

Д. В. Касіянчук, аспірант (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу), м. Івано-Франківськ, Україна, dima_kasiyanchuk@ukr.net

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ СКЛАДОВОЇ РОЗВИТКУ СЕЛІВ

У статті проаналізовано та обґрунтовано вибір факторів, які використовують під час прогнозування екзогенних геологічних процесів на прикладі селів. На основі проведеного статистичного аналізу даних визначено належність вибору факторної характеристики до природної чи техногенної складової розвитку селів. Розраховано ваговий внесок кожної факторної характеристики.

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

Постановка проблеми. Проблема безпеки населення й численних господарських об'єктів у районах розвитку небезпечних ЕГП є однією з основних соціально-екологічних проблем сьогодення через збитки, що завдаються цими процесами. Необхідність окремого дослідження складових ЕГП залишається актуальною проблемою, оскільки такого розподілу не здійснено або зроблені тільки перші спроби. На сьогодні створено та впроваджено низку геоінформаційних систем, які забезпечують комплексний просторово-часовий прогноз розвитку та активізації ЕГП на прикладі території Івано-Франківської, Чернівецької, Львівської областей. Однак складові процесу ЕГП мають різну динаміку й різні фактори, що сприяють їх розвитку на окремих територіях.

Селевий процес як один з найактивніших і непередбачуваних, зокрема в межах території Карпатського регіону, потребує моніторингових спостережень, аналізу та прогнозу. Необхідність створення роздільних прогнозних моделей техногенної та природної безпеки забезпечить

ефективне попередження їх негативного впливу. Ця проблема потребує не тільки пошуку нових наукових і методичних підходів до розробки та відпрацювання прогнозних моделей виникнення й активізації селів, а й відповідної кількісної оцінки селевого впливу на функціонування природних і техногенних комплексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення процесів селеутворення впродовж значного часу виконувалося в Карпатському регіоні як одному з найбільш селенебезпечних. Найвагоміші дослідження селів Карпат і Криму належать визнаному на міжнародному рівні досліднику селів, доктору географічних наук А. Н. Оліферову [7], який присвятив цьому питанню понад 50 років свого життя. Значний внесок у розробку методик пошуку закономірностей і прогнозування селів у часі зробили А. А. Ключкін [8], Г. І. Рудько [6]. Не менш актуальними є міжнародні конференції та симпозиуми: IV Міжнародна конференція “Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита”, П'ятигорськ, Росія, 2008 р.; Міжнародний симпозиум “Floods and Modern

Methods of Control Measures”, Тбілісі, Грузія, 2009 р.; III Міжнародна конференція “Debris Flow”, Мілан, Італія, 2010 р. та ін.

Важливими є дослідження Т. Б. Чепурної, які вперше забезпечили комплексний аналіз даних для моделювання й прогнозування селів на прикладі окремих територій Карпатського регіону [9]. У результаті вперше створено систему прогнозування з використанням природно-техногенних факторів розвитку та активізації селів на регіональному рівні. Перші кроки щодо обґрунтування вибору факторів та розрахунку їх факторних характеристик при роздільному прогнозуванні природної та техногенної складової зробив Д. В. Касіячук [3]. Аналіз факторів, які впливають на розвиток та активізацію селів, що використовуються під час прогнозування екзогенних геологічних процесів, дасть можливість здійснити розподіл складових на природну й техногенну складову.

Особливості поширення та аналіз ЕГП у межах досліджуваної території. За даними щорічної доповіді про стан активізації небезпечних геологічних процесів [1], у регіоні Карпатської складчастої системи (Івано-Франківська, Чернівецька та Львівська області) міститься три селеактивні басейни, де нараховується 219 селевих водотоків (рис. 1).

Найбільшою селеактивністю характеризуються басейни рр. Черемош і Прут, де формуються переважно водно-кам'яні, рідко грязьово-кам'яні селі. Тверда складова представлена уламками флішових відкладів крейди й палеогену з невеликими домішками елювіально-делювіальних, делювіально-пролювіальних та сучасних алювіальних відкладів. За літологічним складом це аргіліти, алевроліти, пісковики, інколи суглинки. У басейні р. Білий Черемош смуга найбільшої густоти розчленування рельєфу – 3–5 км/км² – розміщена в зоні верхів'я річки та її перших приток. Із цією смугою пов'язані ділянки

