

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕКТОНІЧНОЇ БУДОВИ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ НА ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ СЕЛЕВИХ ОСЕРЕДКІВ

Т.Б. Чепурна

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 504576,  
e-mail: t.misak@yandex.ru

*З використанням ГІС-аналізу простежено закономірності поширення селевих осередків у залежності від приналежності до тектонічних зон Карпатського регіону. Розраховано ураженість тектонічних зон селями та проаналізовано зумовленість такої локалізації. Визначено закономірності сходження селів у залежності від відстані селевих осередків до тектонічних розломів. Простежено просторову орієнтацію селевих водотоків відносно тектонічних розломів.*

Ключові слова: селі; геоінформаційна система; тектонічна зона; тектонічний розлом; ураженість; геодинамічні процеси.

*С использованием ГИС-анализа прослежены закономерности распространения селевых очагов в зависимости от принадлежности к тектоническим зонам Карпатского региона. Рассчитано пораженность тектонических зон селями и проанализировано обусловленность такой локализации. Определены закономерности схода селей в зависимости от расстояния селевых очагов к тектоническим разломам. Прослежена пространственная ориентация селевых водотоков в отношении к тектоническим разломам.*

Ключевые слова: сели; ГИС; тектоническая зона; тектонический разлом; трещиноватость; пораженность; геодинамические процессы.

*The regularities of the debris flows, depending on the belonging to tectonic zones of the Carpathian region is followed using GIS-analyse. The prevalence of debris flows of tectonic zones is calculated and the condition of this localization is analysed. The debris flows regularities depending on the distance to the tectonic faults is defined. The spatial orientation of the debris flow watercourses relative to the tectonic faults is traced.*

Keywords: debris flow; GIS, tectonic zone; tectonic fracture; crack; affection; geodynamic processes.

### Вступ

Враховуючи інтенсифікацію геодинамічних процесів, зокрема селевих явищ у Карпатському регіоні в останні десятиріччя і значні народногосподарські збитки, яких вони завдають, Головним Управлінням МНС у регіонах рекомендовано спрогнозувати розвиток селевих процесів і організувати проведення запобіжних заходів [1]. Можливість прогнозування просторового поширення селевих осередків значною мірою визначається детальністю та повнотою інформації про це явище. Тому виконання даного завдання потребує проведення комплексного аналізу та автоматизованого пошуку взаємозв'язків між факторами, які впливають на селеутворення зокрема геодинамічних особливостей території. Такі дослідження, з використанням ГІС-технологій, становлять практичний і науковий інтерес, їх результати будуть використані при створенні регіональної просторово-часової інформаційно-аналітичної системи прогнозування селенебезпеки.

### Аналіз попередніх досліджень і постановка завдання

Формування селю є наслідком дії ряду факторів, серед яких домінуючу роль займають геологічні, літологічні, геоморфологічні та гідрометеорологічні. За геолого-морфологічною класифікацією, наведеною в праці [2], із урахуванням параметрів геолого-геоморфологічної будови території, кліматичних умов прояву та

кількісних характеристик селів у Карпатському регіоні виділено шість типів селевих потоків: схиліві, руслові, яружно-балкових систем, високогірських областей давнього і сучасного зледеніння, сейсмічних зон, районів сучасного вулканізму. Як бачимо, кожен із виділених типів в той чи інший спосіб залежить від тектонічної чи неотектонічної будови території. Тектоно-сейсмічні фактори часто характеризуються певною мірою латентною дією та можуть призвести до формування селів лише за певних умов і наявності домінуючих факторів. Висвітлення питань впливу тектоніки і сейсмічності на формування селів знаходимо в публікаціях [3, 4, 5]. Зазначається, що в поширенні селевих районів прослідковується певна закономірність, яка виражається в їх приналежності до рухливих, у тектонічному відношенні найбільш активних поясів земної кори. Це пояснюється тим, що одним із найважливіших факторів виникнення селів є контрастний рельєф, обумовлений проявом диференційованих новітніх тектонічних рухів. Чим інтенсивніші ці рухи, тим вираженіша залежність форм рельєфу від плану розподілу й амплітуди підняття і занурень земної кори. Висока сейсмічність впливає на низку геодинамічних процесів, у тому числі на формування твердої фази селевих потоків за рахунок сейсмічних обвалів, зсувів, осипів і опливин. Як вказано в праці [6], часті, хоч і слабкі підземні поштовхи призводять до послаблення внутрішніх зв'язків у гірських масивах, що ві-

