складова)

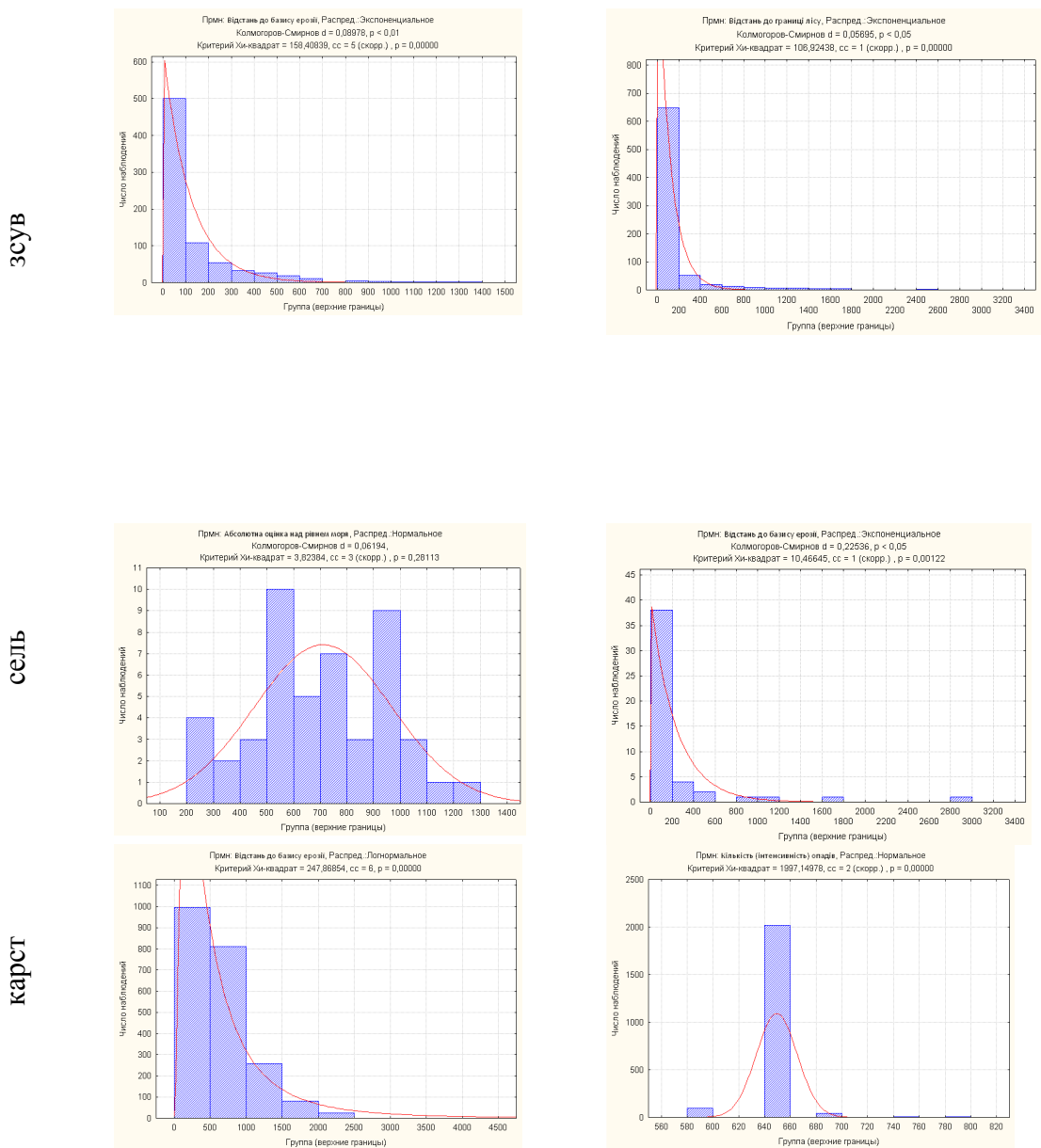


Рис. 3. Графіки фактичних розподілів факторних характеристик природної складової розвитку зсувів

