

## ДЕЯКІ ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛІВ ЗАКАРПАТТЯ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ЛІТОЛОГІЄЮ

Т.Б. Чепурна, І.В. Чепурний

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 504576,  
e-mail: igor.cherpurny@yandex.ua

Наведено результати аналізу умов просторового розподілу селів для території Закарпаття. Особливу увагу приділено Закарпатській області, де зафіксовано селенебезпечні водотоки і спостерігається значна активізація селевих процесів. Методами статистичного аналізу оцінено закономірності у масивах параметрів, які кількісно характеризують селеві процеси, а саме геометричних параметрів – довжина, ширина, площа конуса винесення, потужність пролювію, об'єм матеріалу та геоморфологічних параметрів – абсолютна висота над рівнем моря, кут ухилу денної поверхні. Результати такого аналізу свідчать, що розподіл кількісних характеристик селів, в основному, узгоджується з логнормальним законом, а суттєвих кореляційних зв'язків між незалежними параметрами не виявлено. Досліджено вплив на селеутворення літологофаціальних, тектонічних та геоморфологічних умов території. Аналіз розташування селів по відношенню до літофаціальних комплексів та тектонічних зон дозволяє встановити певні закономірності в площинній інтенсивності прояву селевих процесів, зокрема переважна більшість селевих осередків у тектонічному районуванні належить до Кросненської зони, а за літолого-фаціальним – до фації піщано-глинистого флішу. Встановлено, що як фактор прояву селевих процесів слід враховувати поширення в селенебезпечних зонах супутніх екзогенних геологічних процесів (зсувів, ерозії тощо).

Ключові слова: селі, параметри селів, літофаціальна будова території, статистичний аналіз.

Приведен анализ условий пространственного распределения селей для территории Закарпатья. Особое внимание уделено Закарпатской области, где широко распространены селеопасные водотоки и наблюдается значительная активизация селевых процессов. Методами статистического анализа оценены закономерности массивов параметров, которые количественно характеризуют селевые процессы, а именно геометрических параметров – длина, ширина, площадь конуса выноса, мощность пролювия, объем материала и геоморфологических параметров – абсолютная отметка над уровнем моря, угол уклона дневной поверхности. Результаты такого анализа свидетельствуют, что распределение большинства количественных характеристик селей согласуется с логнормального законом, а существенные корреляционные связи между независимыми параметрами не обнаружены. Исследовано влияние на селеобразование литологофациальных, тектонических и геоморфологических условий территории. Анализ расположения селей по отношению к литофаціальным комплексам и тектонических зонам позволяет установить определенные закономерности в площадной интенсивности проявления селевых процессов, в частности большинство селевых очагов по тектоническому районированию относится к Кросненской зоне, а по литолого-фаціальному – к фації песчано-глинистого фліша. Установлено, что в качестве фактора проявления селевых процессов следует учитывать распространение в селеопасных зонах сопутствующих экзогенных геологических процессов (оползней, эрозии и т.д.).

Ключевые слова: сели, параметры селей, литофаціальное строение территории, статистический анализ.

In the article the analysis of the terms of the spatial distribution of mudflows for Transcarpathian region is given. Particular attention is given to Transcarpathian region, where a lot of mudflow hazard streams, and where there is a significant intensification of mudflow processes. Using statistical analysis methods, parameter sets that quantitatively characterize mud processes, such as geometrical parameters - the length, width, the detrital cone area, proluvium power, material volume and geomorphological settings – the absolute mark, angle of the slope surface, were evaluated. The results of this analysis indicate that the distribution of the quantitative characteristics of mudflows is consistent with the log-normal law; significant correlation ties between independent parameters were found. Research of the impact of lithological, tectonic and geomorphological conditions of the territory on development of mudflows is given. Analysis of the location of mudflows relative to lithological, complexes and tectonic zones allows to determine a definite pattern in the mud on flat intensity processes, including the vast majority of lesions in mud tectonic zoning belongs to Krosnenska zone, and the lithofacies to facies sand flišch. Mudflow processes manifestation factor to consider distribution in areas related of mudflow hazard and other exogenous geological processes (landslides, erosion, etc.).

Keywords: mudflows, lithofacies structure of the territory, statistical analysis.

### Вступ

Карпатський регіон характеризується значною селеактивністю, що пояснюється сприятливими географічними і геолого-кліматичними особливостями даної території. Масові сходження селів спостерігаються з десятирічною періодичністю та збігаються у часі з катастрофічними повеннями. Такий парагенетичний зв'язок

пояснюється, головним чином, тим, що більшість селесходжень мають дощовий чи снігодощовий генезис.

Серія останніх паводків і повеней призвела до активізації селів в Карпатському регіоні. Під час катастрофічного паводку 2008 р. в Закарпатті унаслідок проходження селів було зруйновано шосейні дороги, залізниці, мости, лінії зв'язку. Активність селевих процесів

останніх років дещо знизилася, але спостерігаються періодичні поодинокі селесходження. Так, 14 червня 2015 року у Рахівському районі між селами Луг та Ділове, урочище Кізій на автошлях державного значення Мукачєво-Рогатин-Львів зійшов селевий потік об'ємом 100 м<sup>3</sup>.

Роботи з моніторингу і прогнозування селевих процесів є актуальними, що відзначається у низці урядових і галузевих документів, зокрема [2].

#### **Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень і публікацій**

До фундаментальних робіт селевої тематики належать роботи, авторами яких є: Айзенберг М.М., Боголюбова І.В., Величко Б.Л., Виноградов Б.Ф., Гагошидзе М.С., Гольдін Б.М., Іванов Б.М., Ломтадзе В.Д., Перов В.Ф., Херхелідзе І.І., Флейшман С.М., Шеко А.І., Coussot P., Takahashi T. Крім перелічених, до сучасних зарубіжних вчених, які займаються дослідженням селевих процесів, належать: Хаджиев М.М., Белая Н.Л., Парамонов Д.А., Черноморець С.С., Daniele De Wrachien, Martinez Coга та ін.

На даний час дослідженням селевих явищ в Україні займаються: Адаменко О.М., Іванік О.М., Кузьменко Е.Д., Лук'янець О.І., Оліферов А.М., Рудько Г.І., Сусідко М.М., Яковлев С.О., Чепурна Т.Б. та ін.