діграє важливу роль у підготовці потенційних запасів твердої фази селевих потоків у сильно тріщинуватих і вивітрених породах. Особливо важливості тектоно-геоморфологічним умовам у процесах формування селів також надається А. Г. Крохмалем. У своїй праці [7] він доводить, що за інших рівних умов селеві процеси починаються там, де величина енергії рельєфу більша. У свою чергу вказується, що енергетика рельєфоутворюючих процесів тісно пов'язана з спрямованістю й інтенсивністю новітніх і сучасних тектонічних рухів, перш за все вертикальних, тобто сейсмічних явищ. У літературі найчастіше описується зв'язок формування селів (так званих сейсмогенних) із землетрусами високої бальності [8, 9, 10]. Хоча навіть незначні флуктації сейсмічного поля прямо чи опосередковано впливають на селі зсувного і транспортно-зсувного типів. Як бачимо, вплив тектонічної будови і сейсмічної активності території на процеси селеутворення є однозначним. Для створення системи довгострокового регіонального прогнозу селеформування потрібні кількісні характеристики цього впливу, тому дослідження в цьому напрямку потребують імовірно-статистичного підходу. Розрахунок ураженості селевими процесами тектонічних зон Карпатського регіону та простеження особливості поширення селевих осередків у залежності від відстані до тектонічних розломів є метою досліджень, наведених у даній статті.

#### Статистично-аналітичний розрахунок ураженості тектонічних зон селевими процесами

З погляду умов і факторів розвитку геодинамічних процесів Карпатський регіон посідає особливе місце. Так, із 250 селенебезпечних струмків, що зафіксовані в межах території України, 216 знаходяться в Карпатському регіоні [11]. Це пояснюється тектоно-геоморфологічною будовою, оскільки Карпати – складна гірська країна альпійського орогенічного поясу. Тут окремі морфологічні елементи відповідають основним тектонічним районам, витягнутим із північного заходу на південний схід. Виділяють дві великі тектонічні одиниці: Зовнішні (або Флішові) і Внутрішні Карпати. Межею між ними є зона Пенінських стрімчаків, яка знаходиться на території Закарпатської області, простягається вузькою смугою і відзначається поширенням вапнякових брил-стрімчаків, які виступають у рельєфі у вигляді скель з крутими та обривистими схилами. Принцип виділення менших тектонічних одиниць базується на структурно-фаціальних ознаках. Так, у межах Зовнішніх Карпат на території Закарпатської області виділяються 6 структурно-тектонічних зон: Кросненська, Черногірська, Дуклянська, Поркулецька, Магурська та Рахівська. В окремі зони виділено Мармароський кристалічний масив та Пенінські і Мармароські стрімчаки [12]. Останні є великою структурною одиницею земної кори – глибинним розломом. У межах Закарпатського внутрішнього прогину, що тягнеться на південь від Припенінського глибинного

розлому, виділяють три тектонічні зони. Зокрема, Краєва зона, що охоплює північну частину прогину і має характерне моноклінальне залягання; Центральна зона – зона розвитку солянодіапірових та брахіантиклінальних складок, зона Припанонського глибинного розлому [13].

У Карпатах, де геосинклінальний цикл закінчився наприкінці палеогену, по суті всі тектонічні рухи та створені ними структури належать до неотектонічного етапу. За цей час, тобто в неогені та четвертинному періоді, відбулося кілька фаз складкоутворення, виникла складна система складок, зсувів і розломів, сумарна амплітуда підняття досягла 1500-2000 м. Більшість структур Карпат продовжує свою активність – відбуваються значною мірою успадковані диференційовані рухи, підіймаються антиклінарні структури, спостерігається зміщення по розломах і насувах.

За результатами режимних геодезичних спостережень, проведених Інститутом геофізики імені С.І. Субботіна НАН України [12], з'ясовано, що з максимальною швидкістю (до 3 мм/рік) відбувається підняття Карпатської складчастої області. У напрямі до прогинів швидкість сучасних тектонічних рухів зменшується до 1.0 мм/рік, а на платформі – до 0.5 мм/рік. У разі переважання лінійності ізольованої швидкості сучасних тектонічних рухів паралельно до структур Карпат зафіксовано їхню блокову диференціацію.

Карпати характеризуються відносно невисокою сейсмічною активністю. Винятком є крайня південна зона – Закарпатський внутрішній прогин. Під час землетрусів уздовж тріщин складаються умови, які сприяють швидкому вивітрюванню гірських порід і формуванню матеріалу, який у подальшому може створити тверду складову селю.