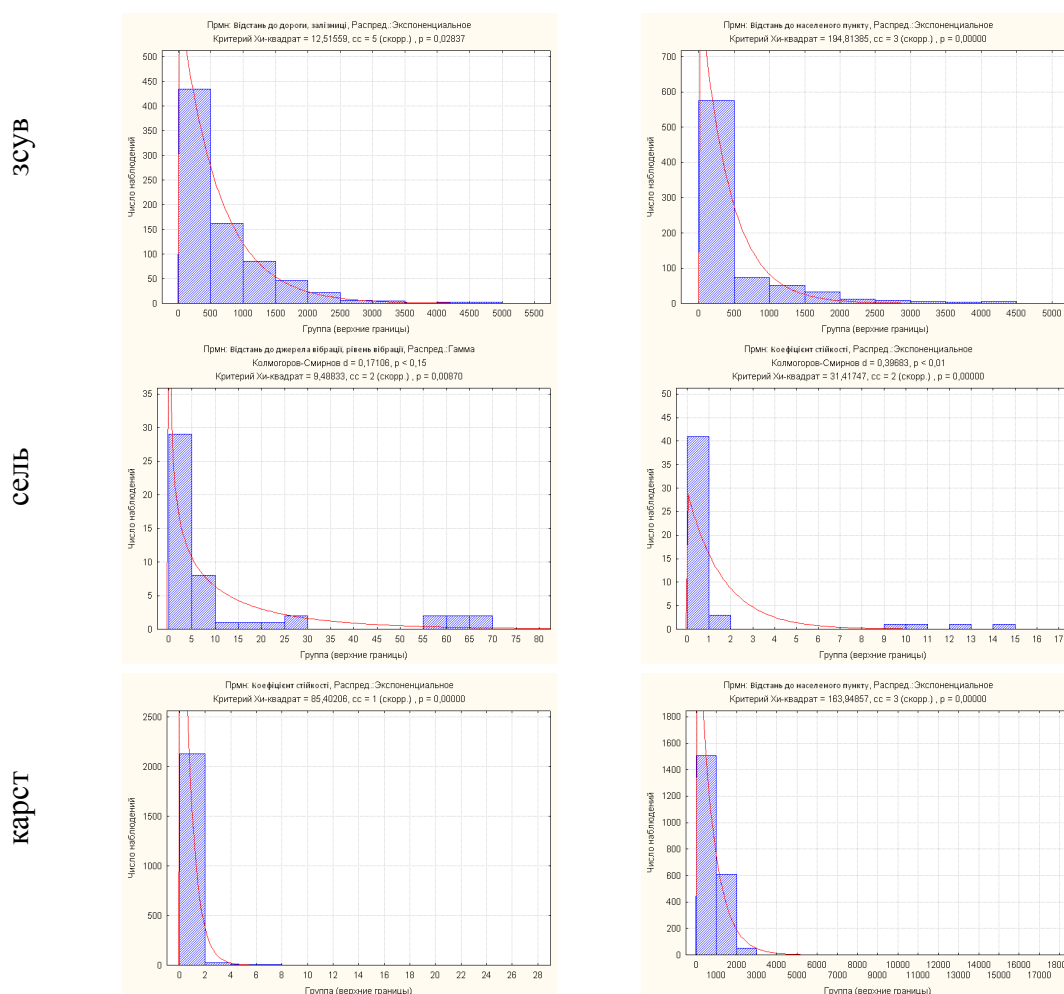


Рис. 4. Графіки фактичних розподілів факторних характеристик техногенної складової розвитку ЕГП

За результатами досліджень статистичних розподілів з використанням непараметричного D-критерію Колгморова-Смірнова проведена оцінка ймовірних законів розподілу теоретичних даних для кожної факторної характеристики (табл. 4, 5).

Таблиця 4

Ймовірні закони розподілу факторних характеристик природної складової розвитку ЕГП

Факторна характеристика	Закон розподілу типів ЕГП		
	зсув	карст	сель
Відстань до границі лісу	експоненціальний	нормальний	експоненціальний
Кількість (інтенсивність) опадів	нормальний	нормальний	логнормальний
Відстань до тектонічного розлому	експоненціальний	нормальний	експоненціальний
Відстань до базису ерозії	експоненціальний	логнормальний	експоненціальний
Абсолютна оцінка над рівнем моря	нормальний	експоненціальний	нормальний
Кут нахилу денної поверхні	логнормальний	експоненціальний	нормальний
Відстань до найближчого прояву	логнормальний	експоненціальний	експоненціальний
Експозиція схилу	експоненціальний	нормальний	нормальний
Потужність першого від	—	нормальний	—

поверхні водоупора			
Потужність четвертинного водоносного горизонту	–	нормальний	–
Глибина залягання рівня міоценового водоносного горизонту	нормальний	нормальний	нормальний
Рівень ґрунтових вод	нормальний	експоненціальний	нормальний

Таблиця 5

Ймовірні закони розподілу факторних характеристик техногенної складової розвитку ЕГП

Факторна характеристика	Закон розподілу для типів ЕГП		
	зсув	карст	сель
Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)	гамма	гамма	нормальний
Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації	гамма	експоненціальний	гама
Коефіцієнт стійкості	експоненціальний	експоненціальний	експоненціальний
Відстань до дороги, залізниці	експоненціальний	експоненціальний	експоненціальний
Відстань до населеного пункту	експоненціальний	експоненціальний	експоненціальний

Статистичні розподіли характеризують значну динаміку зміни частот розподілів вихідних даних. Однак ймовірні закони розподілу, а особливо ті, які не підпорядковані нормальному або логнормальному закону, потребують повторної перевірки та логарифмування, що має показати належність розподілу даних нормальному логнормальному закону розподілу. Ця перевірка буде проведена для подальшого аналізу, коли їх величини, які зараз виражені у вигляді реальних даних, будуть нормалізовані у безрозмірні коефіцієнти.

Вибір структури факторів. Однак не слід забувати те, що кожен вид ЕГП і навіть кожен зсув, карст або сель має свої власні правила (чинники) виникнення й активізації відносно кінематики і впливу тих чи інших факторів. Таким чином, будь-яка структура, яка має на меті комплексно обґрунтувати та привнести ті чи інші фактори, а разом з ними і факторні характеристики, не зможе найточніше описати її динаміку в часі та просторі.