Значний внесок у дослідження селевих явищ, у тому числі вирішення задачі прогнозування для Карпатського регіону, зроблено Рудьком Г.І. і Адаменком О.М. [3, 4, 5]. У розвитку методології Шеко А.І. ними розроблені методики регіонального і локального прогнозу селів. З урахуванням територіальної особливості, виконано регіональне і локальне прогнозування селенебезпеки в межах Карпатської гірськоккладчастої області, які засновані на аналізі геологічних особливостей території та кліматичних параметрів. Процедура довгострокового прогнозу базується на встановленні сезонів селепроявів. Довгостроковий прогноз селів для Карпатської гірськоккладчастої області складений на основі аналізу 11-річного сонячного циклу та інтегральних кривих річного обсягу опадів і обсягу опадів за теплий період, який відображає загальну тенденцію зволоження. Відмічено, що основні селепрояви приурочені до піків чисел Вольфа, (плюс-мінус два роки). Локальне прогнозування виконане для селенебезпечних водотоків, селі в яких формуються в результаті транспортного процесу. Прогнозна оцінка полягає у визначенні кількості опадів, необхідної для виникнення селів у конкретних інженерно-геологічних умовах.

Подібний комплексний підхід простежується в методиці ймовірнісного прогнозування селевих явищ, розробленій українськими вченими М.М. Сусідком і О.І. Лук'янець [6].

Суттєві дослідження з визначення емпіричних закономірностей дії селевих потоків з їх подальшим використанням в режимі ситуативного та прогнозного моделювання виконано

Іванік О.М. в її дисертаційній роботі [7] та ряді публікацій [8-10]. Кінцевою метою досліджень є кількісне прогнозування силового впливу селевого потоку на різноманітні об'єкти чи споруди з визначенням низки параметрів селевого потоку або селевого паводка. Геолого-геоморфологічні дані про площі водозбору, параметри різнопорядкових річкових долин, характеристики потенційно селеутворюючих відкладів, що необхідні для такого прогнозування, входять до регіональних баз даних або відображаються на спеціальних картах регіону, у тому числі прогнозних.

Існуюча методологія прогнозування селів наведена у праці [1] потребує розширення апробативної території для простеження нових закономірностей, підтвердження вже встановлених та уніфікації.

Дослідження наведені в даній статті повинні вирішити не вирішену раніше проблему, а саме: виявлення закономірностей просторового поширення селевих осередків на території Закарпаття стосовно приналежності до певних літофаціальних чи тектонічних зон та варіацій морфометричних параметрів селів.

#### **Задачі та методи досліджень**

Метою наведених досліджень є встановлення закономірностей розвитку селевих процесів у залежності від літолого-тектонічної будови та простеження особливостей зміни морфометричних характеристик конуса винесення селів.

Завдання та методи досліджень:

- просторовий аналіз розподілу осередків селесходження;
- гістограмний аналіз морфометричних параметрів конусів винесення селів;
- кластерний аналіз морфометричних параметрів конусів винесення селів;
- кореляційний аналіз морфометричних параметрів конусів винесення селів, висотного положення та кутів нахилу;
- просторовий геоінформаційний аналіз поширення селів у межах різних літофаціальних та тектонічних зон.

#### **Основний матеріал досліджень**

В процесі створення системи прогнозування селів необхідним етапом є дослідження розподілу геоморфологічних характеристик селів та їх зв'язку з геологічними, гідрологічними та іншими чинниками, що контролюють просторово-часовий розподіл селів.

Особливістю селевого процесу є його багатofакторність і тісний зв'язок з іншими небезпечними екзогенними геологічними процесами. Для території Карпатської гірськоккладчастої області ці питання детально розглянуті у роботах Львівської геологорозвідувальної експедиції (ГРЕ), Закарпатської ГРЕ й ряду дослідників. Такі екзогенні геологічні процеси, як вивітрювання, зсуви, обвалювання, осипання, куруми, площинна й лінійна ерозія, самі по собі є



Рисунок 1 – Схематичне зображення поширення ділянок сходження селів на території Закарпатської області

небезпечними, а також кожен з них окремо є тими елементарними процесами, що підготовляють і доставляють у русло водотоку тверду складову селевого потоку. Селевий потік, у свою чергу, провокує утворення зсувів й обвалів. При цьому, для Карпатської гірськоскладчастої області характерна диференціація за типами транспортування – від зсуву матеріалу зі схилу до її акумуляції в руслі з подальшим перенесенням у вигляді кам'яного селю на певну відстань [3].

Для проведення досліджень, результати яких наведені в даній статті, обрано Закарпатську область, яка в межах території України відрізняється найбільш високою динамікою розвитку приповерхневої частини геологічного середовища, обумовленого дією як ендегенних і екзогенних, так і впливом кліматичних і особливо техногенних чинників.

Вихідними даними для проведення досліджень є результати польових інженерно-геологічних і геоморфологічних спостережень на ділянках селесходження, фондові геологічні, гідродинамічні та інші матеріали по Закарпатському регіону. Основним документом, в якому наведена характеристика фактичних параметрів селів, є кадастр-каталог селів, створений в Закарпатській геологорозвідувальній експедиції ДП "Західукргеологія". Зазначений кадастр містить таку інформацію: порядковий номер селю; дата спостереження; адміністративна район; населений пункт; річковий басейн; інженерно-геологічний регіон; інженерно-геоло-

гічна область; інженерно-геологічний район; довгота; широта; номер ділянок; довжина конуса винесення, м; ширина конуса винесення, м; площа конуса виносу кв.м; потужність пролювію м; об'єм матеріалу, тис. куб. м [11]. На рис. 1 зображено карту зафіксованих ділянок сходження селів згідно з вищезазначеним каталогом.

Очевидно, що найістотнішими недоліками кадастру є відсутність детальних даних про характер сходження селя, відсутність інформації про літолого-стратиграфічну характеристику підстелених порід. Тобто в кадастрі наведено тільки результати сходження селю – морфологічні характеристики конусу винесення.

