

carried out and allowable errors were calculated. The methodology of estimation changes shown above characteristics of the independent period was tested and the effectiveness of the methodology was identified. It was identified that in most cases the proposed methodology of forecast for the Southern Bug River Basin is good and effective.

Keywords: thermal regime, ice regime, calculated dependence, methods of assessment.

Надійшла до редколегії 06.04.2017

УДК: 551.435.2

Сурай К.С. , Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕВИХ БАСЕЙНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ: СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

Ключові слова: Українські Карпати, селі, селевий потік, селевий басейн, характеристики селів, особливості територіального розповсюдження селів.

Вступ. Українські Карпати є одним з найбільших селенебезпечних районів не лише України, а і Європи. Вивчення селевих потоків (паводків) – причин їх виникнення, умов формування, аналіз та узагальнення характеристик селів та їх небезпечних проявів, територіального розповсюдження – є дуже важливим та одним із найскладнішим питанням гідрології. Адже *селевий потік (паводок) або сель* – це швидкоплинний та короткочасний потік води з великим вмістом наносів, пухкоуламкового матеріалу, що має руйнівну силу і характеризується раптовістю виникнення. Тобто, їх формування є доволі небезпечним і часто катастрофічним, а це завдає шкоди не лише навколишньому природному середовищу, а й населенню, інфраструктурі, сільському господарству.

Дослідженнями селів у Карпатах займались Айзенберг М.М. [1-3, 16], Оліферов А.М. [9], Яблонський В.В. [2, 15-17], Лундін С.М. [3, 6], Тіщенко О.С. [13-14], Грищенко В.Ф. [4, 12, 18], Маслова Т.В. [4], Сусідко М.М. [11, 12, 18], Лук'янець О.І. [4, 11], Щербак А.В. [4, 18],

Мета роботи – статистичний аналіз основних характеристик селевих потоків та їх басейнів, взаємозв'язки між ними та особливості просторового розповсюдження селевих явищ в Українських Карпатах.

Вихідні дані. Дослідження проведено на основі багаторічних даних експедиційних робіт та досліджень Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту, гідрометеорологічних даних мережі станцій і постів Карпатського регіону, відомостей від організацій автошляхового та лісового господарств про наслідки проходження селевих потоків (паводків) [12].

Банк даних для дослідження та статистичного аналізу складається з шести характеристик селевих потоків та їх басейнів – площі водозборів, середньозважені похили місцевості, відмітки найвищих точок басейнів, середні похили селевих русел, їх довжини, висотні відмітки замикаючих створів і в межах території Українських Карпат загалом було використано дані з 421 селевого басейну [12].

Українські Карпати поділяються на три селенебезпечні райони: північно-західний (басейн Дністра), південно-східний (басейни річок Прут та Сірет) та південно-західний (басейн Тиси) [5, 11, 12].

Для північно-західного Карпатського селенебезпечного району (басейн

Дністра) статистичні сукупності склали по кожній з характеристик селів – 85 випадків, для південно-східного (басейни річок Прут та Сірет) – 143 та для південно-західного (басейн Тиси) – 193.

Отримані результати та їх обговорення. Для статистичного аналізу характеристик селевих потоків та їх басейнів були побудовані гістограми частот їх величин, що можна тлумачити як ймовірність попадання в заданий інтервал (повторюваність) [8]. Гістограми частот досліджуваних характеристик селевих потоків та їх басейнів для трьох селенебезпечних районів Українських Карпат подано на рис. 1-3.

