

Литература

1. Галецький, Л. С. Геолого-економічні і геоecологічні передумови вивчення, оцінка та очікувані наслідки розробки техногенних родовищ України [Текст] / Л. С. Галецький, В. Ф. Макогон, А. Д. Пилипчук // *Продукция, технологии, оборудование переработки отходов производства и потребления : сб. тезисов докл. конф., Киев, 1–2 декабря 1999 г. – К., 1999. – С. 2–33.*
2. Галецький, Л. С. Новий потужний потенціал мінеральної сировини України [Текст] / Л. С. Галецький, А. Д. Пилипчук // *Економіка природокористування і охорони довкілля. – К.: РВПС України НАН України, 2000. – С. 85–87.*
3. Касимов, А. М. Шламонакопители металлургических заводов – техногенная минерально-сырьевая база тяжелых металлов (Zn, Pb, Fe) [Текст] / А. М. Касимов // *Металлургия-Интехэко. Инновационные технологии и экология: сб. докл. Междунар. конф. – М., 2008. – С. 57–60.*
4. Касимов, А. М. Эколого-экономическая целесообразность утилизации отходов газоочисток доменного и сталеплавильного производств [Текст] / А. М. Касимов, Л. В. Жадан, А. А. Романовский // *Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. – Л. : Елтон-2, 2008. – № 81. – С. 470–476.*
5. Касимов, А. М. Основные мероприятия по ликвидации ущерба окружающей природной среде в районе размещения накопителей отходов металлургических заводов [Текст] / А. М. Касимов // *Черная металлургия. – 2011. – Вып. 12 (1344). – С. 70–72.*
6. Семиноженко, В. П. Промышленные отходы: проблемы и решения: монография [Текст] / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов. – Х. : Изд-во «Индустрия», 2011. – 544 с.
7. Кратенко, І. С. Санітарно-гігієнічна характеристика стану оточуючого середовища в зоні впливу Зміївської ТЕС / І. С. Кратенко, Л. М. Мовчан, Т. Ф. Сотнікова // *Епідеміологія, екологія, гігієна : сб. мат. 6-ї загальної регіональної науково-практичної конференції. Харківська обласна санепідеміологічна станція. – Х., 2003. – С. 90–91.*

УДК 550.8.053:551

*Д.В. Касіяничук, аспірант,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ СКЛАДОВОЇ РОЗВИТКУ ЗСУВІВ

У статті обґрунтовано вибір факторів прогнозування екзогенних геологічних процесів на прикладі зсувів. Проведений статистичний аналіз даних дозволив визначити приналежність факторних характеристик до природної чи техногенної складової розвитку зсувів.

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

Д.В. Касіяничук. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ. В статье обоснован выбор факторов прогнозирования экзогенных геологических процессов на примере оползней. Проведенный статистический анализ данных позволил определить принадлежность факторных характеристик к природной или техногенной составляющей развития оползней.

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

Постановка проблеми. Щороку в світі відбувається велика кількість небезпечних природних (геологічних) процесів, значна частка яких припадає на зсувні процеси (близько 17 %). Зростаючий інтерес європейських країн до вивчення зсувних процесів і розвитку теорії ризиків пояснюється тим, що 30% усіх активних зсувів проходять на території Європи, приносячи значні матеріальні збитки [7]. Важливість роздільного дослідження складових екзогенних геологічних процесів (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 зсувів на прикладі території Івано-Франківської, Чернівецької, Львівської областей України. Однак складові

процесу зсувів мають різну динаміку та різні фактори, що сприяють їх розвитку на окремих територіях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження статистичних розподілів багатьма науковцями полягає в аналізі природної або природно-техногенної складової розвитку й активізації зсувів. Це пов'язане з необхідністю складного пошуку причинно-наслідкового зв'язку між процесами активізації та вибору тієї чи іншої складової (фактора), що призвела до виникнення зсуву. Фактор як умова розвитку ЕГП володіє факторною характеристикою, тобто мірою визначення фактора, її числовим значенням.

Важливість досліджень зсувів демонструють такі заходи, як Міжнародна програма зсувів і Світові форуми зсувів, що пройшли у Токіо (2008р.), Римі (2011р.), Пекіні (2014р.), де розг-

лядалися не тільки теоретичні основи зсуву як процесу, а дослідження його з точки зору фізики процесу з побудовою складних моделей взаємозв'язків і прогнозу.

Щорічно на базі університету Салерно (Італія) у Міжнародній школі LARAM (Оцінка ризиків зсувів та їх пом'якшення) проходять навчання з вивчення зсувів, їх аналізу, моделювання, вивчення впливу на природні та техногенні компоненти навколишнього середовища.

Серед перших обґрунтованих досліджень комплексного впливу природно-техногенних факторів були дослідження Кузьменка Е.Д., Журавля О.М., Карпенка О.М. [2], де обґрунтовано не тільки вибір факторів, а й доведений вплив факторних характеристик на розвиток і активізацію ЕГП. У результаті вперше створено й описано багаторівневу структуру прогнозування зсувів із використанням комплексного впливу природно-техногенних факторів розвитку й активізації на регіональному рівні.