Проведено статистичний аналіз даних і досліджено вплив на селеутворення літолого-фасціальних, тектонічних та геоморфологічних умов території. Проаналізовано та інтерпретовано геометричні (довжина, ширина, площа конуса винесення, потужність пролювію, об'єм матеріалу) і геоморфологічні (абсолютна висота, кут нахилу денної поверхні) характеристики.

Статистична обробка виконувалась в такій послідовності: побудова гістограм, визначення закону розподілу, визначення трисигмових меж і вилучення ураганних значень, розрахунок зв'язків параметрів на рівні парної кореляції, групування параметрів за допомогою кластерного аналізу.

На рис. 2. наведено гістограми розподілу параметрів та відповідні їм криві розподілу густини імовірності. Гістограми представлено без

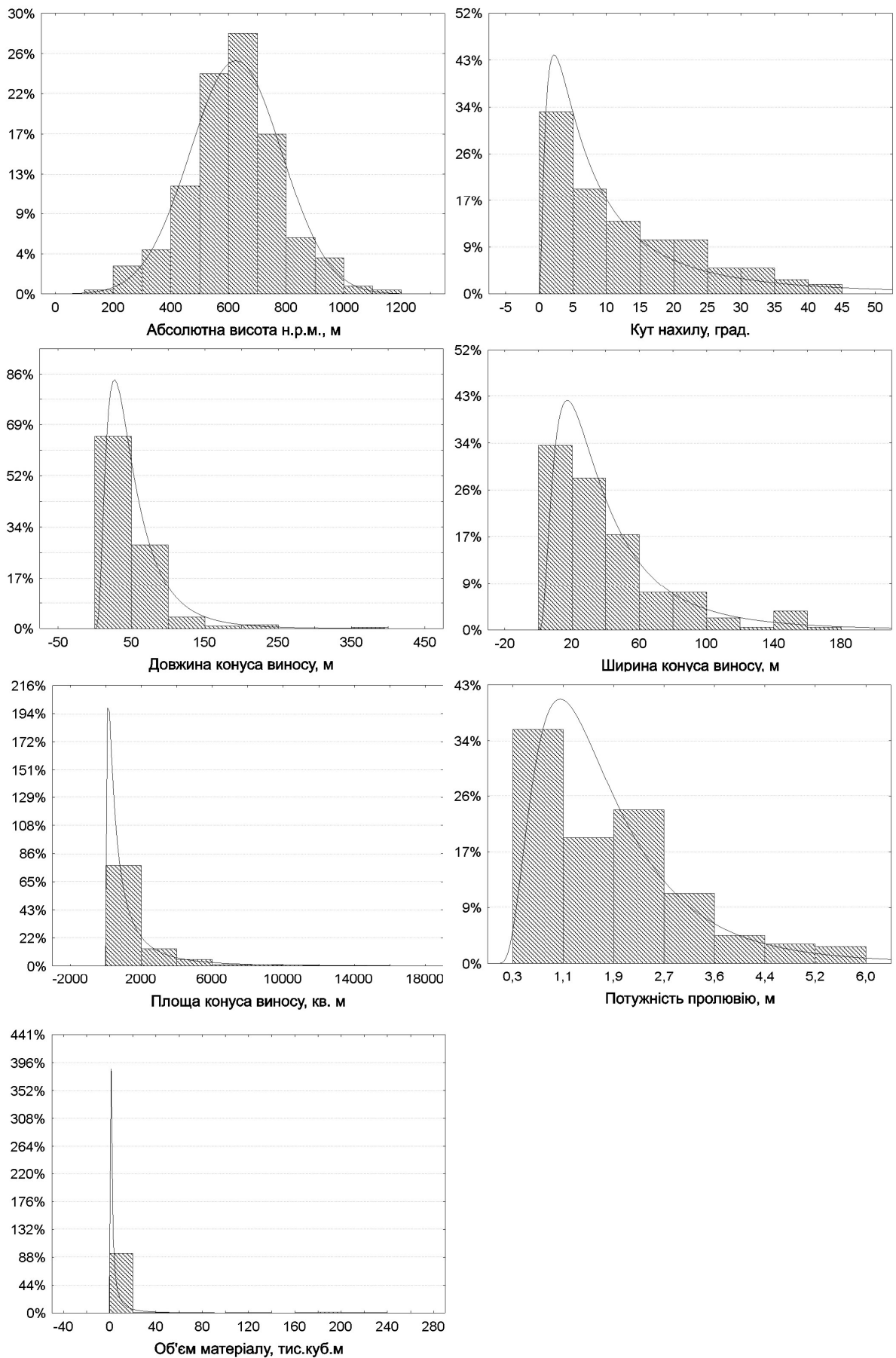


Рисунок 2 - Гістограми статистичних законів розподілу геометричних та геоморфологічних параметрів сілів Закарпаття



**Таблиця 1 – Оцінка статистичних законів розподілу геометричних та геоморфологічних параметрів селів Закарпаття**

Параметр	D-критерій* Колмогорова-Смірнова при гіпотезі приналежності до теоретичних законів розподілу		+трисигмові межі	кількість значень (N)
	Нормальний	Логнормальний		
Абсолютна висота, м	0,058	0,114	1110,57	252
Кут нахилу денної поверхні, град.	0,135	0,103	45,4333	
Довжина конуса винесення, м	0,319	0,094	437,383	
Ширина конуса винесення, м	0,194	0,082	187,186	
Площа конуса винесення, кв. м	0,364	0,058	24109,4	
Потужність пролювію, м	0,246	0,111	6,68518	
Об'єм матеріалу, тис.куб.м	0,431	0,091	750,147	

\* критичне значення непараметричного D-критерію дорівнює 0,102 при n=252 і  $\alpha=0.01$

**Таблиця 2 – Основні статистики геометричних та геоморфологічних параметрів селів Закарпаття**

Параметр	N	Середнє значення	Медіана	Мінімальне значення	Максимальне значення	Ср.кв. квадратичне відхилення
Абсолютна висота, м	232	622,0	623,9	170,7	1108,6	159,0
Кут нахилу денної поверхні, град.		12,4	9,2	0,6	44,1	10,8
Довжина конуса винесення, м		55,5	50,0	10,0	400,0	46,1
Ширина конуса винесення, м		44,0	30,0	5,0	170,0	35,6
Площа конуса винесення, кв. м		1576,5	725,0	25,0	15625,0	2312,2
Потужність пролювію, м		1,9	1,5	0,3	6,0	1,2
Об'єм матеріалу, тис.куб.м		10,6	0,8	0,0	240,0	38,7

ураганих значень; кількість останніх склала 20 (з прийнятих до аналізу 252). Оцінку закону розподілу та основні статистики наведено в табл. 1 і 2 відповідно. За D-критерієм Колмогорова-Смірнова розподіли геометричних параметрів і значення параметру кут нахилу денної поверхні тяжіють до логнормального теоретичного закону розподілу (табл. 1).