Сучасні тектонічні рухи визначають закономірності розвитку гідромережі та екзогенних геологічних процесів, у тому числі селів, крім цього, вони зумовили формування низки похованих долин, а також визначили загальні тенденції ерозійної діяльності водотоків шляхом зміни таких морфометричних показників рельєфу, як глибина вертикального розчленування, густина горизонтального розчленування та крутизна поверхонь. Звуження річкових долин, у яких відбувається руйнівна діяльність селевих потоків, відповідає у більшості випадків осям антиклінальних складок, де виходять на денну поверхню більш стійкі до розмиву породи (в умовах Карпат це зазвичай пісковики, різноманітні окременілі породи, вапняки та ін.), та лініям насувів. Найважливішими характеристиками таких рухів є інтенсивність, спрямованість і контрастність. Постійне оновлення експозиції схилів унаслідок інтенсивних вертикальних рухів веде до посиленого формування пухкоуламкових накопичень і збільшення повторюваності селевих потоків. Тектонічні порушення, зазвичай, супроводжуються зонами підвищеної тріщинуватості, що сприяє посиленню процесів вивітрювання і нагромадження їх продуктів.

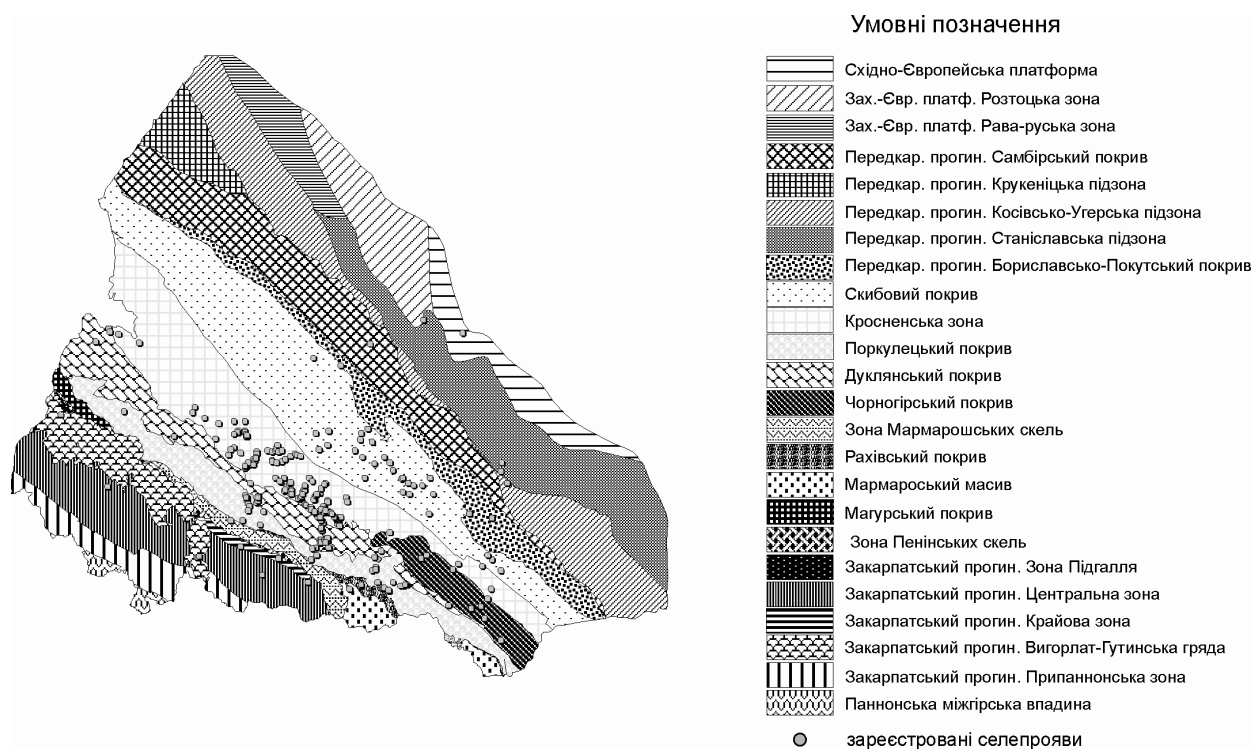


Рисунок 1 – Картосхема тектонічного районування Карпатського регіону і селепроявів

Для простеження закономірностей поширення селевих осередків у залежності від тектонічних зон Карпатського регіону застосовано оверлейний ГІС-аналіз. Дані, що використовувались – дані кадастру-каталогу селів ДП "Захід-укргеологія", "Кадастра селеопасных рек и селевых паводков в горных районах Украинской ССР, Киев, 1969 г.", результати польових інженерно-геологічних і геоморфологічних спостережень на ділянках селесходження, фондові матеріали по даному регіону. Усього 258 осередків селесходження.