Перші кроки по обґрунтуванні вибору факторів та розрахунку їх факторних характеристик при роздільному прогнозуванні природної та техногенної складової виконані частково [3]. У даній статті проведений аналіз факторів, які впливають на розвиток й активізацію зсувів, що дають передумови для здійснення розподілу на природну та техногенну складову.

Мета і задачі дослідження. Основною метою дослідження є обґрунтування вибору факторів при прогнозуванні зсувних проявів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні питання:

1. Провести аналіз статистичних розподілів факторних характеристик.
2. Здійснити перевірку законів розподілу даних відповідних їм теоретичних аналогів.
3. Проаналізувати статистичні розподіли та необхідність роздільного прогнозування природної та техногенної складової факторів.
4. Довести необхідність роздільного прогнозування природної та техногенної складової факторів.

Особливості поширення та аналіз зсувних процесів у межах досліджуваної території. Карпатський регіон відрізняється досить високою динамікою розвитку зсувних процесів, обумовленою дією як внутрішніх сил Землі, так і зовнішнім впливом її природних і техногенних факторів.

Зокрема, у Івано-Франківській області майже 2% території області вражені зсувними процесами, їх площа складає близько 250 км², а загальна кількість становить понад 640 зсуво-небезпечних ділянок, 80% з яких пов'язані з господарською діяльністю: вирубка лісів, руй-

нування схилів дорожніми роботами, неправильний вибір агротехніки для сільськогосподарських робіт на схилах тощо.

Основними природними причинами зсувів є підмив їх основи водою, сейсмічні поштовхи, збільшення крутизни схилів. Найбільше зазнає збитків від широкого розвитку зсувних процесів, селевих явищ та бокової ерозії річок гірська і передгірська територія області.

Зсувними процесами здебільшого уражені наступні території.

Верховинський район – басейн р. Річка в межах сіл Буковець, Красноілля, Замагора, Чорна Річка та Перехресне, де зсувними процесами охоплено приблизно 50-60% території. Катастрофічна активізація зсувів розпочалася з 2002 року в с. Буковець. Зсув охопив ділянку шириною 180-250 м і довжиною 750 м на глибину від 1-2 м до 6-10 м і мав загальну масу близько 1 млн. м³;

Косівський район – м. Косів та населені пункти в басейні р. Рибниці, р. Люча;

Коломийський район – на правобережжі р. Прут поблизу сіл Нижній та Верхній Вербіж, Грушів, Мишин, Рунгури, Тростянка, Печеніжин, Воскресинці, Княждвір, де активізація зсувних процесів створює загрозу ботанічному заказнику загальнодержавного значення “Княждвір” – одному з найбільших в Україні насаджень тису ягідного, внесеного до Червоної книги України;

Снятинський район – м. Снятин, с. Новоселиця.

Розвиток зсувних процесів обумовлюється геолого-геоморфологічними особливостями регіону, а саме наявністю сприятливих до формування ЕГП піщано-глинистих флішових товщ, значного розчленування рельєфу та сейсмічних коливань.

Для проведення статистичного аналізу факторів активізації та розвитку зсувів і подальшого просторового прогнозу потрібно створити базу геоданих, яка містить поєднану картографічну й атрибутивну інформацію відповідних факторних характеристик груп факторів для природної та техногенної складових (таблиця 1, 2).

Методичні та наукові основи сучасних результатів досліджень. Основне завдання статистичного аналізу даних полягає в розподілу груп факторів на природну та техногенну складові. Це дозволить аналітично обґрунтувати правильність вибору факторних характеристик шляхом проведення перевірки відповідності факторних розподілів даних відповідним їм теоретичним аналогам, аналізу статистичних розподілів та класифікацію факторів для дове-

Чинники активізації зсувних процесів (природна складова)

Група чинників	Фактор	Характеристика його дії на зсувний процес	Факторна характеристика
Геологічні	Літофаціальний тип гірських порід, що підстиляють	Визначає здатність гірських порід утримуватися між собою	Коефіцієнт ураженості літофаціальної зони, геологічної свити
	Інженерно-геологічний район	Характеризує: – клімат і ґрунти; – характер рельєфу; – геологічну структуру; – характер порід; – гідрогеологічні умови; – сучасні фізико-геологічні процеси	Коефіцієнт ураженості в межах району (в т.ч. іншими ЕГП)
Метеорологічні	Опади	Характеризує здатність ґрунтів до зволоження	Кількість (інтенсивність) опадів
Тектонічні	Тектонічні порушення	Визначають ерозійну активність, рівень підземних вод і енергію рельєфу	Відстань до тектонічного розлому
Геоморфологічні	Базис ерозії	Характеризує зміну гідродинамічного тиску	Відстань до базису ерозії
	Висота	Визначає тип і склад гірських порід, визначає мікрогеокліматичну	Абсолютна оцінка над рівнем моря
	Крутість схилу	Визначає напружений стан схилу	Кут нахилу денної поверхні
	Найближчий поверхневий прояв ЕГП	Потенційне джерело зростання напруженості схилу	Відстань до найближчого прояву
	Вододіл	Визначає гідрологічні умови стоку	Відстань до вододілу
	Напрямок схилу		Експозиція схилу