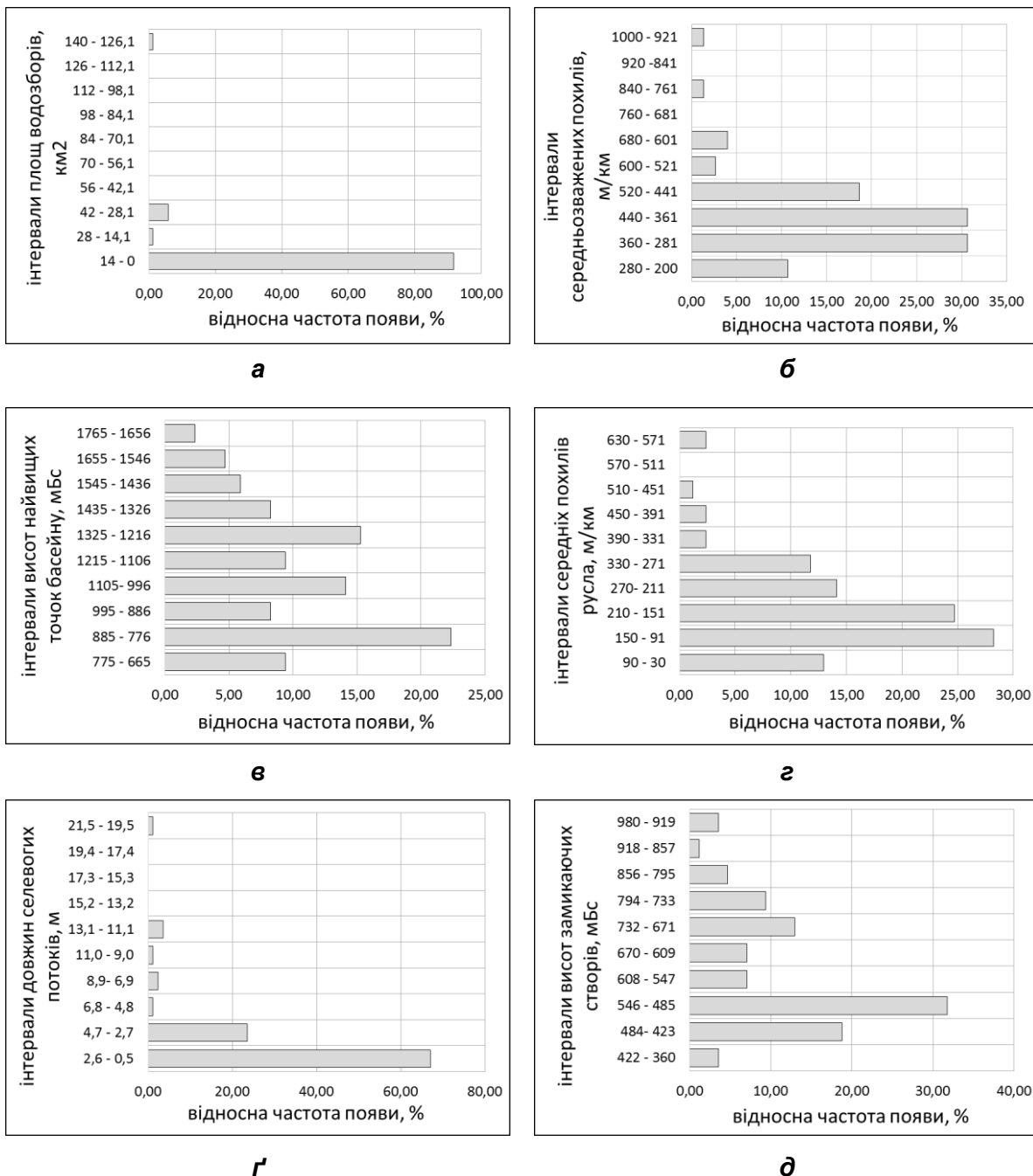
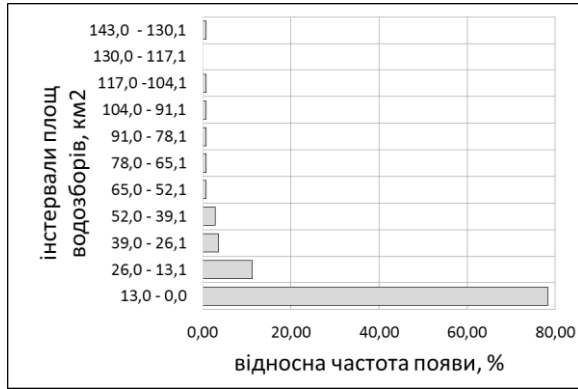
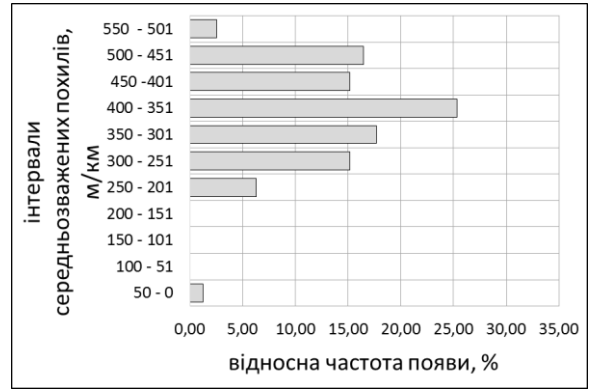