Картографічний матеріал, узятий за основу при розрахунку ураженості територій, є цифровою картосхемою тектонічного районування Карпатського регіону в масштабі 1:200 000 із нанесеними зарєстрованими селепроявами, побудовану в середовищі ГІС Mapinfo (рис.1).

Розрахунок коефіцієнта ураженості  $U_i$  окремої тектонічної зони (як міру інтенсивності селеутворення), передбачає нормування розподілу селів за площею і виконується за формулою

$$U_i = \frac{N_i / \sum N}{S_i / \sum S}, \quad (1)$$

де:  $N_i$  - кількість зарєстрованих осередків селесходження у межах деякої окремої тектонічної зони;  $\sum N$  - загальна кількість селевих осередків у регіоні;  $S_i$  - площа окремої тектонічної зони;  $\sum S$  - загальна площа території всього регіону.

Даний показник застосовувався для характеризування ураженості окремих територій в праці [14]. За допомогою аналітичного модуля ГІС розраховано площі тектонічних зон, зображених на рис. 1, і кількість сходжень селів у кожній із них (табл. 1). На рис. 2 зображено діаграму розрахованої за формулою 1 відмінної від нуля ураженості території тектонічних зон із зазначенням її відсоткової частки від загальної ураженості.

Як бачимо з діаграми, найбільша кількість селів і найбільша ураженість спостерігається в Кросненській зоні, Поркулецькому, Рахівському і Дуклянському покривах Зовнішніх Карпат, Крайовій зоні Закарпатського прогину. Спробуємо пояснити такий результат. Розглянемо тектонічні зони з найбільшою ураженістю селевими процесами.

Кросненська морфоструктура (визначена як найбільш уражена селями) включає частину Полонинського хребта на межиріччі Ріки й Тересви. Рельєф інтенсивно розчленований, абсолютні висоти сягають позначки вище 1500 м (г. Топас, 1552 м, г. Ружа, 1568 м.). Кросненська зона не має чітко вираженого покривного характеру. Вона характеризується загальною депресивною будовою, успадкованою ще від олігоценної епохи. Розвинуті тут тонкоритмічні піщано-глинисті флішові товщі утворюють дрібні складки, мають підвищену тріщинуватість і розірвані на окремі луски з північно-східною орієнтацією. Це сприятливо впливає на утворення твердої складової селевого потоку з можливим річним винесенням 600-3400 м<sup>3</sup> на 1 км<sup>2</sup> матеріалу в селєві водотоки. Цьому також сприяє різко розчленований рельєф, круті схили, які нагадують альпійські форми.