Таблиця 2

Чинники активізації зсувних процесів (техногенна складова)

Група чинників	Фактор	Характеристика його дії на зсувний процес	Факторна характеристика
Геологічні	Наявність ділянок порушення геологічного середовища	Характеризує: – клімат і ґрунти; – характер рельєфу; – геологічну структуру; – характер порід; – гідрогеологічні умови; – сучасні фізико-геологічні процеси	Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)
			Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району
Ландшафтні	Рослинність	Визначає характер поверхневого стоку і об'єм зсувного тіла	Зміна лісових площ, відстань до границі лісу
Геоморфологічні	Вібрація	Зменшення опірності ґрунтів гірських порід, зміна мікрокліматичних і гідрологічних умов	Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації
	Модифікація схилів		Зміна кута нахилу
	Перевантаження схилів		Коефіцієнт стійкості
	Наявність доріг, залізниць		Відстань до дороги, залізниці
Гідрогеологічні	Коефіцієнт порушеності	Визначає характер фільтрації	Відстань до населеного пункту
			Коефіцієнт порушеності, рівень ґрунтових вод

дення необхідності роздільного прогнозування їх природної та техногенної складової.

Для подальшого порівняльного аналізу фактичних даних із даними теоретичного розподілу необхідно провести перевірку результатів їх відповідності законам розподілу: нормальному – природна складова, логнормальному – техногенна складова.

Закони розподілу факторних характеристик розраховані за допомогою критерію Колмогорова-Смірнова, який рекомендується літературою при значній за обсягом вибірці даних, коли ймовірний теоретичний закон розподілу не обов'язково повинен бути нормальним [8].

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 зсувів. У процесі аналізу було обрано 766 зсувних ділянок, для яких розраховані факторні характеристики на основі даних

картографічних матеріалів (за допомогою програми ГІС MapInfo Professional 10.0). Статистичний аналіз проводився з допомогою програми STATISTICA 6.1.478 – Russian Edition. Результати статистичного аналізу факторних характеристик зсувних процесів для природної та техногенної складової представимо у вигляді таблиць 1 та 4 відповідно. Структура таблиць передбачає надання відомостей щодо основних статистик і типів розподілу, відповідно: 1 – нормального, 2 – логнормального, 3 – гамма, 4 – експоненціального, 5 – екстремального закону.

Природна складова.

Результати статистичного аналізу даних показали, що при вилученні ураганих значень значення критерію Колмогорова-Смірнова зменшується (таблиця 3).

Факторні характеристики, які знаходяться під номерами 2,11 та 5,7,9, змінили свій закон розподілу з другого місця на перше та з третього на перше місце відповідно. У п'яти випадках регуляризація даних вплинула на зміну закону розподілу, перевищивши критичне значення критерію Колмогорова-Смірнова для вибірки факторної характеристики.

Таблиця 3

Дані статистичного аналізу факторних характеристик (природна складова)

№	Факторна характеристика	Середнє значення	Середньо-квдратичне відхилення	Закон розподілу	Розрахункове значення критерію Колмгорова-Смірнова					Критичне значення
					1	2	3	4	5	
1	Коефіцієнт ураженості літофациальної зони, геологічної свити	0,957	0,338	1	0,192	0,285	0,296	0,386	0,453	0,226
2	Коефіцієнт ураженості в межах району (в т.ч. іншими ЕГП)	12,129	3,951	3,2,1	0,425	0,321	0,061	0,595	0,538	0,508
3	Кількість (інтенсивність) опадів	740,796	90,515	2,3,1	0,150	0,137	0,141	0,524	0,327	0,150
4	Відстань до тектонічного розлому	2125,602	3700,434	2,1	0,283	0,144	0,234	0,328	0,712	0,283
5	Відстань до бази ерозії	120,376	191,519	4,3,2	0,265	0,124	0,106	0,090	0,566	0,265
6	Абсолютна оцінка над рівнем моря	581,358	246,407	2,3,1	0,128	0,092	0,107	0,291	0,420	0,146
7	Кут нахилу денної поверхні	8,522	6,450	3,4,2,1	0,111	0,104	0,053	0,102	0,201	0,120
8	Відстань до найближчого прояву	4497,188	3325,703	2,3,1	0,088	0,048	0,064	0,134	0,490	0,089
9	Відстань до вододілу	1085,305	1509,035	3,1,2	0,195	0,222	0,128	0,270	0,641	0,236
10	Експозиція схилу	252,655	99,159	2,3,1	0,140	0,127	0,132	0,282	0,409	0,147