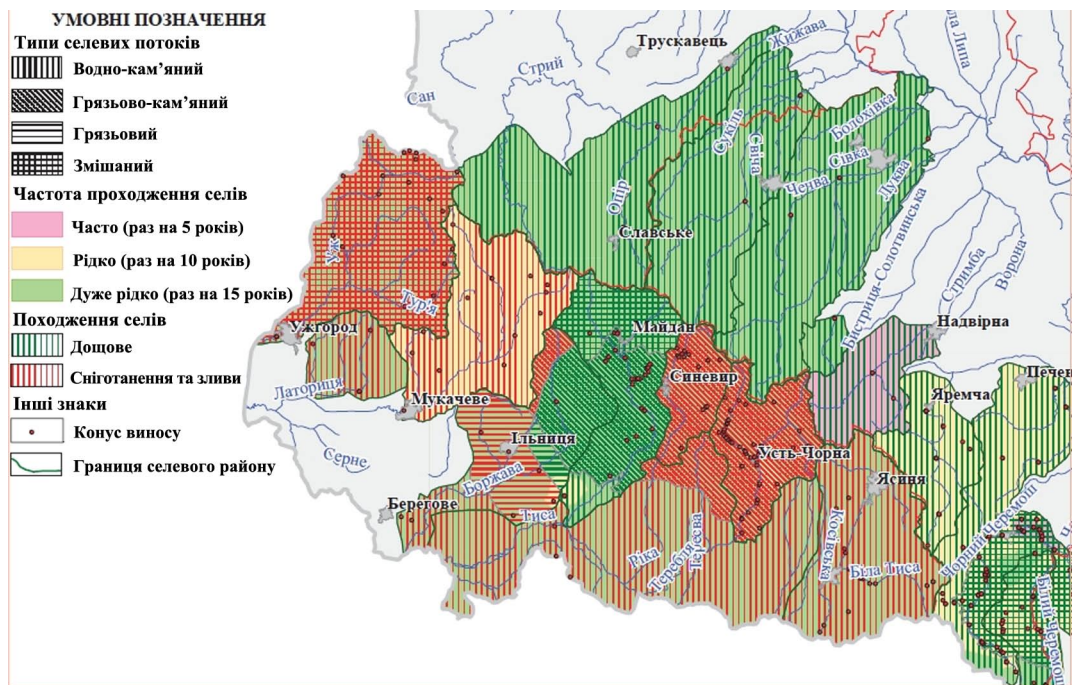


Рис. 1. Розвиток селевого процесу в межах регіонів Карпатської складчастої системи та Закарпатського прогину

найбільших нахилів поверхні (30–40°), де формуються численні зсуви, які живлять селеві потоки.

На території Львівської області в басейнах рр. Дністер і Стрий фіксується понад 50 селенебезпечних водотоків площею 3 055 км². В Івано-Франківській області 270 дрібних селенебезпечних водотоків займають площу 606,9 км², у Чернівецькій відзначено 70 дрібних водотоків площею 255,5 км². Розвиток селів на території Закарпатського прогину відзначається у верхів'ях 270 дрібних водотоків на площі 1 803 км² (рис. 2).

У 2012 р. активізація селевого процесу на території Карпатської складчастої системи не спостерігалася. Конуси виносу на схилах задерновані, заросли травою, а підніжжя схилів розчищені та відновлені пошкоджені автомобільні дороги.

Вихідними даними для проведення досліджень слугували результати польових інженерно-геологічних і геоморфологічних спостережень на ділянках селесходження, фондові матеріали стосовно названого вище регіону. Базовим документом, на основі якого проводилися розрахунки, є кадастр-каталог селів, створений геологорозвідувальною експедицією ДП “Західукргеологія”. В адміністративному відношенні ділянка досліджень охоплює Івано-Франківську область.

Методичні та наукові основи сучасних результатів досліджень. Перевірка результатів відповідності законів розподілу: нормальному – природна складова, логнормальному – техногенна складова проводиться для їх подальшого порівнювання з даними теоретичного розподілу. З цією метою за фактичними даними вираховують теоретичні частоти кривої нормального, логнормального, гамма, експоненціального, екстремального законів розподілу.

Закони розподілу факторних характеристик розраховані за допомогою критерію Колмогорова-Смірнова, який рекомендується літературою при великій за обсягом вибірці даних, коли ймовірний теоретичний закон розподілу необов'язково має бути нормальним. Розрахована так звана D-статистика для кількох законів, яким може відповідати вибірка, а також критичне значення D-статистики. Якщо значення D-статистики менше критичного, то теоретичний закон розподілу приймається як потенційний для досліджуваної вибірки.

Проведемо відповідний статистичний аналіз факторів природної та техногенної складової розвитку селів. Результати статистичного аналізу факторних характеристик селевих процесів для природної й техногенної складової наведемо в табл. 1 та 4 відповідно. Структура таблиць перед-

Площа селевих басейнів, %
(на прикладі території Карпатського регіону)

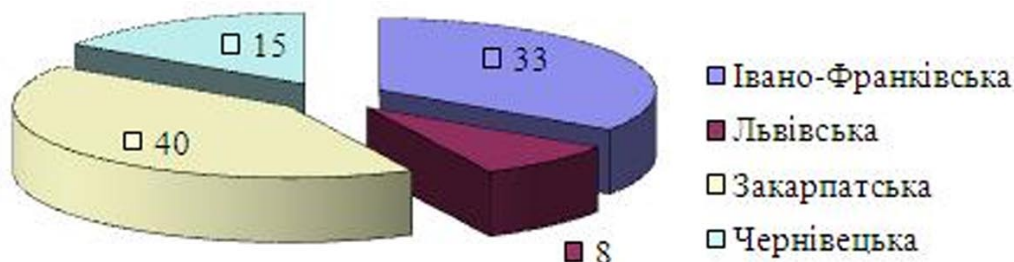


Рис. 2. Площі селевих басейнів (на прикладі території Карпатського регіону), у %

Таблиця 1. Дані статистичного аналізу факторних характеристик (природна складова)