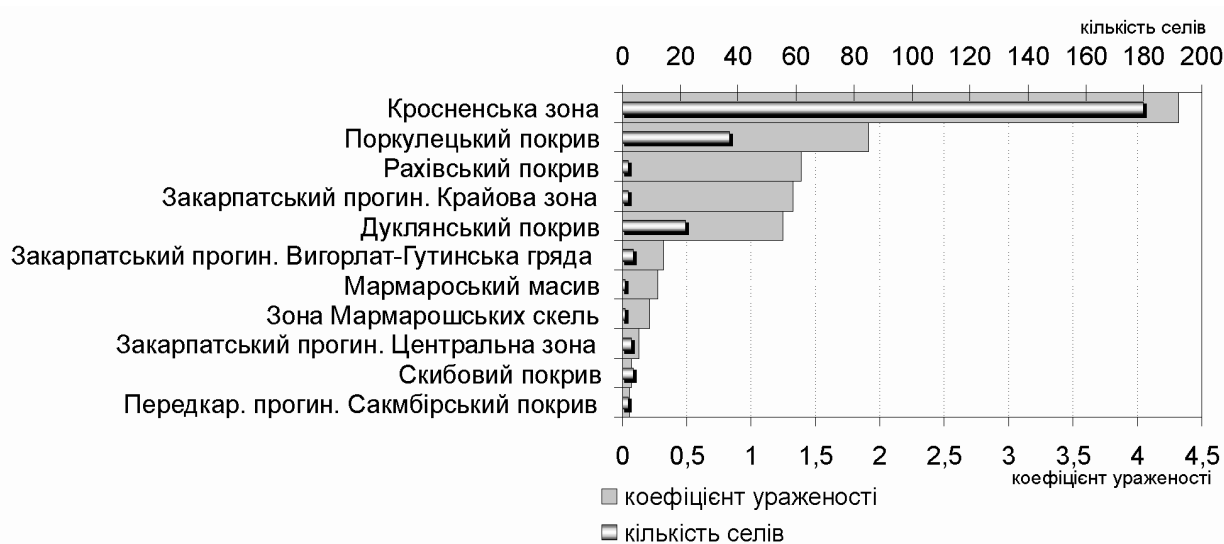


Рисунок 2 – Ураженість тектонічних зон селевими процесами

Таблиця 1 – Розподіл селів за тектонічними зонами

Тектонічна зона	Кількість селевих осередків, шт	Площа, м <sup>2</sup>
Скибовий покрив	4	6151
Кросненська зона	180	4726
Станіславська підзона	0	4043
Самбірський покрив	2	3880
Косівсько-Угерська підзона	0	3788
Закарпатський прогин. Центральна зона	3	2612
Поркулецький покрив	37	2189
Дуклянський покрив	22	2002
Бориславсько-Покутський покрив	0	1826
Розтоцька зона	0	1750
Вигорлат-Гутинська гряда	4	1442
Східно-Європейська платформа	0	1346
Рава-руська зона	0	1103
Чорногірський покрив	0	1005
Припаннонська зона	0	965
Крукеніцька підзона	0	851
Зона Мармарошських скель	1	532
Мармароський масив	1	409
Паннонська міжгірська впадина	0	176
Крайова зона	2	171
Рахівський покрив	2	163
Магурський покрив	0	159
Зона Пенінських скель	0	97
Зона Підгалля	0	16

Друга за величиною ураженості селевими процесами тектонічна зона – Поркулецький покрив – найкрупніша структурна одиниця Флішових Карпат Закарпаття, її покривна будова чітко простежується по Петроському тектонічному напівостанцеві, що свідчить про насування покриву на північ щонайменше на 12 км. Фронтальна частина покриву трасується тектонічними відторженцями карбонатних порід, поєднаних з ефузивами. Східна частина покриву характеризується загальним підняттям, у її межах відслонюються тільки крейдові товщі, а в будові західної частини покриву широко представлені палеогенові товщі, включаючи й олігоцен. Для Поркулецького покриву характерне поширення лусок і дрібних складок, наявності тектонічної порушеності та подрібненості, зон брекчіювання, меліонізації. Все це полегшує розмив гірських порід і поповнення селів твердим матеріалом. У зонах перерізу тектонічних порушень глини змінюють свої властивості, що забезпечує перехід породи з твердого у в'язкопластичний стан, а при інтенсивних зливах – у глинисті суспензії, що складають напіврідку частину селів.

Поширення селевих явищ на території Рахівського масиву пояснюється значною глибиною розрізу. Глибокі долини, круті та подекуди стрімкі схили, значна амплітуда відносних висот (понад 1000 м), наявність гострих і скелястих гребенів та вершин виділяють цей масив серед інших гірських груп Карпат. Рахівська морфоструктура характеризується розвитком виражених у рельєфі дрібних різноспрямованих і морфологічно неоднорідних складок, зумовлених значною тектонічною тріщинуватістю. Поперечно-блокові структури, а також характер гірських порід, представлених міцними кристалічними сланцями, гнейсами та мармуровидними вапняками, зумовили різновисотне положення хребтів і неоднакову інтенсивність денудаційних процесів. Більш компактна частина масиву розташована на лівобережжі Тиси. Інтенсивна глибинна ерозія Тиси та Шопурки, які

**Таблиця 2 – Основні статистики і оцінки статистичних законів розподілу просторового поширення селів залежно від тектонічних розломів**

Розлом	К-ть значень	Середнє	Мінімум	Максимум	Стд.відх.	Розподіл	K-C d	K-C p-рівень
Регіональний	516	5,709	0,0710	14,745	2,892	Вейбула	0,069	p<,05
I порядку	525	5,506	0,0610	19,972	4,538	Логнормальний	0,049	p<,05
II порядку	521	7,0796	0,022	20,049	4,303	Нормальний	0,0709	p<,05
III порядку	520	2,32	0,001	14,271	2,245	Гамма	0,0699	p<,05

характеризуються значною селевою активністю, порушила орографічну цілісність масиву, поділивши його вузькими долинами на кілька пасем меридіонального простягання. Тут конуси вивинсів селів приурочені до глибоких V-подібних річкових долин.