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 свити (1)	1,00	-0,01	0,04	-0,10	0,02	-0,09	0,09	0,10	-0,03	-0,00
Коефіцієнт ураженості в межах району (в т.ч. іншими ЕГП) (2)	-0,01	1,00	0,14	-0,06	-0,01	0,02	0,10	0,03	-0,04	0,01
Кількість (інтенсивність) опадів (ln) (3)	0,04	0,14	1,00	-0,45	0,07	-0,24	0,81	0,49	0,31	-0,06
Відстань до тектонічного розлому (ln) (4)	-0,10	-0,06	-0,45	1,00	-0,05	0,24	-0,55	-0,33	-0,17	0,07
Відстань до базису ерозії (ln) (5)	0,02	-0,01	0,07	-0,05	1,00	-0,07	0,06	0,03	0,02	0,06
Відстань до вододілу (ln) (6)	-0,09	0,02	-0,24	0,24	-0,07	1,00	-0,38	-0,35	-0,16	0,01
Абсолютна оцінка над рівнем моря (ln) (7)	0,09	0,10	0,81	-0,55	0,06	-0,38	1,00	0,70	0,27	-0,07
Кут нахилу денної поверхні (8)	0,10	0,03	0,49	-0,33	0,03	-0,35	0,70	1,00	0,11	0,03
Відстань до найближчого прояву (ln) (9)	-0,03	-0,04	0,31	-0,17	0,02	-0,16	0,27	0,11	1,00	-0,01
Експозиція схилу (ln) (10)	-0,00	0,01	-0,06	0,07	0,06	0,01	-0,07	0,03	-0,01	1,00

Примітка: ln – натуральний логарифм

Регуляризація даних значно впливає на зміну закону розподілу [5]. Зменшення об'єму вибірки та відсутність ураганих значень позитивно позначається на достовірності значень вибірки і законі розподілу, а з другої – відбувається «штучно», за рахунок процедур інтерполяції чи екстраполяції, не за рахунок реальних картографічних розрахункових даних.

Важливість перетворення значень факторних характеристик так, щоб закони розподілу даних відповідали нормальному закону розподілу, полягає в приведенні закону розподілу до теоретичного. Для цього слід прологарифмувати значення факторної характеристики та представити відповідні їм гістограми розподілів абсолютних значень і логарифмів факторних характеристик та їхні теоретичні аналоги для нормального (природна) та логнормального (техногенна) закону розподілу.

При аналізі факторних характеристик, виявленні впливу дублюючих факторів, не варто забувати про різну природу факторів та формалізований математичний шлях їх розрахунків.

Часто зв'язок між різними факторами та їх факторними характеристиками при аналізі геологічного середовища взагалі не піддається поясненню з генетичного чи причинно-наслідкового поглядів, оскільки спостережувані взаємозалежності можуть бути пов'язані не з досліджуваними геологічними процесами, а, наприклад, з методикою вимірювання або іншими причинами [1].

Вивчення взаємозв'язків між факторними характеристиками за допомогою кореляційного та кластерного аналізу дозволяє виявити та

глибше зрозуміти фізику явища, визначити найбільш інформативні факторні характеристики, що впливають на досліджуваний процес. Оскільки функціональні залежності між досліджуваними параметрами в переважній більшості випадків невідомі, дуже складні та недостатньо вивчені, то використання кореляційного аналізу є важливим для моделювання (прогнозування) геологічних процесів.

Наведені розрахунки матриць парних коефіцієнтів кореляції (таблиці 4, 6) між факторними характеристиками, з виділенням курсивом істотних значень, дозволяють краще оцінити кореляційні зв'язки між групами факторних характеристик.

Аналізуючи результати матриці парних коефіцієнтів кореляції для природної складової, варто відмітити окремі високі 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», «Кількість (інтенсивність) опадів». Виявлення значних кореляційних зв'язків між групами факторних характеристик пояснюється не тільки їх істотним кореляційним зв'язком фактичних картографічних даних, а тісним зв'язком фізики процесу, на який діє природний фактор.

Основна мета кластерного аналізу полягає в пошуку наявних структур, що виражається в утворенні груп – кластерів, схожих між собою об'єктів, а це, у свою чергу необхідно для вияв-

лення структури в даних, яку нелегко знайти при побудові розподілів у вигляді гістограм.

Дендрограми факторних характеристик для природної та техногенної складової, які наведені на рисунках 1 і 3, вказують на існування тісних зв'язків між групами кластерів факторних характеристик, які варто було би замінити на один із групи.

Додатковий аналіз факторних навантажень методом головних компонент факторних характеристик не підтвердив наявності такого зв'язку для кластера «Кількість (інтенсивність) опадів» – «Абсолютна оцінка над рівнем моря».

Окремим важливим етапом нашого дослідження є оцінювання внеску (Rnp_i – коефіцієнту інформативності) окремих факторних характеристик у процес розвитку й активізації зсувів, розрахованих за формулою (таблиці 3, 6) [4,6]:

$$Rnp_i = \frac{\sum_j |r_{ij}|}{\sum_i \sum_j |r_{ij}|}, \quad (1)$$

де r_{ij} – значення коефіцієнта парної кореляції між i, j змінними в таблицях 3 і 5 матриць коефіцієнтів кореляції.