№	Факторна характеристика	Середнє значення	Середньо-квдратичне відхилення	Закон розподілу	Розрахункове значення критерію Колмогорова-Смірнова					Критичне значення
					1	2	3	4	5	
1	Коефіцієнт ураженості літо-фаціальної зони, геологічної світи району (в т. ч. іншими ЕГП)	1,447	0,538	1	0,230	0,280	0,257	0,357	0,385	0,240
2	Коефіцієнт ураженості в межах району (в т. ч. іншими ЕГП)	10,444	10,464	2,1	0,250	0,203	0,278	0,286	0,295	0,268
3	Кількість (інтенсивність) опадів	769,792	138,664	2,3,1	0,240	0,204	0,215	0,541	0,424	0,247
4	Відстань до тектонічного розлому	1082,494	2342,224	1	0,322	0,449	0,450	0,489	0,756	0,340
5	Відстань до бази ерозії	239,400	501,928	1,4	0,323	0,351	0,364	0,329	0,762	0,330
6	Відстань до вододілу	1228,297	880,753	2,1,3	0,138	0,142	0,073	0,158	0,500	0,154
7	Абсолютна оцінка над рівнем моря	710,833	258,241	1,2,3	0,062	0,073	0,067	0,318	0,395	0,098
8	Кут нахилу денної поверхні	3,853	2,646	5,1	0,144	0,345	0,284	0,217	0,132	0,158
9	Відстань до найближчого прояву	2476,368	2397,702	1,3,4	0,189	0,208	0,190	0,196	0,542	0,203
10	Експозиція схилу	166,302	105,424	3,1,2	0,103	0,130	0,096	0,181	0,354	0,120

бачає надання відомостей щодо основних статистик і типів розподілу, відповідно: 1 – нормального, 2 – логнормального, 3 – гамма, 4 – експоненціального, 5 – екстремального закону.

Природна складова. Аналізуючи одержані результати статистичного аналізу, можна зробити висновки, що вилучення ураганних значень призводить до зменшення значень критерію Колмогорова-Смірнова, які розглянуті в таблиці, для факторних характеристик під номерами 3, 6, 10 закон розподілу, що стояв на другому місці, став на перше, регуляризація даних у п'яти випадках вплинула на зміну закону розподілу, перевищивши критичне значення критерію Колмогорова-Смірнова для вибірки факторної характеристики.

Отже, регуляризація даних дуже впливає на зміну закону розподілу [5]. Зменшення об'єму за відсутності ураганних значень загалом, по-перше, позитивно позначається на достовірності визначення закону розподілу, а по-друге, відбувається “штучно”, внаслідок процедур інтерполяції чи екстраполяції, а не внаслідок реальних картографічних розрахункових даних.

Під час подальшого аналізу важливим етапом є перетворення значень факторних характеристик так, щоб закони розподілу даних відповідали нормальному закону розподілу. Для приведення закону розподілу до теоретичного потрібно прологарифмувати значення факторної характеристики та навести відповідні їм гістограми розподілів абсолютних значень і логарифмів факторних характеристик та їх теоретичні аналоги для нормального (природна) та логнормального (техногенна) закону розподілу (рис. 3).

Виявлення дублюючих факторів на цьому етапі є важливим, але потрібно не забувати про різну природу факторів та формалізований математичний спосіб розрахунку.

Часто зв'язок між різними факторами та їх факторними характеристиками під час аналізу геологічного середовища взагалі неможливо пояснити з генетичного чи