Крайова зона Закарпатського прогину – це зовнішня периферія області поширення найбільш древніх відкладів міоцену, що характеризується загальною моноклінальною будовою з нахилом шарів на декілька градусів до центру прогину. У цілому крайова зона є дуже вузькою смугою, яка розвинена в межах фундаменту, складеного утвореннями зони Пенінських стрімчаків – основної селевої локалізації. У разі інтенсивних (часто локальних) злив у пониженнях, які є елементарними водозборами, формуються тимчасові досить потужні водні потоки, які, рухаючись униз, розмивають пухкі елювіально-делювіальні відклади і насичуються до консистенції грязекам'яних селів. Характерними особливостями таких селевих потоків є швидке нарощування їхніх витрат, збільшення густини селевого потоку до 1,4–1,5 т/м<sup>3</sup>, зростання його потужності та нетривалий час проходження. Часто вони не досягають руслової мережі, а біля підніжжя схилу утворюють різні за розміром і складом конуси вивинсення.

У напрямку на південний захід породи Кросненської зони змінюють комплекси порід Дуклянського покриву (11% від загальної ураженості селями). Його склепіння складають породи верхньої крейди, а на периферії залягають флішові товщі палеоцену, еоцену та олігоцену. Верхня крейда представлена свідомецькою світою, де чергуються шари флішу та мергелів. Простягання порід крейди в районі с. Лубня майже меридіональне. Вони фіксуються тут малими долинами річок. Стійкі породи, що залягають у центральній частині власне Верховинського вододільного хребта та інших гірських масивів, відносять до лютської світи палеоцену. Вони представлені масивними і товстошаруватими пісковиками з рідкими прошарками аргілітів. Піддатливі породи еоцену сформовані шарами пісковиків, алевролітів і аргілітів. Виразної приуроченості долин уздовж простягання піддатливих порід тут не спостерігається. Ерозійні схилі селеві потоки виникають під час зливових опадів великої інтенсивності на тих ділянках схилів, де у верхніх їхніх частинах є зниження різного генезису (місця формування обвалів, зсувів, ерозійні улоговини тощо), а пухкі схилі відклади не закріплені або недостатньо закріплені рослинністю.

**Закономірності поширення селевих осередків залежно від відстаней до розломів**

Геолого-тектонічні особливості території та значна сейсмічність пояснюють існування цілої системи розломів і розривних порушень, які поділяються на регіональні, I, II, III порядків.