Вагові коефіцієнти інформативності є оцінні значення, що вказують на відносну важливість або вплив кожної факторної характеристики. Мета визначення вагових коефіцієнтів полягає в можливості встановити нам окреслені пріоритети роботи, тобто підтвердити або спростувати висунуту гіпотезу. Їх визначають з метою підтвердження правильності вибору факторів та означення «ваги», факторних характеристик.

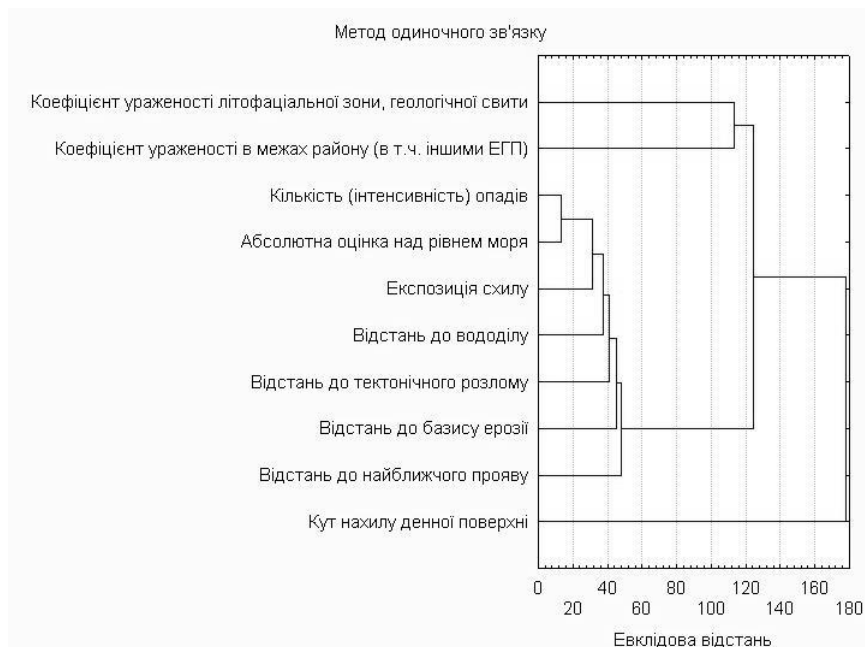


Рис. 1. Дендрограма еуклідових відстаней між групами факторних характеристик природної складової

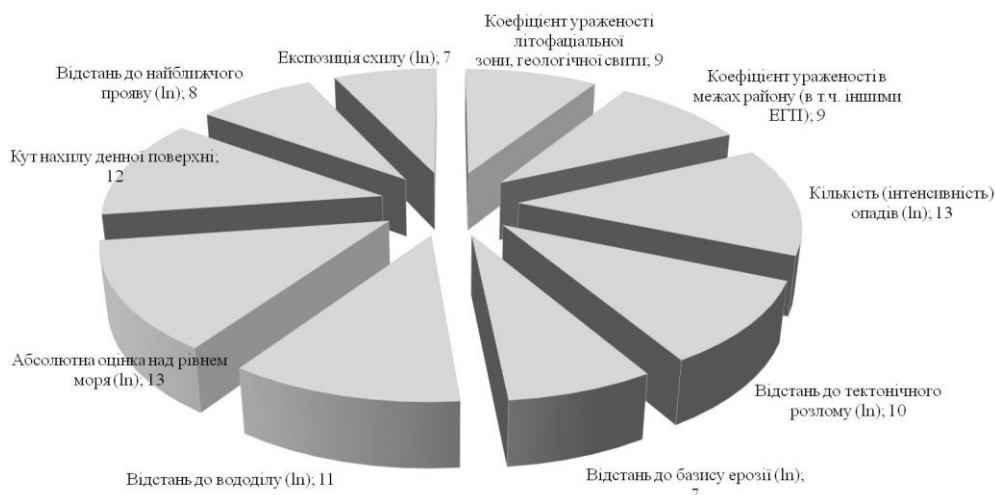


Рис. 2. Вагові коефіцієнти інформативності факторних характеристик для природної складової, % [4]

Результати вагових коефіцієнтів, що представлені на круговій діаграмі (рис. 2), вказують на рівноцінність впливу факторних характеристик активізації та розвитку природної складової розвитку зсувів. Навіть такі факторні характеристики як “Кут нахилу денної поверхні” та “Експозиція схилу”, які не досягали високих значень кореляційного зв’язку, мають право на існування, що підтверджено додатковим кластерним аналізом. Порівняно високі значення інформативності “Абсолютна оцінка над рівнем моря”, “Кількість (інтенсивність) опадів” про які ішла мова раніше, підтверджують тільки їх істотний вплив з точки зору умов формування природного явища.

Техногенна складова.

Вилученням ураганних значень у результаті статистичного аналізу техногенної складової (таблиця 5), як і для природної складової, призводить до зменшення основних статистичних параметрів.

Розглянуті в таблиці результати аналізу з використанням критерію Колмогорова-Смірнова, для факторних характеристик під номерами 3,6,9 закон розподілу, що стояв на другому місці, став на перше. Регуляризація даних у цих випадках вплинула на зміну закону розподілу, перевищивши критичне значення критерію для вибірки факторної характеристики.