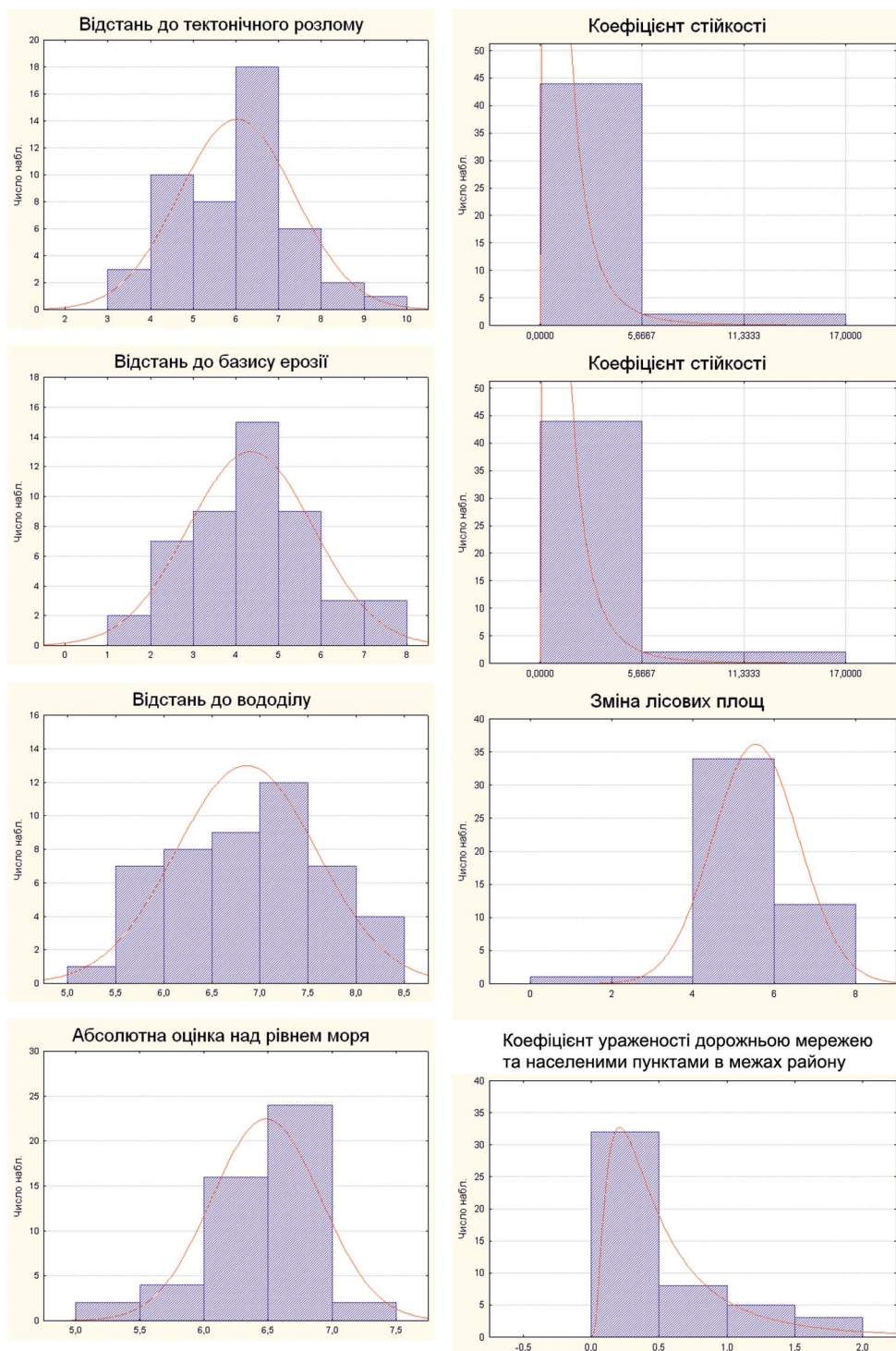


Рис. 3. Гістограми логарифмів факторних характеристик та їх теоретичні аналоги для нормального закону розподілу:

а) природна, логнормального; б) техногенна складова

причинно-наслідкового поглядів, оскільки спостережувані взаємозалежності можуть бути пов'язані не з досліджуваними геологічними процесами, а, наприклад, з методикою вимірювання або іншими причинами [2]. З іншого боку, вивчення взаємозв'язків між факторними характеристиками за допомогою кореляційного та кластерного аналізів сприятиме виявленню та глибшому розумінню фізики явища, визначенню найбільш інформативних факторних характеристик, що впливають на досліджуваний процес.

Оскільки здебільшого функціональні залежності між досліджуваними параметрами невідомі, дуже складні та недостатньо вивчені, то статистичні методи (кореляційний аналіз) є важливими для опису та моделювання (прогнозування) геологічних процесів.

У табл. 2 та 5 наведено відповідні розрахунки матриць парних коефіцієнтів кореляції між факторними харак-

теристиками з виділенням курсивом істотних значень. Використання в розрахунках матриць парної, а не множинної кореляції пояснюється тим, що, по-перше, матриця парної кореляції найпростіша для дослідження, решта побудована на її основі, по-друге, парний коефіцієнт кореляції стосується лінійної моделі (просторового прогнозування селів) зв'язку між даними, у складніших випадках досліджують множинну кореляцію (часове прогнозування селів), по-третє, відповідні матриці парних і множинних коефіцієнтів кореляційні для природної та техногенної складової не відрізняються.

Істотні значення між випадковими величинами можуть бути пояснені впливом прихованих (інших) факторів; компенсація ж тільки зменшить її реальний зв'язок, що може свідчити про наявний тісний причинно-наслідковий зв'язок між парами факторних характеристик.