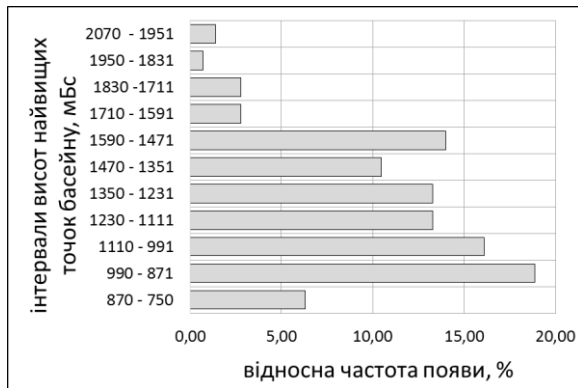
Рис.1. Гістограми розподілу характеристик селевих басейнів у північно-західному селенебезпечному районі (басейн р. Дністер): **а** – площ водозборів, км²; **б** – середньозважених похилів, м/км; **в** – висот найвищих точок басейну, мБс; **г** – середніх похилів русла, м/км; **д** – висот замикаючого створу, мБс



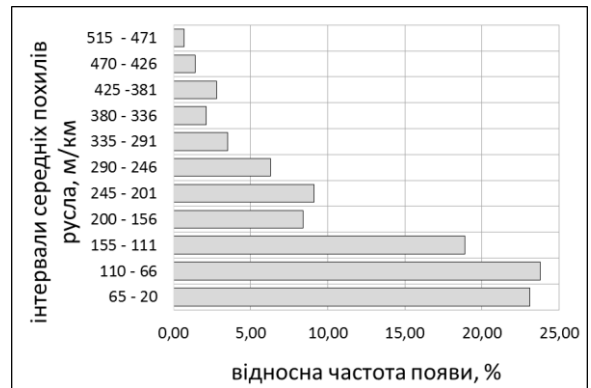
а



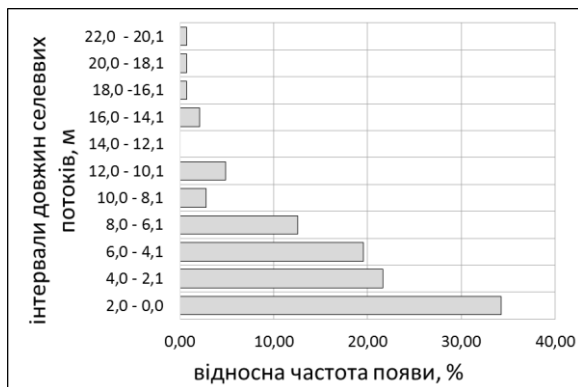
б



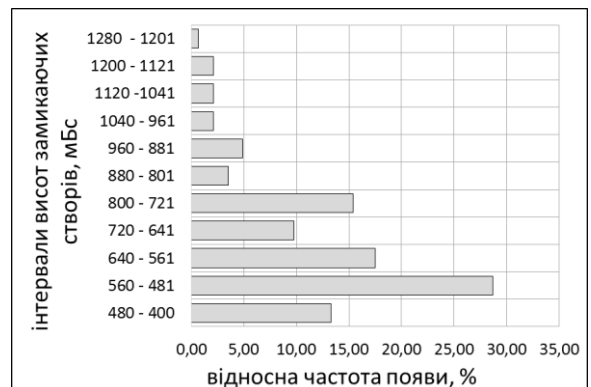
в



з



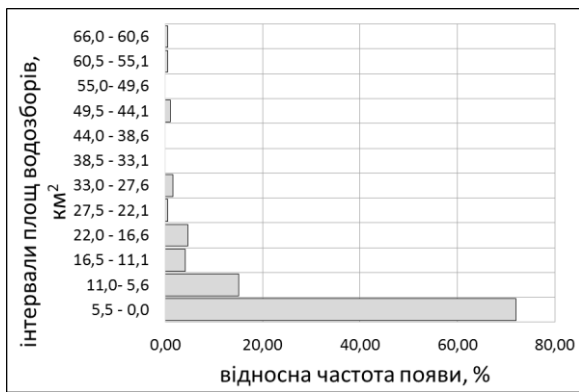
р



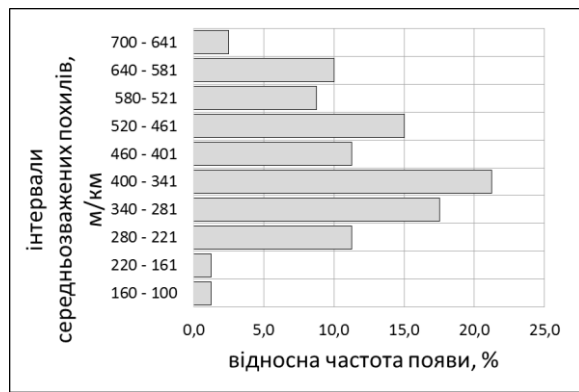
д