Виходячи з наведених даних, варто запропонувати структуру факторів ЕГП, у якій інформативність їх ознак дає змогу здійснити розподіл природної та техногенної складової розвитку (рис. 5) [4].

Структура факторів розвитку екзогенних геологічних процесів			
природні		техногенні	
фактор	факторна характеристика	факторна характеристика	фактор
геологічні		геологічні	
Літофаціальний тип гірських порід, що підстиляють	Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони, геологічної світи	Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)	Наявність ділянок порушення геологічного середовища
Інженерно-геологічний район	Коефіцієнт ураженості в межах району (в т.ч. іншими ЕГП)	Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району	Інженерно-геологічний район
ландшафтні		ландшафтні	
Рослинність	Відстань до границі лісу	Зміна лісових площ	Рослинність
метеорологічні		ландшафтні	
Опади	Кількість (інтенсивність) опадів	механічні	
тектонічні		механічні	
Тектонічні порушення	Відстань до тектонічного розлому	Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації	Вібрація
геоморфологічні		геоморфологічні	
Базис ерозії	Відстань до базису ерозії	Зміна кута нахилу	Модифікація схилів
Вододіл	Відстань до вододілу	Коефіцієнт стійкості	Перевантаження схилів
Висота	Абсолютна оцінка над рівнем моря	гідрогеологічні	
Крутість схилу	Кут нахилу денної поверхні	Коефіцієнт порушеності	Порушення режиму ґрунтових вод
Найближчий поверхневий прояв ЕГП	Відстань до найближчого прояву	антропогенні	
Напрямок схилу	Експозиція схилу	Відстань до дороги, залізниці	Наявність доріг, залізниць
гідрогеологічні		антропогенні	
Поширення водоупорів	Потужність першого від поверхні водоупора	Відстань до населеного пункту	Наявність населених пунктів
Четвертинний водоносний горизонт	Потужність четвертинного водоносного горизонту		
Глибина рівня підземних вод	Глибина залягання рівня міоценового водоносного горизонту		

Рис. 5. Структура природних та техногенних факторів розвитку ЕГП

У залежності від конкретних регіональних умов структура факторів може коректуватись, якщо дія фактора однорідна або слабо проявляється в межах досліджуваної території.

Висновки. У результаті аналізу як літературних, так і картографічних матеріалів запропоновано нову структуру факторів, які можна використати для створення прогнозних моделей розвитку і активізації ЕГП. Вона дає змогу вперше здійснити розподіл факторів за природною та техногенною складовими.

Систематизація факторних характеристик слугує основою подальшого їх аналізу з виокремленням природної та техногенної складової. При цьому виокремлення у статистичних розподілах їх спільних та відмінних рис, для різних ЕГП, дає передумови для подальших їх досліджень у створенні єдиної прогнозної системи.

Література

1. Довгострокове прогнозування провальнo-просадочних проявів карсту: монографія / Е. Д. Кузьменко, І. В. Чепурний, П. П. Чалий. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 272 с.
2. Закономерная связь между величинами вероятностей возникновения оползней и оползневой опасности при комплексном воздействии природно-техногенных факторов. Научное открытие. Диплом №310. /Кузьменко Э.Д., Крыжанивский Е.И., Карпенко А.Н., Журавель А.М.// Научные открытия: сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез. – 2006. – Москва: МААНОИ, 2007. – С. 64-65.
3. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП – Київ: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України”, 2012. – 48 іл. – 105 с.
4. Касіянчук Д. В. Природна і техногенна складова факторів екзогенних геологічних процесів // Матеріали доповідей XII Міжнародної наукової конференції. «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» [Електронний ресурс]., 13-16 травня 2013 р. – м. Київ: Всеукраїнська асоціація геоінформатики., 1 електрон.опт. диск (CD-ROM), 12 см.
5. Методические рекомендации по составлению долгосрочных прогнозов экзогенных геологических процессов в системе государственного мониторинга геологической среды / Шеко А.И., Постоев Г.П., Круподеров В.С., Дьяконова В.И., Мальнева И.В., Парфенов С.И., Бондаренко А.А., Круглова Л.В. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1999. – 78 с.
6. Чепурна Т. Б. Регіональний просторово-часовий прогноз селевої небезпеки із застосуванням геоінформаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. геол. наук: спец. 04.00.05 «Геологічна інформатика»/ Чепурна Т. Б. – К., 2012. – 20 с.
7. Geoscience Australia: [Електронний ресурс]. Canberra, Australia 1901-2013. URL: <http://www.ga.gov.au/> (Дата звернення: 3.02.2013).
8. United States Geological Survey. Landslide Program and National Landslide Information Center: [Електронний ресурс]. Denver, USA 2013. URL: <http://landslides.usgs.gov/> (Дата звернення: 18.04.2013).

Поступило в редакцію 21 жовтня 2013 р.

Рекомендував до друку д. г.-м. н. Е. Д. Кузьменко