Відповідність логнормальному закону є характерною для розподілу деяких природних явищ в Карпатському регіоні, зокрема при розгляді питань генезису родовищ сірки для значного за територією Передкарпатського сірчаного басейну [12].

Логнормальний закон дає змогу розглядати ці величини не як результат суми (як при нормальному законі), а як добуток впливових чинників. В літературі відмічається залежність поширення селєвих вогнищ від крутизни схилів, але в даному випадку розглядається кут нахилу точки утворення конусу винесення, а не кут нахилу шляху сходження селю. Гістограма на рис. 2 це підтверджує, величини кутів нахилу тяжіють до 0<sup>0</sup> градусів.

Щодо класифікації селів, то в [3] найбільша увага приділяється зв'язку селенебезпечних

ділянок з літологічною і тектонічною будовою території. Загалом з аналізу гістограм, наведених на рис. 2, можна зробити висновок про наявність закономірностей в розподілах обраних геометричних і геоморфологічних параметрів селів, що виявляється в підпорядкованості досліджуваних параметрів статистичним законам розподілу, прийнятим в геології – логнормальному і нормальному.

Наступний крок досліджень – кореляційний аналіз. В табл. 3. представлена матриця коефіцієнтів парної кореляції. Кореляція існує між залежними параметрами (довжина – площа, ширина – площа, площа – потужність). Між незалежними параметрами (кут нахилу, абсолютна висота, об'єм матеріалу) кореляція є значуща, але величина зв'язку не така велика. Обернена кореляція між параметрами абсолютна висота – довжина ( $r = -0,12$ ), абсолютна висота – площа ( $r = 0,12$ ), пояснюється тим, що чим більша висота тим ймовірніший більший кут нахилу (це підтверджує значуща кореляція  $r = 0,14$ ), і тим меншою буде протяжність відкладень пухкого уламкового матеріалу і, відповідно, площа конусу винесення селю.

**Таблиця 3 – Матриця коефіцієнтів лінійної парної кореляції між геометричними та геоморфологічними параметрами селів ( $p < 0,05$ )**

	Абсолютна висота н.р.м., м	Кут нахилу, град.	Довжина конуса винесення, м	Ширина конуса винесення, м	Площа конуса винесення, кв. м	Потужність пролювію, м
Абсолютна висота н.р.м., м	1,00	0,14	-0,12	-0,01	-0,13	0,10
Кут нахилу, град.	0,14	1,00	-0,02	-0,16	-0,05	-0,02
Довжина конуса винесення, м	-0,12	-0,02	1,00	0,28	0,88	0,09
Ширина конуса винесення, м	-0,01	-0,16	0,28	1,00	0,54	0,19
Площа конуса винесення, кв. м	-0,13	-0,05	0,88	0,54	1,00	0,06
Потужність пролювію, м	0,10	-0,02	0,09	0,19	0,06	1,00
Об'єм матеріалу, тис.куб.м	-0,07	0,02	-0,01	-0,06	-0,02	-0,08

**Таблиця 4 – Матриця зв'язків між групами параметрів, побудована за результатами кластерного аналізу способом зваженого парного осереднення**

Евклідова відстань							
	Абсолютна висота н.р.м., м	Кут нахилу, град.	Довжина конуса винесення, м	Ширина конуса винесення, м	Площа конуса винесення, кв. м	Потужність пролювію, м	Об'єм матеріалу, тис.куб.м
Абсолютна висота н.р.м., м	0,0	20,5	23,5	22,4	23,6	21,1	22,9
Кут нахилу, град.	20,5	0,0	22,6	24,1	22,9	22,6	22,2
Довжина конуса винесення, м	23,5	22,6	0,0	19,0	7,9	21,4	22,5
Ширина конуса винесення, м	22,4	24,1	19,0	0,0	15,2	20,1	23,0
Площа конуса винесення, кв. м	23,6	22,9	7,9	15,2	0,0	21,7	22,6
Потужність пролювію, м	21,1	22,6	21,4	20,1	21,7	0,0	23,2
Об'єм матеріалу, тис.куб.м	22,9	22,2	22,5	23,0	22,6	23,2	0,0

З метою категоризації параметрів додатково проведено кластерний аналіз. У таблиці 4 зображено матрицю зв'язків між групами чинників, побудовану за результатами кластерного аналізу. Як і очікувалось, геоморфологічні і геометричні фактори групуються окремо, найбільш спорідненою є група параметрів «довжина-ширина-площа», що має логічне пояснення.

Перейдемо до аналізу активності селевих явищ у зіставленні з тектонічною та літолого-фаціальною будовою території. Тривіальним шляхом для такого аналізу є зіставлення місць розташування селів із тектонічними і літолого-фаціальними картами. Для досліджень було обрано тектонічну карту (за ред. В.В. Глушко, С.С. Круглова 1986 р, масштабу 1:200 000). На її основі побудовано електронні тектонічну та літолого-фаціальну карти Українських Карпат. На рис. 3 зображено тектонічну будову Закарпатської області, а на рисунку 4 – літолого-фаціальні комплекси Закарпаття з нанесеними місцями селеутворення.