Рис. 2. Гістограми розподілу характеристик селевих басейнів у південно-східному селенебезпечному районі (басейни річок Прут та Сірет): **а** – площ водозборів, км²; **б** – середньозважених похилів, м/км; **в** – висот найвищих точок басейну, мБс; **з** – середніх похилів русла, м/км; **р** – довжин селевих потоків, км; **д** – висот замикаючого створу, мБс

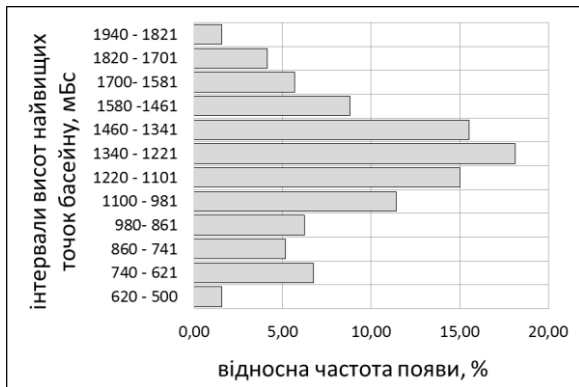
На основі аналізу отриманих гістограм частот характеристик селевих потоків та їх басейнів, можна виокремити найхарактерніші значення величин селевих потоків та осередків в селенебезпечних районах Українських Карпат (таблиця 1).