Таблиця 2. Матриця парних коефіцієнтів кореляції між факторними характеристиками для природної складової

Факторна характеристика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони, геологічної світи (1)	1,00	<i>0,50</i>	<i>0,48</i>	-0,11	-0,08	-0,28	<i>0,61</i>	0,27	-0,11	-0,20
Коефіцієнт ураженості в межах району (в т. ч. іншими ЕГП) (2)	<i>0,50</i>	1,00	<i>0,34</i>	-0,39	0,20	-0,09	<i>0,60</i>	<i>0,30</i>	-0,01	-0,19
Кількість (інтенсивність) опадів (ln) (3)	<i>0,48</i>	<i>0,34</i>	1,00	-0,01	0,03	-0,18	<i>0,39</i>	<i>0,32</i>	-0,04	-0,33
Відстань до тектонічного розлому (ln) (4)	-0,11	-0,39	-0,01	1,00	-0,15	0,13	-0,42	-0,10	-0,17	0,23
Відстань до базису ерозії (ln) (5)	-0,08	0,20	0,03	-0,15	1,00	0,08	0,29	-0,04	<i>0,48</i>	-0,15
Відстань до вододілу (ln) (6)	-0,28	-0,09	-0,18	0,13	0,08	1,00	-0,49	-0,28	0,09	<i>0,31</i>
Абсолютна оцінка над рівнем моря (ln) (7)	<i>0,61</i>	<i>0,60</i>	<i>0,39</i>	-0,42	0,29	-0,49	1,00	<i>0,57</i>	0,03	-0,41
Кут нахилу денної поверхні (8)	0,27	<i>0,30</i>	<i>0,32</i>	-0,10	-0,04	-0,28	<i>0,57</i>	1,00	-0,23	-0,25
Відстань до найближчого прояву (ln) (9)	-0,11	-0,01	-0,04	-0,17	<i>0,48</i>	0,09	0,03	-0,23	1,00	-0,15
Експозиція схилу (ln) (10)	-0,20	-0,19	-0,33	0,23	-0,15	<i>0,31</i>	-0,41	-0,25	-0,15	1,00

Примітка. ln – натуральний логарифм.

Аналізуючи результати матриці парних коефіцієнтів кореляції для природної складової, варто відзначити значні кореляційні зв'язки між факторними характеристиками, що підтверджує наявність тісних причинно-наслідкових зв'язків між парами факторних характеристик. Найвищих значень вони досягають для таких факторних характеристик, як “абсолютна оцінка над рівнем моря”, “коефіцієнт ураженості в межах району (в т. ч. іншими ЕГП)”, “кількість (інтенсивність) опадів”, що пояснюється не тільки істотним кореляційним зв'язком фактичних картографічних даних, а тісним зв'язком фізики процесу, на який діє природний фактор.

Мета кластерного аналізу полягає в пошуку наявних структур, що виражається в утворенні груп – кластерів, схожих між собою об'єктів, а це у свою чергу не-

обхідно для виявлення структури в даних, яку нелегко знайти при побудові розподілів у вигляді гістограм. Метод одиничного зв'язку (метод близького сусіда) передбачає приєднання одиниці сукупності до кластера, якщо вона близька (знаходиться на одному рівні схожості) хоча б до одного представника цього кластера.

Дендрограми факторних характеристик для природної та техногенної складової, які наведено на рис. 4 і 5, показують нам формальне існування тісних зв'язків, які варто було б замінити на один з групи, проте додатковий аналіз факторних навантажень методом головних компонент факторних характеристик підтвердив відсутність такого зв'язку в обох випадках.

Аналізуючи результати дендрограми, варто відзначити незалежність впливу факторних характеристик одної від одної,