Для порівняння інтенсивності селеутворення за окремими тектонічними зонами чи літофаціями необхідне нормування розподілу селів за площею відповідних тектонічних зон

чи літофацій. Для цього застосовано кількісну характеристику, яка відображає ураженість території процесами селеутворення – «коефіцієнт контрастності»  $R_i$ , – що визначається за формулою

$$R_i = \frac{N_i \cdot \sum S_i}{S_i \cdot \sum N_i}, \quad (1)$$

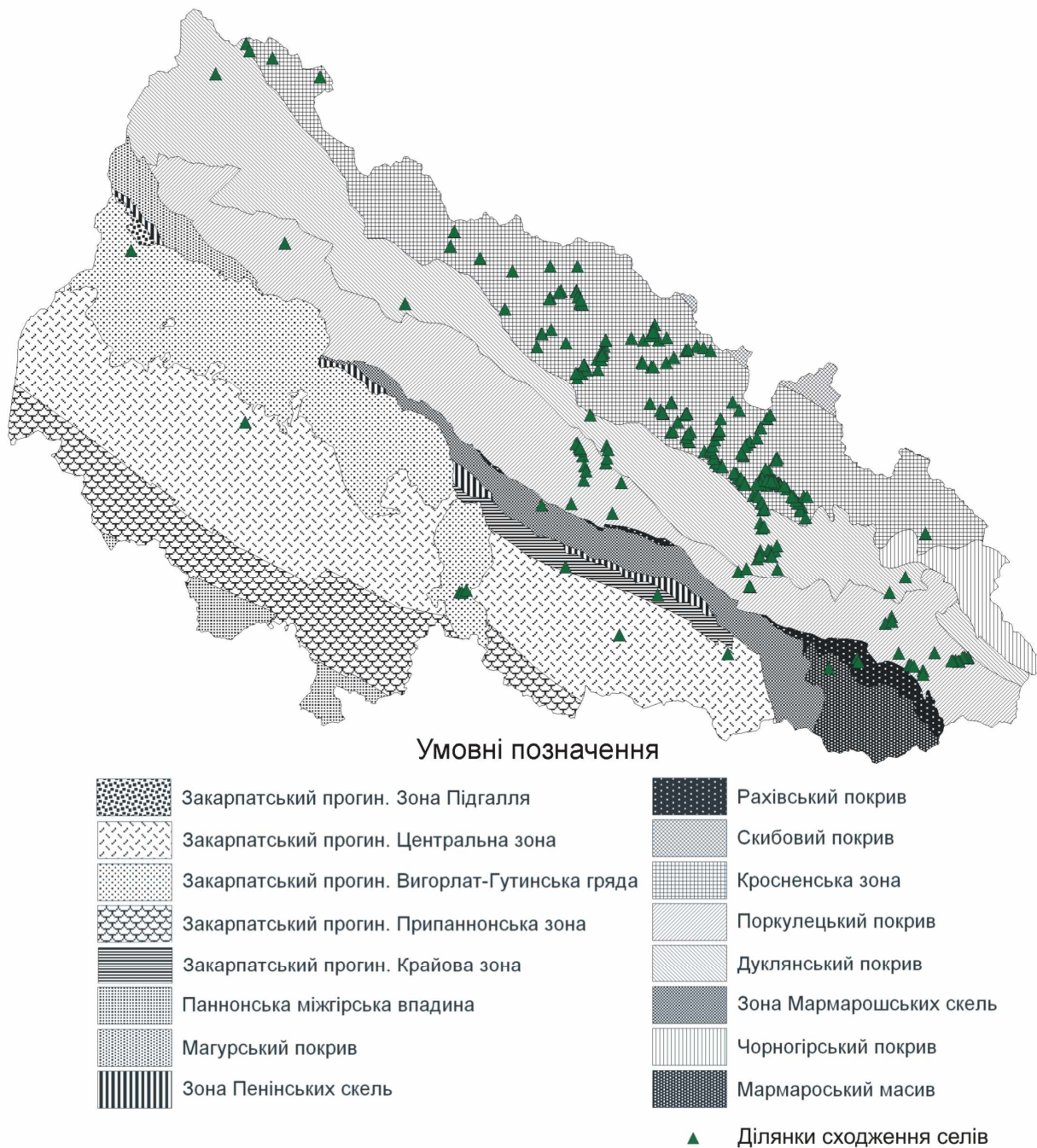
де  $N_i$  - кількість зареєстрованих селепроявів у межах деякої зони (району);

$\sum N_i$  - загальна кількість зареєстрованих селепроявів у регіоні;

$S_i$  - площа деякої зони (району);

$\sum S_i$  - загальна площа території всього регіону.

Даний показник застосовувався для характеристики ураженості окремих територій зсувами [13]. В таблицях 5, 6 наведено результати розрахунку коефіцієнта контрастності з нанесеними кількостями проявів селів для різних тектонічних зон і літофаціальних комплексів відповідно.