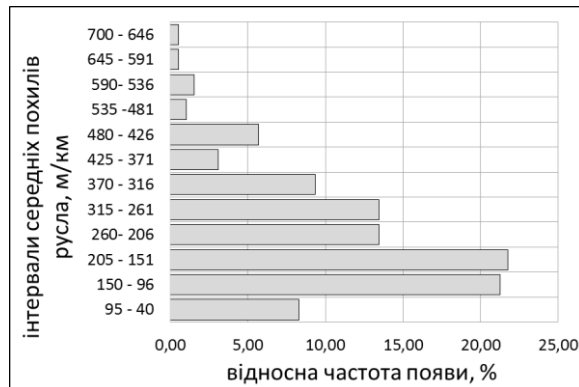
а



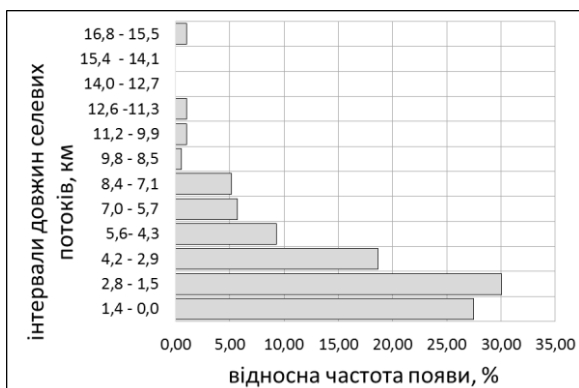
б



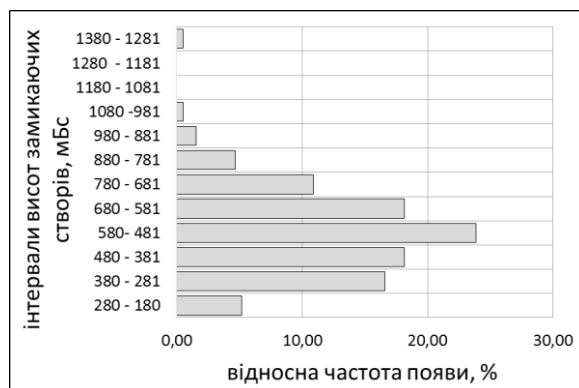
в



з



р



д

Рис.3. Гістограми розподілу характеристик селевих басейнів у південно-західному селебезпечному районі (басейн р. Тиса): **а** – площ водозборів, км²; **б** – середньозважених похилів, м/км; **в** – висот найвищих точок басейну, мБс; **з** – середніх похилів русла, м/км; **р** – довжин селевих потоків, км; **д** – висот замикаючого створу, мБс

Для дослідження взаємозалежності характеристик селевих потоків та їх басейнів побудовано кореляційні зв'язки між ними. Досліджувані характеристики поєднані параметрами простору: селеві басейни мають різне територіальне розташування з різними висотами, похилами місцевості та руслами річок, площами басейнів тощо.

Таблиця 1. Найхарактерніші для Українських Карпат значення характеристик селевих потоків та їх басейнів

Найхарактерніше значення характеристики селевого потоку та його басейну					
Площа водозбору, км ²	Середньо-зважений похил, м/км	Висота найвищих точок басейну, мБс	Середній похил селевого русла, м/км	Довжина селевого потоку, км	Висота замикаючого створу, мБс
<i>Північно-західний селенебезпечний район (басейн Дністра)</i>					
до 14	280–440	775–885	90–210	0,5–2,5	485–545
<i>Південно-східний селенебезпечний район (басейни Пруту, Сірету)</i>					
до 13	350–400	870–990	20–110	до 2,0	480–560
<i>Південно-західний селенебезпечний район (басейн Тиси)</i>					
до 5,5	280–400	1000–1450	95–205	до 3,0	380–680

За результатами побудов наступних залежностей:

- 1) довжина селевого потоку ↔ висота замикаючого створу ($D_{cp}=f(BB_{zc})$);
- 2) довжина селевого потоку ↔ площа водозбору ($D_{cp}=f(P_v)$);
- 3) довжина селевого потоку ↔ середній похил селевого русла ($D_{cp}=f(CP_{cp})$);
- 4) площа водозбору ↔ середньозважений похил місцевості ($P_v=f(C_{zv}P_m)$);
- 5) площа водозбору ↔ висота найвищих точок басейну ($P_v=f(BB_{ntb})$),

можна констатувати, що залежності між характеристиками селевих потоків та їх басейнами переважно виражені у вигляді нелінійних зв'язків.

Найбільш тісний зв'язок (табл. 2) спостерігається між такими характеристиками як довжина селевого потоку і площа водозбору, довжина селевого потоку і середній похил селевого русла.

Таблиця 2. Залежності між характеристиками селевих потоків та їх басейнів і їх оцінка для селенебезпечних районів Українських Карпат

Вид залежності	Північно-західний селенебезпечний район (басейн Дністра)	Південно-східний селенебезпечний район (басейни Пруту, Сірету)	Південно-західний селенебезпечний район (басейн Тиси)
	Кореляційні відношення		
$D_{cp}=f(BB_{zc})$	0,04	0,13	0,1
$D_{cp}=f(P_v)$	0,96	0,97	0,78
$D_{cp}=f(CP_{cp})$	-0,64	-0,78	-0,71
$P_v=f(C_{zv}P_m)$	0,25	0,3	0,23
$P_v=f(BB_{ntb})$	0,44	0,4	0,65

Примітка: D_{cp} – довжина русла селевого потоку, км; BB_{zc} – висотна відмітка замикаючого створу, мБс; P_v – площа водозбору, км²; CP_{cp} – середній похил селевого русла, м/км; $C_{zv}P_m$ – середньозважений похил місцевості, м/км; BB_{ntb} – висотна відмітка найвищої точки басейну, мБс.

Для просторового уявлення про розповсюдження селевих басейнів побудовано карту трьох селенебезпечних районів Українських Карпат (басейни Дністра, Тиси і Пруту, Сірету), на якій видно території найбільш щільного розташування селів (рис. 4).

Карту побудовано в ГІС за допомогою пакету програм ArcGIS та використання даних географічних координат замикаючих створів селевих потоків.