Дані таблиці матриці парних коефіцієнтів кореляції для техногенної складової (таблиця 6) 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”. Існування такого зв’язку між складовими факторів може пояснюватися не тільки ви-

Таблиця 5

Дані статистичного аналізу факторних характеристик (техногенна складова)

№	Факторна характеристика	Середнє значення	Середньо-квадратичне відхилення	Закон розподілу	Розрахункове значення критерію Колмогорова-Смірнова					Критичне значення
					1	2	3	4	5	
1	Відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар’єрів)	17054,91	13147,49	3,2	0,122	0,083	0,059	0,162	0,551	0,112
2	Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району	0,77	0,44	3,2,1	0,154	0,145	0,108	0,211	0,374	0,208
3	Зміна лісових площ, відстань до границі лісу	116,15	325,81	3,2,4	0,361	0,053	0,025	0,057	0,185	0,173
4	Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації	12,23	12,70	2	0,168	0,063	0,097	0,082	0,320	0,068
5	Зміна кута нахилу	4,77	2,68	2,1	0,249	0,206	0,292	0,288	0,292	0,275
6	Коефіцієнт стійкості	1,59	3,04	3,2,1	0,301	0,043	0,027	0,379	0,396	0,368
7	Коефіцієнт порушеності, рівень ґрунтових вод	607,58	270,04	2,3,1	0,125	0,099	0,106	0,280	0,418	0,130
8	Відстань до дороги, залізниці	610,42	719,40	3,2	0,200	0,184	0,154	0,227	0,567	0,198
9	Відстань до населеного пункту	415,59	727,02	4,2,3	0,285	0,100	0,107	0,064	0,288	0,284

Таблиця 6

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	-0,54	-0,27	0,19	0,37	0,01	0,76	-0,02	0,21
Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району (2)	-0,54	1,00	0,23	-0,24	-0,43	0,03	-0,65	-0,03	-0,19
Зміна лісових площ (ln) (3)	-0,27	0,23	1,00	-0,13	-0,15	0,07	-0,44	0,03	-0,07
Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації (4)	0,19	-0,24	-0,13	1,00	0,05	-0,11	0,26	-0,02	0,15
Зміна кута нахилу (5)	0,37	-0,43	-0,15	0,05	1,00	0,12	0,37	-0,12	0,10
Коефіцієнт стійкості (6)	0,01	0,03	0,07	-0,11	0,12	1,00	-0,04	0,01	-0,10
Коефіцієнт порушеності (ln) (7)	0,76	-0,65	-0,44	0,26	0,37	-0,04	1,00	0,05	0,28
Відстань до дороги, залізниці (ln) (8)	-0,02	-0,03	0,03	-0,02	-0,12	0,01	0,05	1,00	0,31
Відстань до населеного пункту (ln) (9)	0,21	-0,19	-0,07	0,15	0,10	-0,10	0,28	0,31	1,00

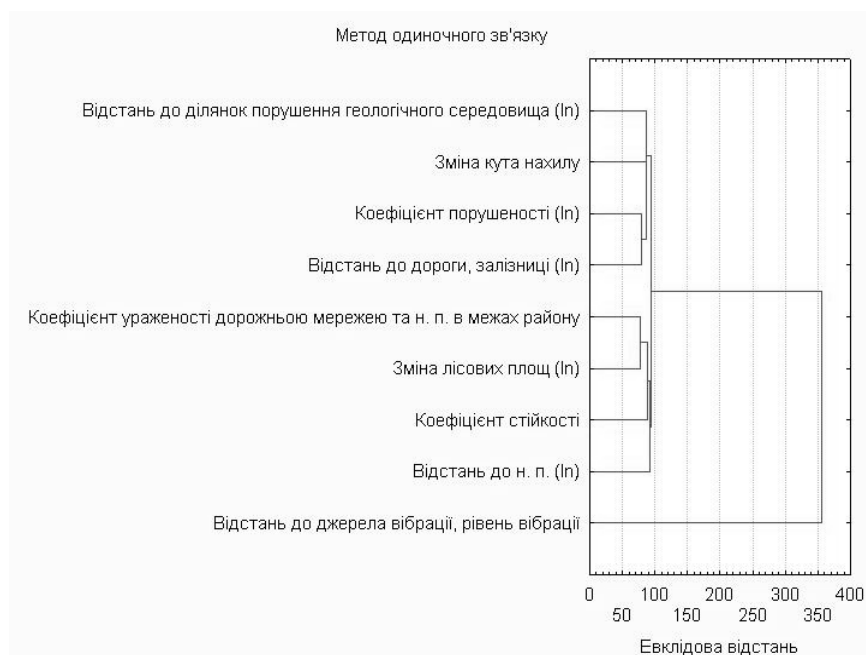


Рис. 3. Дендрограма еуклідових відстаней між групами факторних характеристик техногенної складової

соким кореляційним зв'язком фактичних картографічних даних, а й нашими уявленнями про фізику процесів активізації та розвитку зсувів.