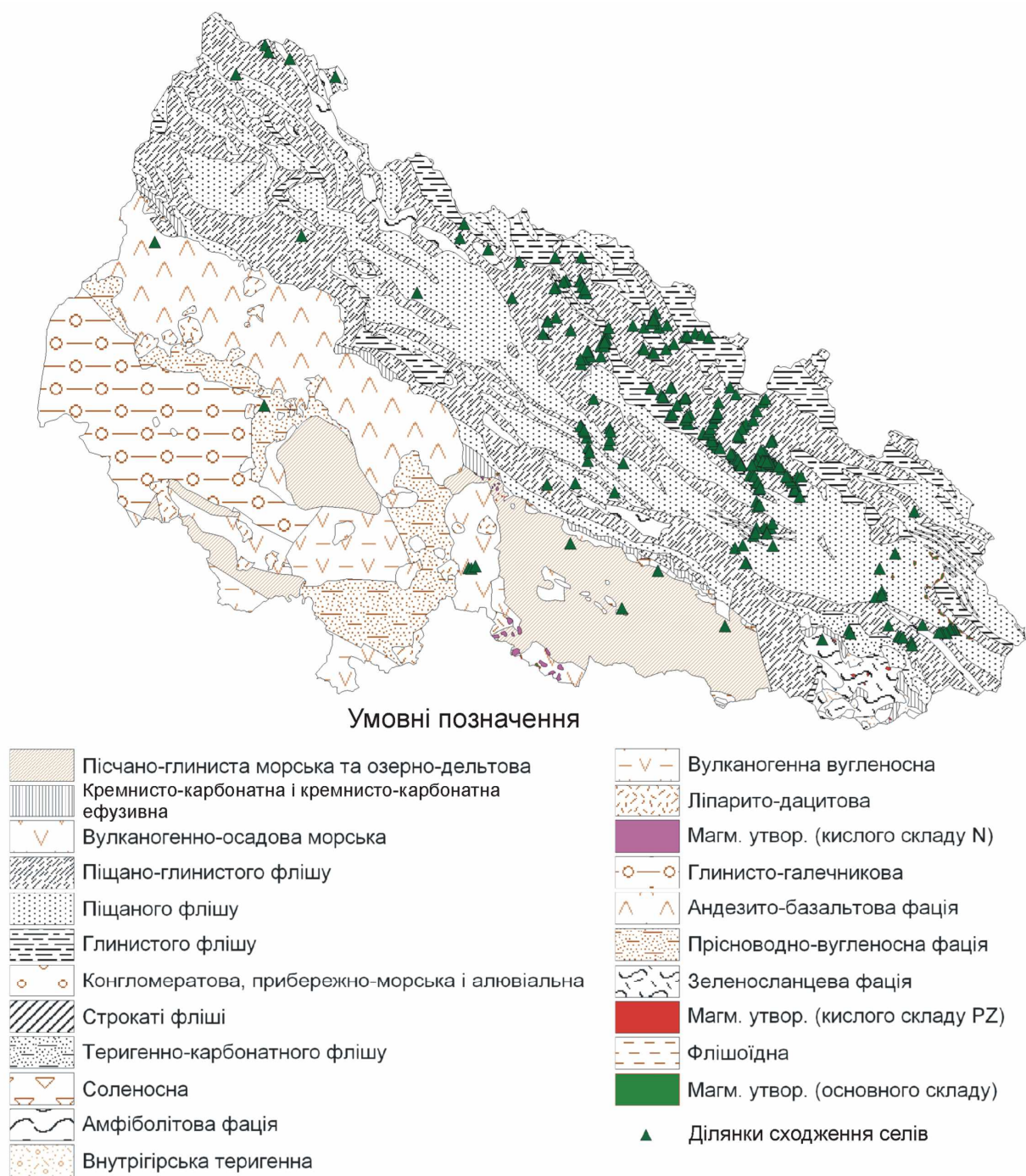
**Рисунок 3 – Схематичне зображення тектонічних зон Закарпаття і селєвих вогнищ**

Як ми бачимо з таблиць, найбільша кількість селів і найбільший коефіцієнт контрастності спостерігається для Кросненської зони, якій в літологічному відношенні відповідає фация піщано-глинистого флішу. Це підтверджується у [3], де зазначається, що Кросненська зона складена тонкоритмічним олігоценним флішем підвищеної тріщинуватості. Це сприяє процесу вивітрювання з утворенням потужних (6-12 м) елювіальних, елювіально-делювіальних і делювіальних чохла. Наявність у розрізі порід, що легко розмиваються, обумовлює широкий розвиток ерозійних процесів: площинного змиву, дрібноструйчастої ерозії, утворення ярів, руслової ерозії. Значно уражені райони Ворохта-Путильського низькогір'я (15 - 40 %) і

Ясинської улоговини (15 - 40 %), інші райони характеризуються ураженістю до 5 - 15 %. Переважають зсуви ковзання (розвиваються в делювіальному чохла із захопленням корінних порід). Потужність зсувних нагромаджень – до 35 м. На тілах древніх зсувів розвинені зсуви течії другого порядку. Це все сприяє активному розвитку селєвих вогнищ. Селєві процеси тут розвиваються, як і в більшості випадків у Карпатах, ерозійно-транспортного процесу, при якому зародження селів - вивільнення твердих часток, зрушення з місця й перенесення - здійснюються водою.

Крім розглянутих літолого-тектонічних умов території, багатьма дослідниками вказується на доцільність розгляду зсувних і селєвих





**Рисунок 4 – Схематичне зображення літолого-фаціальних комплексів Закарпаття і ділянок сходження селів**

процесів і їх узагальнюючих оцінок у межах річкових басейнів, як територій з генетично єдиним режимом поверхневих і підземних вод [14, 15]. Оцінку ураженості річкових басейнів території Закарпатської області проведено з використанням вищезгаданого коефіцієнта контрастності (формула 1). Результати районування території досліджень за коефіцієнтом контрастності за річковими басейнами представлені на рисунку 5, де видно, що найбільш селенебезпечними є басейни рік Тересва, Ріка, Теремля.

З метою дослідження закономірності зв'язку селевих вогнищ з поширенням деяких екзогенних геологічних процесів розраховані

відстані від селевих ділянок до найближчого прояву ЕГП. За основний вид ЕГП, який часто є базовим етапом для розвитку селю, обрано зсуви. Для розрахованих відстаней побудовано гістограму розподілу (рис. 6). Даний параметр підпорядковується логнормальному закону розподілу (D-критерій Колмогорова-Смірнова рівний 0,056), це свідчить про наявність закономірності в поширенні селевих вогнищ по відношенню до розташування зсувних ділянок - більшість селевих вогнищ розташовані в безпосередній близькості до зсувів. Тобто даний параметр доцільно розглядати як чинник активізації селевого процесу при його прогнозуванні.

Таблиця 5 – Характеристики ураженості селями літофаціальних зон

Назва літофаціальної зони	Загальна площа, км <sup>2</sup>	Кількість селі, шт.	Ураженість зони, %
Вулканогенна вугленосна	376,0	0	0
Соленосна	26,1	0	0
Амфіболітова фація	8,2	0	0
Ліпарито-дацитова	151,6	0	0
Внутрігірська теригенна	29,0	0	0
Магм. утвор. (кислого складу N)	9,1	0	0
Глинисто-галечникова	1015,3	0	0
Кремینیсто-карбонатна	116,9	0	0
Строкати фліші	36,4	0	0
Магм. утвор. (кислого складу PZ)	1,4	0	0
Флішоїдна	12,5	0	0
Магм. утвор. (основного складу)	6,1	0	0
Конгломератова, прибережно-морська і алювіальна	4,8	0	0
Андезито-базальтова фація	1237,9	1	0,04
Прісноводно-вугленосна фація	671,1	1	0,08
Піщано-глиниста морська та озерно-дельтова	1340,5	4	0,15
Зеленосланцева фація	153,5	1	0,33
Вулканогенно-осадова морська	434,3	3	0,35
Олістостромові і дикий флішу	242,7	3	0,62
Піщаного флішу	2522,8	32	0,64
Теригенно-карбонатного флішу	95,5	2	1,06
Глинистого флішу	879,2	34	1,95
Піщано-глинистого флішу	3333,0	171	2,59