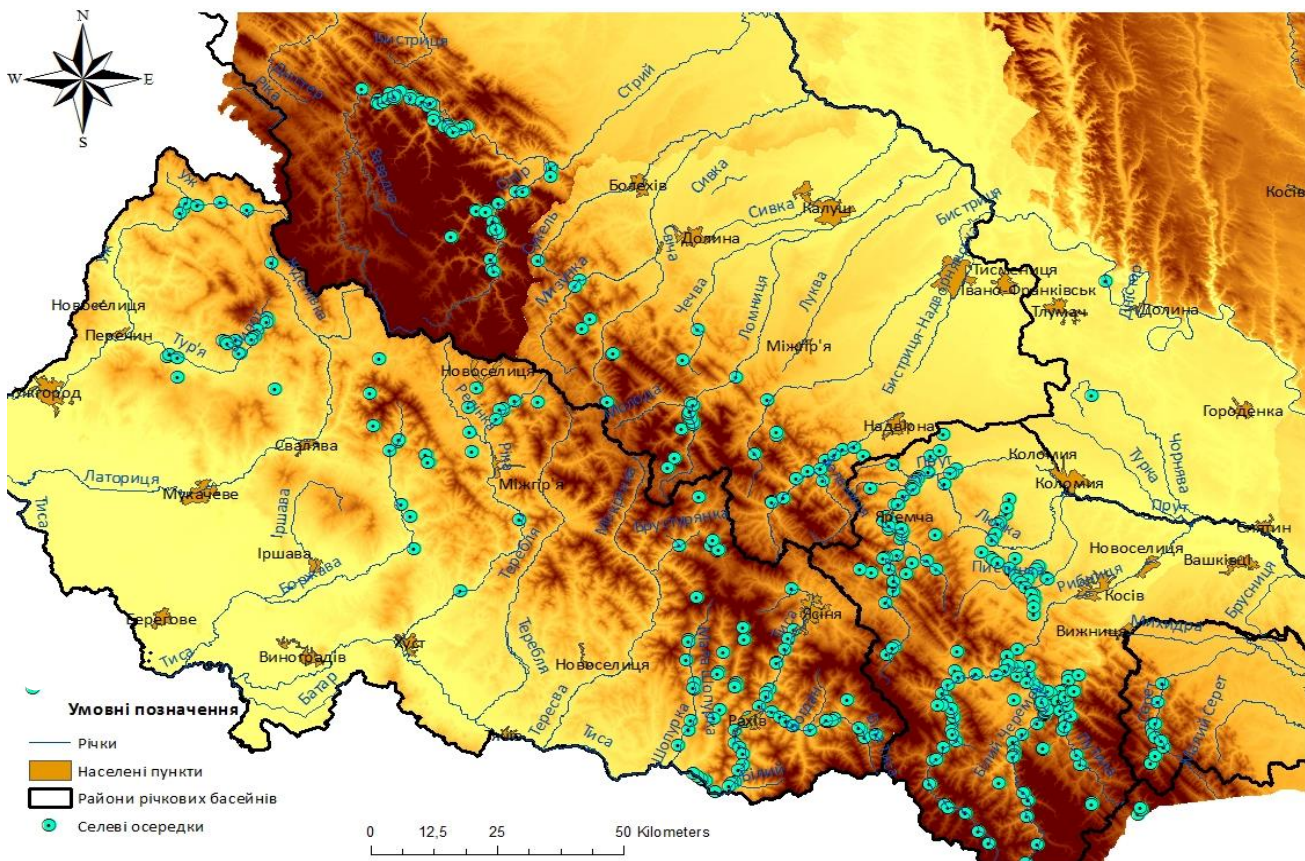


Рис. 4. Карта просторового розповсюдження селевих осередків в Українських Карпатах

Висновки. Українські Карпати є одним з найбільших селенебезпечних регіонів України. 65-80% припадає на водно-кам'яні, 20-35% на грязе-кам'яні селі. Основною причиною утворення селів в Українських Карпатах є дощі та зливи і наявність пухкоуламкового матеріалу.

На території північно-західного селенебезпечного району (басейну Дністра) найбільш повторюваними є селеві паводки з невеликими, до 14 км², площами басейнів; на місцевостях із порівняно незначними середньозваженими похилами – від 280 до 440 м/км; у басейнах з висотами від 775 до 885 мБс; у руслах із незначними середніми похилами від 90 до 210 м/км; з невеликими довжинами – від 0,5 до 4,5 км; із замикаючим створом на висотах від 485 до 545 мБс.