Зв'язок між групами факторів, що представлені на дендрограмі еуклідових відстаней (рис. 3), вказує на існування тісного зв'язку. Однак, варто відмітити незалежність впливу факторних характеристик один від одного, наприклад “Коефіцієнт ураженості дорожньою мережею та населеними пунктами в межах району” – “Зміна лісових площ”.

Факторна характеристика “Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації” на дендрограмі харак-

теризується найбільшою відстанню відносно основних груп. Це пояснюється тим, що при його розрахунку брались значення, які широко варіюють у вібраційній здатності для різних видів господарських об'єктів. Подібність факторних характеристик, які здійснюють вплив, не мають достатньо підтверджень, оскільки природа техногенної складової не є доситьвивчена, тому, на дендрограмі техногенні групи факторів розміщені щільніше, ніж для природної складової розвитку зсувів.

Вагові коефіцієнт інформативності факторних характеристик для техногенної складової

(рис. 4) є рівноцінними за своїм впливом. Факторні характеристики “Відстань до джерела вібрації, рівень вібрації” та “Відстань до дороги, залізниці”, “Коефіцієнт стійкості”, які не досягали високих значень кореляційного зв’язку, мають право на існування.

Необхідність використання в подальших дослідженнях усіх факторних характеристик підтверджено даними кластерного аналізу. Їх незалежність та важливість є очевидною, оскільки факторні характеристики нарізно описують умови формування техногенного явища

утворення зсувів, включаючи їх математичну складову опису та розрахунку.

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

Виявлення взаємовпливу або повторюваності факторних характеристик між складовими є дуже важливим, оскільки за подальшого аналізу вага факторної характеристики може помилково надати перевагу модельованому процесу в точці, де цей вплив неможливий.

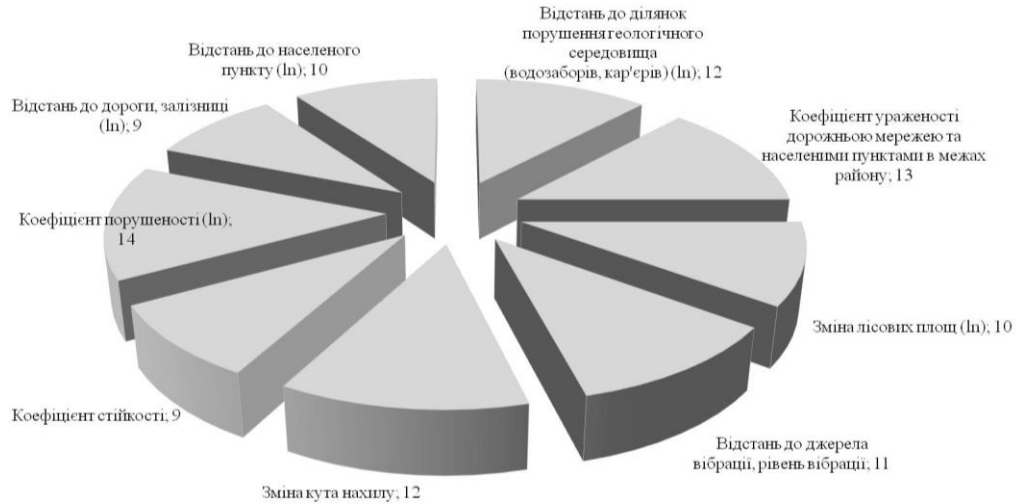


Рис. 4. Вагові коефіцієнт інформативності факторних характеристик для техногенної складової, % [4]

Таким чином, аналіз та розв’язок сформованих задач, які мали на меті перш за все обґрунтувати ймовірність роздільного прогнозування ЕГП, уперше дозволили конкретизувати, а точніше виділити факторні характеристики із сукупності відомих факторів розвитку і активізації зсувів. Виокремлення за допомогою ряду статистичних операцій факторних характеристик дозволило обґрунтувати розподіл факторів, що дає передумови для подальших їх досліджень у створенні єдиної прогнозної системи. На цьому етапі досліджень постає наступна задача, яким же чином описати математично модель розвитку і активізації зсувних процесів.

Висновки. У результаті аналізу як літературних, так і картографічних матеріалів запропоновано нову структуру факторів, які можна використати для створення прогнозних моделей

розвитку й активізації ЕГП. Шляхом систематизації картографічних і розрахункових даних факторних характеристик уперше виокремлено природну та техногенну складові через: аналіз статистичних розподілів факторних характеристик; перевірку законів розподілу емпіричних даних відповідним їм теоретичним аналогом; проведення кореляційного та кластерного аналізу для виявлення дублюючих факторів; розрахунок вагових коефіцієнтів інформативності; доведення необхідності роздільного прогнозування природної та техногенної складової факторів. Застосування виконаних досліджень із встановленням закономірності розподілу зсувних процесів дозволяє в подальшому працювати над розробкою аналітичної комп’ютерної системи прогнозування зсувів.