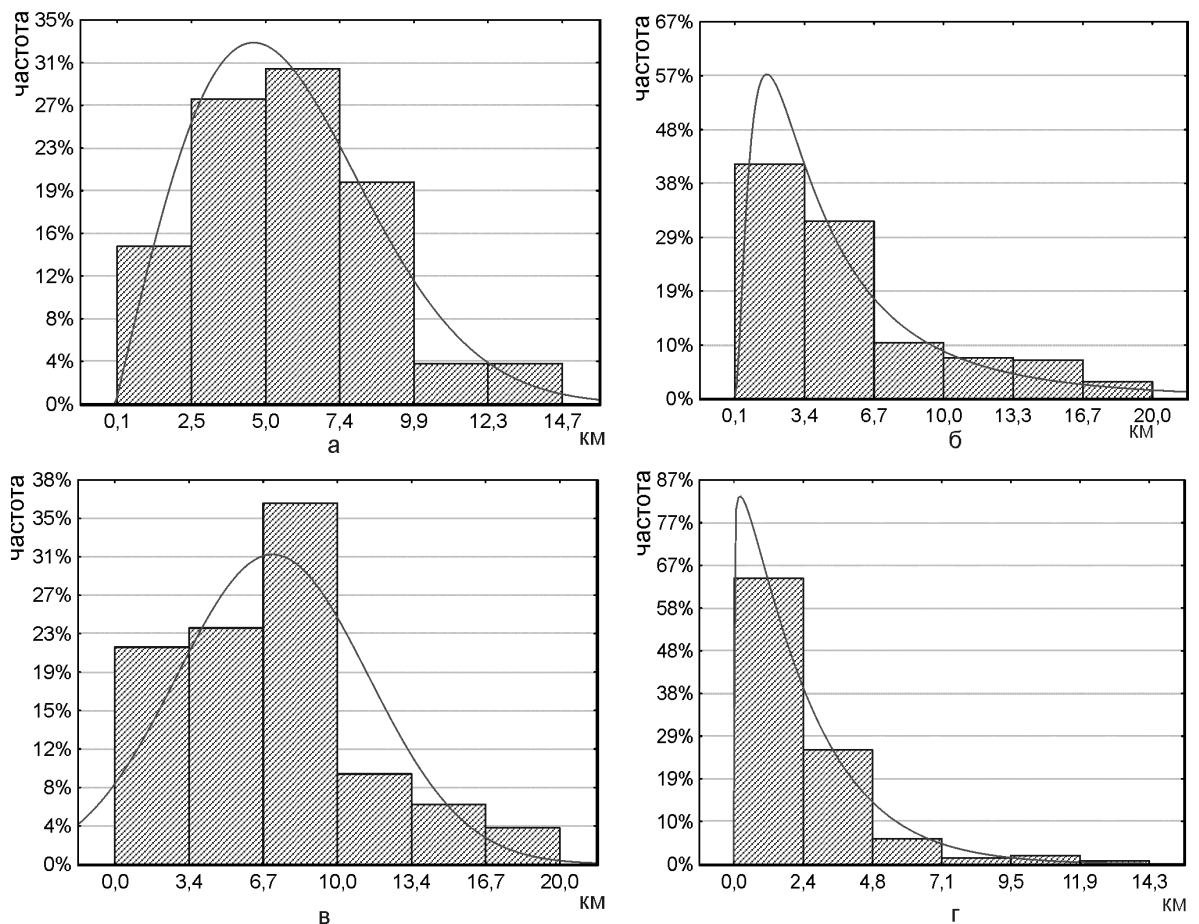
Регіональні розривні структури мають велику протяжність, значну глибину проникнення і характеризуються тривалим розвитком. На земній поверхні глибинні розломи виражені потужними зонами тріщинуватості, розсланцювання, дроблення, мілонітизації, складчастості; вони часто супроводжуються проявами інтрузивного й ефузивного магматизму, інтенсивним метаморфізмом; в рельєфі, зазвичай, виділяються випрямленими ділянками долин рік, обривистими схилами гір. Розломи першого порядку обмежують літосферні плити. Розломи другого порядку є границями малих плит і мікроплит. До розломів третього порядку відносяться всі інші глибинні розломи.

Для простеження закономірностей поширення селевих явищ у природних зонах за допомогою аналітичного модуля ГІС визначено відстані від селів до наведених вище груп розломів.

Побудова гістограм розподілу розрахованих відстаней проводилася після відбракування ураганих значень шляхом встановлення трисигмових меж. Встановлення відповідності певному теоретичному закону розподілу виконувалось за K-C d критерієм (критерій Колмогорова-Смірнова) (табл. 2).

Наведені на рис. 3 гістограми та відповідні їм криві розподілу густини ймовірності вказують на існування закономірностей у розподілах, що виявляється у підпорядкованості значень статистичним законам. Таким чином, при прогнозуванні просторового розвитку осередків виникнення селів є доцільним врахування виявлених закономірностей.

Для простеження закономірностей просторової орієнтації селевих водотоків відносно тектонічних розломів побудовано пелюсткову діаграму розподілу експозицій схилів з селевими водотоками по восьми румбах. З рисунка 4 видно, що більшість схилів з селевими водотоками мають південно-західну і північно-східну експозиції. Враховуючи простягання тектонічних розломів з північного-заходу на південний-схід можна зробити висновок, що більшість селевих водотоків їм геометрично перпендикулярні. Таким чином, при виявленні потенційних селевих водотоків більшу ймовірність селене-



Розломи: а) регіональні; б) I порядку; в) II порядку; г) III порядку

Рисунок 3 – Розподіл кількості селевих осередків залежно від відстані до тектонічних розломів

безпеки потрібно надавати водотокам схилів, які мають південно-західну та північно-східну експозицію.