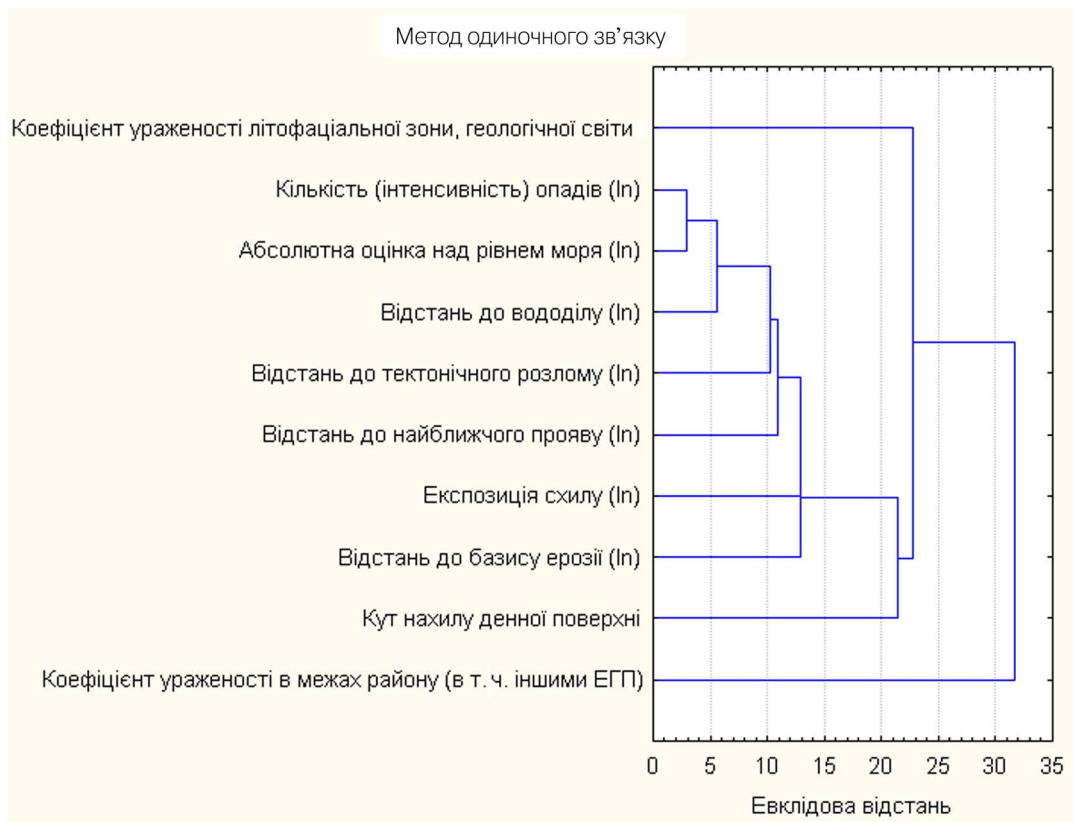


Рис. 4. Дендрограма евклідових відстаней між групами факторних характеристик природної складової

Таблиця 3. Вагові коефіцієнти інформативності факторних характеристик для природної складової

Факторна характеристика	Ваговий коефіцієнт інформативності, %
Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони, геологічної світи	10
Коефіцієнт ураженості в межах району (в т. ч. іншими ЕГП)	12
Кількість (інтенсивність) опадів (ln)	8
Відстань до тектонічного розлому (ln)	9
Відстань до базису ерозії (ln)	8
Відстань до вододілу (ln)	9
Абсолютна оцінка над рівнем моря (ln)	15
Кут нахилу денної поверхні	11
Відстань до найближчого прояву (ln)	8
Експозиція схилу (ln)	10

інформативності “абсолютна оцінка над рівнем моря” чи “коефіцієнт ураженості в межах району (в т. ч. іншими ЕГП)”, про які йшлося раніше, підтверджують тільки їх істотний вплив з погляду умов формування природного явища утворення селів.

Техногенна складова. Одержані результати статистичного аналізу техногенної складової з вилученням ураганних значень приводять до зменшення основних статистичних параметрів, які розглянуті в табл. 4, для факторних характеристик під номерами 3, 5 закон розподілу, що стояв на другому місці, став на перше, регуляризація даних у двох випадках вплинула на зміну закону розподілу, перевищивши критичне значення для вибірки факторної характеристики.

Результуючі дані матриці парних коефіцієнтів кореляції для техногенної складової (табл. 5) підтверджує наявність тісних причинно-наслідкових зв'язків між парами факторних характеристик. Найвищих значень вони досягають для таких факторних характеристик, як “відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)”, “коефіцієнт порушеності”, “відстань до джерела вібрації, рівень вібрації”, що пояснюється не тільки істотним кореляційним зв'язком фактичних

картографічних даних, а й нашими уявленнями про фізику процесів активізації та розвитку селів.

Дендрограма результатів аналізу евклідових відстаней вказує на існування тісного зв'язку між групами факторів, варто відзначити незалежність впливу факторних характеристик однієї від одної, наприклад, “відстань до дороги, залізниці”-“відстань до населеного пункту”. Факторна характеристика “відстань до джерела вібрації, рівень вібрації” на дендрограмі характеризується найбільшою відстанню щодо основних груп. Це пояснюється тим, що в розрахунку бралися значення, які широко варіюють у вібраційній здатності для різних видів господарських об'єктів. Ці факторні характеристики дійсно є подібними, але не варто забувати про їх різну техногенну складову, через яку й здійснюється вплив фактора.

Аналізуючи дані таблиці коефіцієнтів інформативності (табл. 6), варто відзначити їх приблизно рівноцінний ваговий вплив. Факторні характеристики “коефіцієнт стійкості” та “зміна лісових площ”, не володіючи високими значеннями кореляційного зв'язку, необхідні, оскільки вони нарізно описують умови формування техногенного явища утворення селів,

Таблиця 4. Дані статистичного аналізу факторних характеристик (техногенна складова)

№	Факторна характеристика	Середнє значення	Середньо-квадратичне відхилення	Закон розподілу	Розрахункове значення критерію Колморова-Смірнова					Критичне значення
					1	2	3	4	5	
1	Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)	34580,42	18392,87	1,2,3	0,110	0,151	0,153	0,189	0,444	0,158
2	Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району	0,60	0,52	2,3,1	0,242	0,155	0,190	0,261	0,456	0,252
3	Зміна лісових площ, відстань до границі лісу	391,44	596,79	3,2,1	0,256	0,170	0,142	0,262	0,562	0,259
4	Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації	12,78	20,13	2,3,1	0,326	0,077	0,171	0,380	0,576	0,334
5	Зміна кута нахилу	6,45	2,48	2,1	0,243	0,236	0,309	0,400	0,319	0,255
6	Коефіцієнт стійкості	1,64	3,19	2,3,1,5	0,433	0,275	0,376	0,497	0,365	0,467
7	Коефіцієнт порушеності, рівень ґрунтових вод	756,08	281,77	1,3,2	0,047	0,104	0,088	0,338	0,386	0,169
8	Відстань до дороги, залізниці	982,96	1593,48	2,3,1	0,327	0,117	0,218	0,370	0,708	0,350
9	Відстань до населеного пункту	1948,97	3208,59	2,3,1	0,283	0,168	0,269	0,365	0,667	0,300

включаючи математичну складову опису та розрахунку факторної характеристики.