У басейнах річок Пруту та Сірету (південно-східний селенебезпечний район) найбільш ймовірна поява селі з площами водозборів до 13 км²; середньозваженими похилами місцевостей в межах від 350 до 400 м/км; висотами розташування басейнів від 870 до 990 мБс; середніми похилами русел від 20 до 110 м/км; довжинами селевих потоків до 2 км та висотами розташування замикаючих створів селевих потоків від 480 до 560 мБс.

У південно-західному селенебезпечному районі (басейн р. Тиса) найбільш повторюваними є селеві потоки з площами басейнів до 5,5 км²; середньозваженими похилами місцевості від 280 до 400 м/км; максимальними висотами 1000–1450 мБс; середніми похилами русел від 95 до 205 м/км; довжиною селевих потоків до 3 км та замикаючими створами селевих потоків на висотах від 380 до 680 мБс.

Взаємозв'язок між окремими характеристиками селевих потоків та їх басейнів дали наступні результати: зв'язок є добрим та задовільним для двох пар характеристик – довжина та площа водозбору (кореляційні відношення $r = 0,96$ для

басейну Дністра, $r = 0,97$ для басейнів Пруту і Сирету та $r = 0,78$ для басейну Тиси), довжина та середній похил селевого потоку (кореляційні відношення $r = 0,64$ для басейну Дністра, $r = 0,78$ для басейнів Пруту і Сирету та $r = 0,71$ для басейну Тиси). Зв'язок між першою парою характеристик є прямим, а між другою – оберненим.

На основі побудованої карти просторового розповсюдження селевих осередків в Українських Карпатах можна виокремити підрайони найщільнішого їх розташування. У північно-західному селенебезпечному районі (басейн Дністра) найщільніше їх розташування знаходиться у верхів'ях р. Стрий (права притока Дністра), а також в середній і нижній частині р. Опір (права притока Стрия). Досить щільно селеві осередки розташовані і у верхів'ях річки Лімниця (притока Дністра) на ділянці річки між притоками Петрос і Молода. У південно-східному селенебезпечному районі (басейни Прута і Сирета) – верхів'я р. Прут до впадіння приток Красний і Кобилиця, межиріччя верхів'їв правих приток Пруту – Рибниця і Пістинька, Пістинька і Лючка, Лючка і Сопівка (притока Лючки), русло Білого Черемошу та Чорного Черемошу (річки, що з'єднуючись, утворюють р. Черемош – праву притоку Прута), а також їхніх приток, русло р. Сирет на ділянці між лівими притоками Звариш та Лопушна. У південно-західному селенебезпечному районі (басейн Тиси) – верхів'я річки Шипоти (притока Тур'ї, правої притоки Тиси), по всій довжині р. Біла Тиса, трохи менше селевих осередків у р. Косовська (права притока р. Тиса) і на ділянці між цими двома притоками.