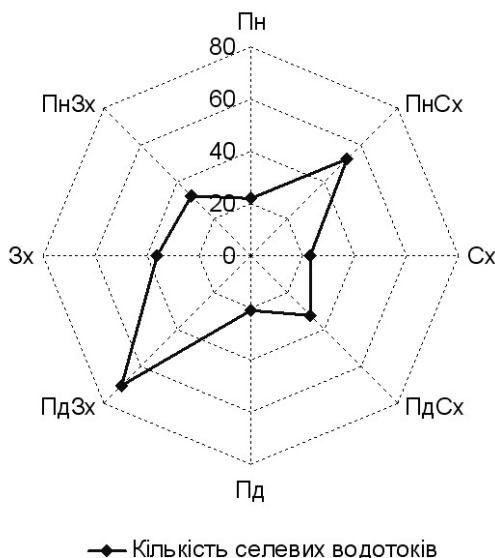


Рисунок 4 – Діаграма кількості селевих водотоків на схилах відповідних експозицій

Отримані результати досліджень доводять безпосередній вплив тектонічної будови території на просторовий розподіл селевих осеред-

ків. У комплексі з іншими факторами впливу виявлені закономірності доцільно використовувати при створенні геоінформаційної системи просторово-часового прогнозування розвитку селів Карпатського регіону.

**Висновки**

Інтенсифікація селевих процесів унаслідок затяжних зливових дощів і повеней останніх років зумовила доцільність детального вивчення особливостей поширення осередків сходження селів. Крім гідрометеорологічних факторів, які діють за принципом “спускового гачка”, геологічні, геоморфологічні і тектонічні особливості території зумовлюють її здатність до формування селів.

У статті проаналізовано розподіл селевих осередків по тектонічних зонах Карпатського регіону. Проведені дослідження доказали існування закономірностей поширення селевих осередків за певних тектонічних умов. Результати розрахунку ураженості території тектонічних зон селепроявами вказали на найбільш уражені Кросненську зону, Поркулецький, Рахівський і Дуклянський покриви Зовнішніх Карпат, Крайову зону Закарпатського прогину. Аналізом тектонічно-морфологічних особливостей цих елементів території пояснено виявлену локалізацію селевих осередків.

Проведено статистично-метричний імовірнісний аналіз, який виявив закономірності поширення осередків селесходження в залежності від відстані до тектонічних розломів. А також простежено просторову орієнтацію селевих водотоків відносно тектонічних розломів. Виявлено, що більшість з них геометрично перпендикулярні розломам.

Результати досліджень у подальшому будуть використані при побудові просторово-часової прогнозної моделі виникнення селів.

### **Література**

1 Прогноз гідрометеорологічних умов та тенденції виникнення надзвичайних ситуацій у березні 2010 року. [Електронний ресурс]: за даними Міністерства надзвичайних ситуацій України. / Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/opinfo/4998.html>

2 Будз М. Геолого-геоморфологічна класифікація селевих потоків / М. Будз, І. Ковальчук // Вісник Львів. Ун-ту. – 2008. – № 35. – С. 28-33. – Серія геогр.

3 Методическое руководство по комплексному изучению селей: под ред. М.В. Чуринова, А.И. Шеко. – М.: Недра, 1971. – 164 с.

4 Олиферов А.Н. Селевые потоки в Крыму и Карпатах: научное издание / А. Н. Олиферов. – Симферополь: Доля, 2007. – 175 с.

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

6 Лапердин В.К. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна / Лапердин В.К., Тржцинский Ю. Б. – Новосибирск: Наука, 1977. – 103 с.

7 Крохмаль А.Г. Факторы развития селевых явлений в бассейнах рек Кубани и Кумы / А.Г. Крохмаль, С.В. Панова, В.В. Хворостов // Научная мысль Кавказа. – 2001. – № 1(17). – С. 15-21.

8 Виноградов Ю. Б. Этюды о селевых потоках / Ю. Б. Виноградов – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 144 с.

9 Флейшман С.М. Селеопасные районы Советского союза / С.М. Флейшман, В.Ф. Перов. – М.: Узд-во Моск. Ун-та., 1976. – 308 с.

10 Шеко А.И. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов. / А.И. Шеко, В.С. Круподеров – М.: Недра, 1984. – 138 с.

11 Адаменко О.М. Основы экологической геологии / О.М. Адаменко, Г.И. Рудько – К.: Манускрип, 1995. – 348 с.

12 Геодинамика Карпат: под ред. С.С.Круглова. – К.: Наукова думка, 1986. – 255 с.

13 Габчак Н.Ф. Вплив геолого-тектонічних чинників на стан геоморфосфери Закарпатської області // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2009. – №20. – С. 23–27.

14 Кузьменко Э.Д. Универсальный алгоритм прогнозирования экзогенных геологических процессов / Э.Д. Кузьменко: Матеріали VIII Міжнар. наук. конф. “Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища”, (Київ, 2007 р.) – К.: Київський національний університет, 2007. – С. 16–17.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
05.05.11*

*Рекомендована до друку професором  
Е.Д. Кузьменком*