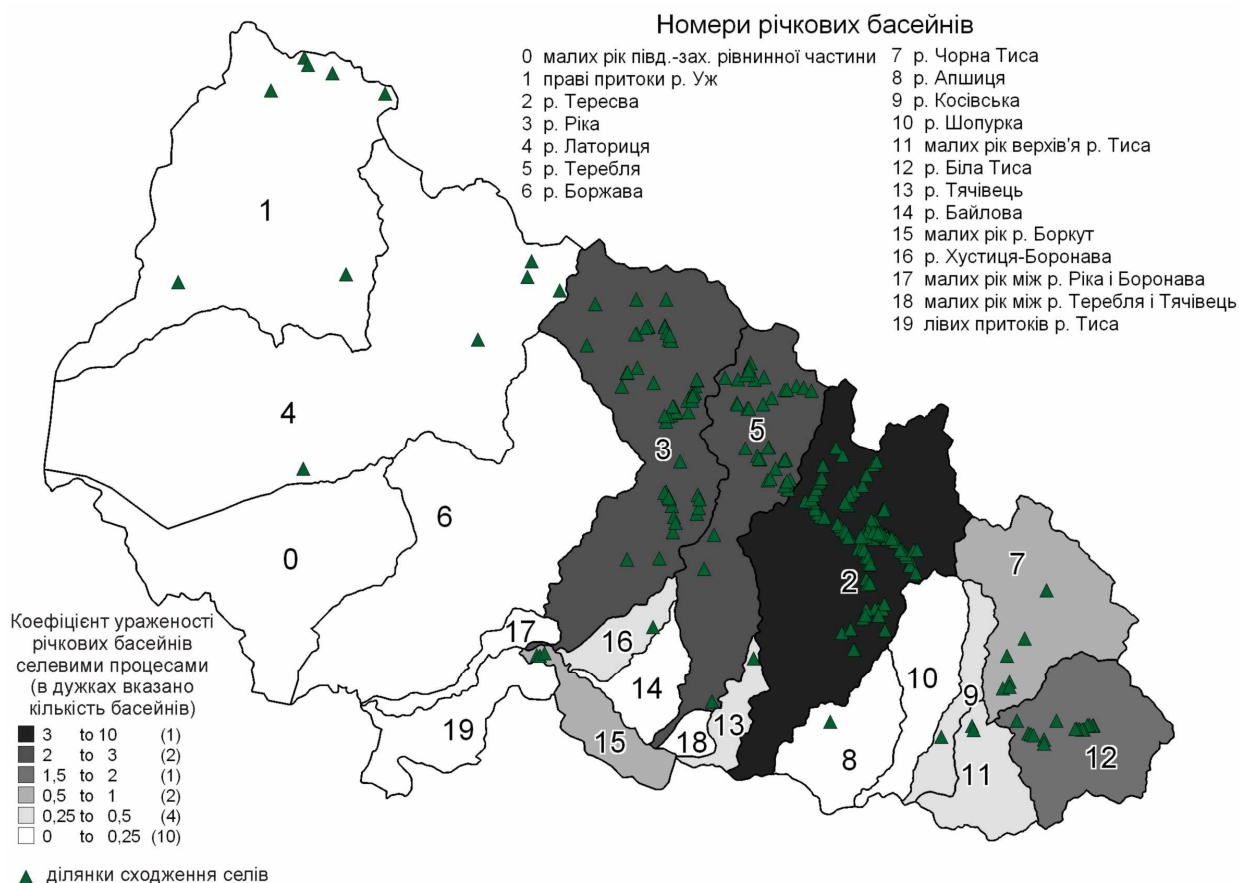
Таблиця 6 – Характеристики ураженості селями тектонічних зон

Назва літофаціальної зони	Загальна площа, км <sup>2</sup>	Кількість селі, шт.	Ураженість зони, %
Закарпатський прогин. Зона Підгалля	15,6	0	0
Паннонська міжгірська впадина	164,4	0	0
Магурський покрив	158,5	0	0
Зона Пенінських скель	97,4	0	0
Скибовий покрив	56,8	0	0
Чорногірський покрив	221,5	0	0
Закарпатський прогин. Припаннонська зона	950,9	0	0
Закарпатський прогин. Центральна зона	2558,0	3	0,06
Зона Мармароських скель	521,5	1	0,10
Закарпатський прогин. Вигорлат-Гутинська гряда	1430,8	4	0,14
Мармароський масив	255,5	1	0,20
Дуклянський покрив	1939,1	22	0,57
Закарпатський прогин. Крайова зона	171,2	2	0,59
Рахівський покрив	133,7	2	0,75
Поркулецький покрив	1832,7	37	1,02
Кросненська зона	2197,8	180	4,13

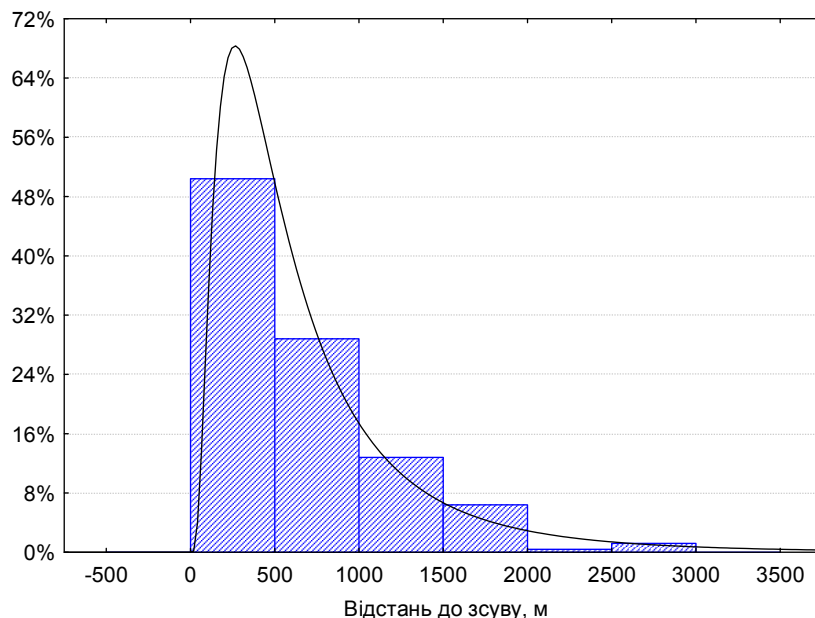
### Висновки

Активний розвиток селевих процесів у Карпатах свідчить про необхідність їх дослідження. Результати польових обстежень селевих осередків, записаних у систематизованому ка-