Результати вагових коефіцієнтів інформативності як для техногенної, так і для природної складової приблизно в однакових відсоткових значеннях.

Проте стверджувати про взаємовплив або повторюваність факторних характеристик між складовими не можна, що, по-перше, підтверджене відповідним статистичним аналізом, по-друге, вибір факторної характеристики проводився з урахуванням фізики явища, по-третє, результуючі значення інформативності не дають окремії факторній характеристиці переважати у сформованій структурі групи факторів.

Отже, аналіз і розв'язок сформованих задач, які мали на меті насамперед обґрунтувати ймовірність роздільного прогнозування ЕГП, уперше дали змогу конкретизувати, а точніше кажучи, виділити із сукупності відомих факторів розвитку та активізації селів. Виокремлення за допомогою низки статистичних операцій факторних характеристик дало можливість обґрунтувати розподіл факторів, що дає передумови для подальших їх досліджень щодо створення єдиної прогнозної системи. На цьому етапі досліджень постає таке завдання: яким же чином описати математично модель розвитку й активізації селевих процесів.

Висновки. У результаті статистичного аналізу факторних характеристик, які використовують під час прогнозування селів, запропоновано здійснити їх розподіл на природну й техногенну складові. Способом систематизації картографічних і розрахункових даних факторних характеристик уперше виокремлено природну й техногенну складові. Зроблені перші кроки до вирішення проблеми роздільного прогнозування природної й техногенної складових через розрахунок вагових внесків кожної факторної характеристики. Застосування виконаних досліджень щодо виявлення закономірності розподілу селевих процесів дає можливість надалі працювати

Таблиця 5. Матриця парних коефіцієнтів кореляції між факторними характеристиками для техногенної складової

Факторна характеристика	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів) (ln) (1)	1,00	-0,72	-0,32	0,40	0,79	-0,24	0,85	0,31	0,63
Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району (2)	-0,72	1,00	0,25	-0,31	-0,95	0,36	-0,81	-0,18	-0,43
Зміна лісових площ (ln) (3)	-0,32	0,25	1,00	0,37	-0,24	0,02	-0,27	0,26	0,05
Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації (4)	0,40	-0,31	0,37	1,00	0,34	-0,04	0,39	0,81	0,75
Зміна кута нахилу (5)	0,79	-0,95	-0,24	0,34	1,00	-0,33	0,83	0,17	0,43
Коефіцієнт стійкості (6)	-0,24	0,36	0,02	-0,04	-0,33	1,00	-0,41	0,08	-0,14
Коефіцієнт порушеності (ln) (7)	0,85	-0,81	-0,27	0,39	0,83	-0,41	1,00	0,32	0,59
Відстань до дороги, залізниці (ln) (8)	0,31	-0,18	0,26	0,81	0,17	0,08	0,32	1,00	0,71
Відстань до населеного пункту (ln) (9)	0,63	-0,43	0,05	0,75	0,43	-0,14	0,59	0,71	1,00

Таблиця 6. Вагові коефіцієнти інформативності факторних характеристик для техногенної складової

Факторна характеристика	Ваговий коефіцієнт інформативності, %
Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів) (ln)	13
Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району	13
Зміна лісових площ (ln)	7
Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації	11
Зміна кута нахилу	13
Коефіцієнт стійкості	7
Коефіцієнт порушеності (ln)	13
Відстань до дороги, залізниці (ln)	9
Відстань до населеного пункту (ln)	12

над розробкою аналітичної комп'ютерної системи прогнозування селів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. – Київ: Державна

служба геології та надр України, 2013. – 98 с. Режим доступу: http://www.geoinf.kiev.ua/SZHORICHNYK_2013.pdf. Дата звернення: 29.05.2013 р.

2. Девіс Дж. Статистический анализ данных в геологии/Пер. с англ.: В 2 кн. – М.: Недра, 1990. – С. 319–427.

3. *Касиянчук 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. – Київ: Всеукраїнська асоціація геоінформатики, 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), 12 см.

4. *Кузьменко Е. Д., Крижанівський Є. І., Карпенко О. М., Журавель О. М.* Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійності експлуатації трубопроводів//Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. – № 4 (17). – С. 24–35.

5. *Крив’юк І. В.* Статистичний аналіз геолого-геофізичних параметрів, узгоджених із зсувонебезпекою локального рівня//Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2009. – № 1 (19). – С. 62–67.

6. *Рудько Г. И.* Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты)/Г. И. Рудько, И. Ф. Ерыш. – К.: Задруга, 2006. – 624 с.