Література

1. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии [Текст] / Пер. с англ.: В 2 кн. – М.: Недра, 1990. – 319-427 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., Крыжановский 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. Касіянчук Д. В. Природна і техногенна складові факторів екзогенних геологічних процесів [Електронний ресурс] / Д. В. Касіянчук // Матеріали доповідей XII Міжнародної наукової конференції. «Геоінформатика :

теоретичні та прикладні аспекти», 13-16 травня 2013 р. – м. Київ: Всеукраїнська асоціація геоінформатики., 1 електрон. опт. диск (CD-ROM), 12 см.

4. Касіячук Д. В. Статистичний аналіз факторів природної та техногенної складової розвитку зсувів [Текст] / Д. В. Касіячук // Збірник матеріалів доповідей 3-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», 17-19 вересня 2014 р. – м. Львів : Національний університет «Львівська політехніка». – С. 30.
5. Крив'юк І. В. Статистичний аналіз геолого-геофізичних параметрів, узгоджених із зсувонебезпекою локального рівня [Текст] / І. В. Крив'юк // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2009 – №1(19). – С.62-67.
6. Кузьменко Е. Д. Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійності експлуатації трубопроводів [Текст] / Е. Д. Кузьменко, С. І. Крижанівський, О. М. Карпенко, О. М. Журавель // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. – № 4(17). – С. 24-35.
7. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2012 році [Текст] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Міністерство екології та природних ресурсів України, Національна академія наук України. – Київ, 2013. – 384 с.
8. Смирнов Н. В. Краткий курс математической статистики для технических приложений [Текст] / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – М. : Физматгиз, 1959. – 436 с.

УДК: 556.332.2:632.154

Г.Є. Потапенко, інженер,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ФАКТОРИ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ У ГРУНТАХ І ГРУНТОВИХ ВОДАХ КАЙНОЗОЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ

Розглянуто розповсюдження та накопичення пестицидів у ґрунтах та ґрунтових водах четвертинних відкладів на прикладі Донецької дослідної станції садівництва (Артемівський дослідний полігон). Встановлено, що вміст пестицидів у геологічному середовищі напряму залежить від кількості їх використання на сільгоспугіддях. Визначено основні кліматичні, геологічні, гідрогеологічні та геохімічні фактори їх розповсюдження. Висвітлено результати дослідно-методичних робіт з розповсюдження та накопичення пестицидів у четвертинних ґрунтах та ґрунтових водах. Встановлено кореляційну залежність залишкової кількості пестицидів від їх фізико-хімічної стійкості (внутрішні фактори) та середовища їх знаходження (зовнішні фактори).

Ключові слова: пестициди, ґрунти, ґрунтові води, сорбційні процеси, колоїди, суглинки.

А.Е. Потапенко. ФАКТОРЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ГРУНТАХ И ГРУНТОВЫХ ВОДАХ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ. Рассмотрено распространение и накопление пестицидов в ґрунтах и ґрунтовых водах четвертинных отложений на примере Донецкой опытной станции садоводства (Артемовский исследовательский полигон). Установлено, что содержание пестицидов в геологической среде напрямую зависит от количества их использования на сельскохозяйственных угодьях. Определены основные климатические, геологические, гидрогеологические и геохимические факторы их распространения. Представлены результаты опытно-методических работ по распространению и накоплению пестицидов в четвертинных ґрунтах и ґрунтовых водах. Установлена корреляционная зависимость остаточного количества пестицидов от их физико-химической устойчивости (внутренние факторы) и среды их нахождения (внешние факторы).

Ключевые слова: пестициды, почвы, ґрунтовые воды, сорбционные процессы, коллоиды, суглинки.

Вступ. Пестициди-препарати, що застосовуються для хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб. Їх вносять в ґрунт у великих кількостях і це призводить до забруднення як геологічного, так і природного середовища, оскільки пестициди належать до найнебезпечніших речовин. Слід зазначити, що із 170 видів пестицидів, які застосовуються в Україні, 49 належать до I класу небезпеки. Вони характеризуються великою біологічною активністю та здатністю акумулюватися в організмі, зберігаючи токсичні властивості. Через це дослідження процесів їх розповсюдження та накопичення у ґрунтах і ґрунтових водах Донецької дослідної станції садівництва є актуальною проблемою.

Історія досліджень та мета статті. Дослідження геохімічної поведінки пестицидів у че-

твертинних відкладах та ґрунтових водах проводилися різними геологами, гідрогеологами та геоекологами ВГО «Донбасгеологія» (1982 – 1995 рр.). З 1989 по 1995 роки було проведено режимні спостереження за динамікою розповсюдження забруднення пестицидами на території Донецької дослідної станції садівництва (Т.Ф. Овчаренко, І.М. Глаголева, І.М. Ткаченко). Автор долучалася до збору фактичного матеріалу спостережень під час проходження студентських геологічних практик, а після закінчення університету - продовжувала до 2013 року включно збирати фактичний матеріал досліджень, що проводилися як на станції садівництва, так і в інших місцях.

Метою статті є висвітлення результатів дослідно-методичних робіт з розповсюдження та накопичення пестицидів у четвертинних ґрун-