дастрі, містять необхідну інформацію для аналізу, узагальнення та подальшого прогнозування. Існуючі методології прогнозування потребують удосконалення і розгляду ширшого кола чинників, які контролюють власне зародження селевого процесу.



**Рисунок 5 – Карта районування території Закарпатської області за ураженістю селями річкових басейнів**



**Рисунок 6 – Гістограма розподілу параметру «відстань до найближчого зсуву»**

Необхідним етапом дослідження селевих процесів є статистичний аналіз розподілу їх геометричних і геоморфологічних характеристик. Результати такого аналізу свідчать, що розподіл кількісних характеристик селів (крім абсолютної висоти над рівнем моря) узгоджується з логнормальним законом, який відпові-

дає канонічним уявленням про розподіл природних явищ. Кореляційні зв'язки між незалежними параметрами не виявлені.

Розподіл закарпатських селів узгоджується з літологофаціальною та тектонічною будовою досліджуваної ділянки. Аналіз розташування селів по відношенню до літофаціальних ком-

плексів і тектонічних зон дозволяє встановити певні закономірності в площинній інтенсивності селеутворюючих процесів, зокрема переважна більшість селевих вогнищ у тектонічному районуванні належить до Кросненської зони, а за літолого-фаціальним – до фації піщано-глинистого флішу.

Важливим питанням є врахування при подальшому дослідженні районування території за річковими басейнами. Також слід враховувати поширення в селенебезпечних зонах супутніх ЕГП (зсувів, ерозії тощо).

Проведені статистичні дослідження геометричних і геоморфологічних параметрів та розраховані кількісні параметри (коефіцієнти контрастності) для тектонічних зон, літолого-фаціальних комплексів, річкових басейнів вказують на доцільність використання цих чинників під час прогнозування. Подальшим розвитком даних досліджень є використання одержаних закономірностей при створенні прогностичних моделей просторового поширення селевих процесів для територій Українських Карпат.

### **Література**

1 Кузьменко Е. Д. Прогнозування селів в Українських Карпатах / Е. Д. Кузьменко, Т. Б. Чепурна // Геодинаміка. – 2014. – № 1 (16). – С. 129–143.

2 Про затвердження Комплексної програми захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період до 2010 року та прогноз до 2020 року. Постанова Кабміну Міністрів України від 3 липня 2006 р. N.901

3 Адаменко О.М. Основы экологической геологии / О.М. Адаменко, Г.И. Рудько. – К.: Манускрипт, 1995. – 211 с.

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

5 Рудько Г.И. Наукові і методичні основи прогнозування екологічного ризику небезпечних геологічних процесів у Закарпатті у зв'язку з їх масовою активізацією / Г.И. Рудько, Л.М. Климчук, Є.О. Яковлев // Мінеральні ресурси України. – 1999. – № 2. – С.42-45.

6 Сусідко М.М. Методичні засади ймовірнісного прогнозування сільових явищ в Українських Карпатах / М.М.Сусідко, О.І. Лук'янець // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 1999. – Вип. 247. – С. 114-124.

7 Іванік О.М. Моделювання впливу небезпечних геологічних процесів на функціонування транспортних природно-техногенних систем [Текст]: дис. д-ра геол. наук: 04.00.05 / Іванік Олена Михайлівна; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2010. – 362 с.

8 Іванік О.М. Просторовий аналіз та прогностична оцінка формування водно-гравітаційних процесів на основі ГІС у Карпатському регіоні / О.М. Іванік // Геоінформатика. – 2008. – № 4. – С. 52–58.

9 Іванік О.М. Структурно-тектонічний контроль розвитку водно-гравітаційних процесів у межах Свлявського та Воловецького районів Закарпатської області // Геол. журн. – 2007. – № 3. – С. 81-86.

10 Іванік О.М., Лісова О.М. Режим сучасних водно-гравітаційних та селевих процесів у Свлявському та Воловецькому районах Закарпатської області // Вісник Київського університету. Геологія. – 2007. – Вип. 40. – С. 24–26.

11 Інформаційний звіт з моніторингу, обліку поширення і активізації екзогенних геологічних процесів гідрогеолого-екологічної партії Закарпатської геологорозвідувальної експедиції за 2005 р. Стан поширення і активізації екзогенних геологічних процесів на території Закарпатської області (режим, облік і прогноз) / М. Габор, В. Потгилицький, Л. Габор. – Берегово, 2006. – 21 с

12 Кузьменко Э.Д. Методология гидрогеологической подготовки месторождений серы и эксплуатации: Дис. на соиск. уч. ст. доктора геол.-минерал. наук – К.: Ин-т геол. наук НАН Украины, 1994. – 489 с.

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

14 Попередній регіональний прогноз можливої активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території Закарпатської області [Климчук Л.М., Пишна Н.Г., Красноок Л.М. та ін.]. – Київ: Державний інформаційний геологічний фонд „Геоінформ”, 1999. – 9 с.

15 Прогностична оцінка можливої активізації зсувного процесу на території Закарпатської області в 2000 р. [Яковлев Є.О., Красноок Л.М., Лескова Г.В. та ін.]. – Київ: Український Державний геологорозвідувальний інститут УкрДГРІ, 2000. – 79 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
29.10.14*

*Рекомендована до друку  
професором Кузьменком Е.Д.  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
канд. техн. наук Пукішем А.В.*

*(НДПІ ПАТ «Укрнафта», м. Івано-Франківськ)*