7. *Селевые потоки в Крыму и Карпатах/А. Н. Олиферов.* – Симферополь: Доля, 2007. – 176 с.

8. *Толстых Е. А., Клюкин А. А.* Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов. – М.: Недра, 1984. – 117 с.

9. *Чепурна Т. Б.* Регіональний просторово-часовий прогноз селевої небезпеки із застосуванням геоінформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.05 “Геологічна інформатика”/Чепурна Тетяна Богданівна: КНУ імені Т. Шевченка. – К., 2012. – 20 с.

REFERENCES

1. *Activization of dangerous exogenous geological processes in Ukraine by monitoring of data of EGP – Kyiv: Derzhavna sluzhba heolohiyi ta nadr Ukrayiny, 2013. – 98 p. Rezhym dostupu:*

http://www.geoinf.kiev.ua/SZHORICHNYK_2013.pdf. Data zvernennya: 29.05.2013 p. (In Ukrainian).

2. *Davis J.* Statistical and data analysis in geology/Per. s angl.: V 2 kn. – M.: Nedra, 1990. – P. 319–427. (In Russian).

3. *Kasiyanchuk D. V.* Natural and technogenic component of factors of exogenous geological processes//Materialy dopovidey XII Mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi. “Heoinformatyka: teoretychni ta prykladni aspekty” [Elektronnyy resurs], 13–16 travnya 2013 r. – K: Vseukrayinska asotsiatsiya heoinformatyky, 1 elektron. opt. dysk (CD-ROM), 12 sm.

4. *Kuzmenko E. D., Kryzhanivskiy Ye. I., Karpenko O. M., Zhuravel O. M.* Forecasting of development of landslides as the factor of maintenance of reliable operation of pipelines//Rozvidka ta rozrobka naftovyx i gazovyx rodovyshh. – 2005. – № 4 (17). – P. 24–35. (In Ukrainian).

5. *Kryvyuk I. V.* Statistical analysis of the geology-geophysical parameters coordinated with sliding dangers on a local level//Naukovyj visnyk Ivano-Frankivskogo nacionalnogo texnichnogo universytetu nafty i gazu. – Ivano-Frankivsk, 2009. – № 1 (19). – P. 62–67. (In Ukrainian).

6. *Rudko G. I., Yerysh I. F.* Landslides and other geodynamic processes of folded mountains in Ukraine (Crimea, Carpathian Mountains). – K.: Zadruga, 2006. – 624 p. (In Russian).

7. *Mudflows in Crimea and Carpathians/A. N. Olyferov.* – Simferopol: Dolya, 2007. – 176 p. (In Russian).

8. *Tolstykh E. A., Klyukyn A. A.* Methods of measurement of quantitative parameters of exogenous geological processes. – M.: Nedra, 1984. – 117 p. (In Russian).

9. *Chepurna T. B.* Regional spatio-temporal forecasting of mudflow hazards using GIS technology: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya k. heol. nauk: spets. 04.00.05 “Heolohichna informatyka”: KNU imeni T. Shevchenka. – K., 2012. – 20 p. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 26.05.2014.

Д. В. Касиянчук, аспирант (Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа), г. Ивано-Франковск, Украина

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РАЗВИТИЯ СЕЛЕЙ

В статье проанализировано и обосновано выбор факторов при прогнозировании экзогенных геологических процессов на примере селей. На основе проведенного статистического анализа данных определено принадлежность выбора факторной характеристики к

природной или техногенной составляющей развития селей. Рассчитано весовое влияние каждой факторной характеристики.

Ключевые слова: *экзогенные геологические процессы (ЭГП), сель, фактор, факторная характеристика, природная составляющая, техногенная составляющая, статистический анализ.*

D. V. Kasiyanchuk, *Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine*

STATISTICAL ANALYSIS OF THE FACTORS OF NATURAL AND TECHNOGENIC COMPONENT OF MUDFLOW

Analyzing factors that are using for the space-time forecast is worth noting that the vast majority of factors are presenting a natural component of exogenic geological processes, whereas the man-made factors are still unexplored. Often the connection between different factors and their factor characteristics in the analysis of geological environment in general can not be explained from genetic or causal beliefs, as observed interdependencies can be connected not with the investigated geological processes but, for example, with the method of measuring or other reasons. In the article is substantiated the selection factors in forecasting exogenous geological processes for example of mudflows. Having conducted the statistical analysis of the data help to determine the choice of the factor characteristic according to the characteristics of natural or man-made component of the development of mudflows. To address the main tasks is done the analysis of statistical distributions of factor characteristics and made the test data of distribution laws corresponding theoretical counterparts, having conducted the analysis of statistical distributions and classification of factors, and proved the necessity of a separate prediction of natural and man-made component factors. Application of the executed researches with the establishment of distribution patterns of mudflows processes allows in future to work on the development of analytical computer system of prediction of mudflows.

Keywords: *exogenic geological processes (EGP), factor, factor characteristic, natural component, technogenic component, statistical analyses.*