Список літератури

1. Айзенберг М.М. О роли природных и антропогенных факторов в селеобразовании в Украинских Карпатах. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1972. – Вып.119. – С. 84-94.
 2. Айзенберг М.М. Селевые очаги в Украинских Карпатах / М.М. Айзенберг, С.М. Лундин, А.С. Семенихина, В.В. Яблонский. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1978. – Вып.162. – С. 64-70.
 3. Айзенберг М.М. Некоторые особенности селеобразования западной части Полонинского хребта в Украинских Карпатах / М.М. Айзенберг, М.Н. Гладкий, С.М. Лундин, А.С. Семенихина. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1980. – Вып. 183. – С. 80-87.
 4. Грищенко В.Ф. Селеві явища на території Карпат / В.Ф. Грищенко, Т.В. Маслова, О.І. Лук'янець, А.В. Щербак. – Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Стихійні явища у Карпатах" – Рахів. – 1999. – С. 98-105.
 5. Загальна гідрологія: підручник/ Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Гребінь В.В. та ін. – К.: ВЦ «Київський університет». – 2008. – 399 с.
 6. Лундин С.М. Сели. // В кн.: «Тепловой и водный режим Украинский Карпат» - Л.: Гидрометеиздат. – 1985. – с. 263-274.
 7. Лундин С.М. Некоторые особенности селевых очагов в Украинских Карпатах / С.М. Лундин. - Труды УкрНИИ Госкомгидромета – 1983. – вып. 194. – С. 122-127.
 8. Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» для студентів географічного факультету/ упоряд. О.І. Лук'янець. – К.: ВЦ Київський університет». – 2010. – 60 с.
 9. Оліферов А.М. Нові дані про селепрояви у Карпатах. // В кн. Селі України. – Київ: Наукова думка. – 1966. – с. 34-41.
 10. Оліферов А.М. Карпаты, Крым // В кн.: Селеопасные районы Союза. – М.: МГУ. – 1976. – С. 15-42.
 11. Сусідко М.М. Методичні засади ймовірного прогнозування селевих явищ в Українських Карпатах / М.М. Сусідко, О.І. Лук'янець. – Наукові праці УкрНДГМІ. – 1999. – Вип.247. – С. 114-124.
 12. Сусідко М.М., Грищенко В.Ф. Створення систем прогнозування селевих явищ у басейнах Тиси, Прута і Дністра (заключний). – Том 4: Звіт про науково-дослідну роботу. – 2005. – 40 с.
 13. Тищенко О.С. Водно-физические свойства селеформирующих грунтов Карпат / О.С. Тищенко, С.М. Лундин. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1988. – Вып.231. – С. 92-102.
 14. Тищенко О.С. Оценка гранулометрического состава селеформирующих грунтов и отложений селевых потоков Карпат и Крыма // Инженерная геология № 3. - М. 1992. - С.52-57.
 15. Яблонский В.В. Об особенностях развития селевого склона и механизмах формирования селей в Карпатах / В.В. Яблонский. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1972. – Вып. 135. – С. 64-83.
 16. Яблонский В.В. Селевые потоки в бассейне Тисы и их количественные характеристики / В.В. Яблонский, М.М. Айзенберг, С.А. Игнатенко, Е.В. Хлоева. – Труды
- Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2017. – Т.2(45)

УкрНИИ Госкомгидромета. – 1976. – Вып. 143. – С. 155-161. **17. Яблонский В.В.** Статистические характеристики жидких осадков в горных районах Украины / В.В. Яблонский, Н.Ф. Василенко, А.В. Дезирон, С.И. Луценко. – Труды УкрНИИ Госкомгидромета. – 1982. – Вып.190. – С. 109-119. **18. Gryshchenko V.** Murgangerscheinungen im Karpaten-Gebitt / V.Gryshchenko, M.Sosedko, A. Shcherbak. – XX Konferenz der Donauländer. – Bratislava (Slowakei). – 2000. – Kompakt-Disk – Kurzfassungen. – s.29.

Основні характеристики селевих басейнів Українських Карпат: статистичний аналіз та особливості їх територіального розповсюдження

Сурай К.С., Лук'янець О.І.

У статті наведено статистичний аналіз основних характеристик селевих потоків та їх басейнів (площі водозборів, середньозважені похили місцевості, відмітки найвищих точок басейнів, середні похили селевих русел, їх довжини, висотні відмітки замикаючих створів) для трьох селенебезпечних районів Українських Карпат (басейни Дністра, Пруту та Сирету, Тиси). Встановлено взаємозв'язки між досліджуваними характеристиками. Побудовано карту просторового розповсюдження селевих явищ в Українських Карпатах.

Ключові слова: Українські Карпати, селі, селевий потік, селевий басейн, характеристики селів, особливості територіального розповсюдження селів.

Основные характеристики селевых бассейнов Украинских Карпат: статистический анализ и особенности их территориального распространения

Сурай К.С., Лукьянец О.И.

В статье приведен статистический анализ основных характеристик селевых потоков и их бассейнов (площади водосборов, средневзвешенные уклоны местности, отметки высоких точек бассейнов, средние уклоны селевых русел, их длины, высотные отметки замыкающих створов) для трех селеопасных районов Украинских Карпат (бассейны Днестра, Прута и Сирета, Тисы). Установлены взаимосвязи между исследуемыми характеристиками. Построено карту пространственного распространения селевых явлений в Украинских Карпатах.

Ключевые слова: Украинские Карпаты, сель, селевой поток, селевой бассейн, характеристики селей, особенности территориального распространения селей.

The main characteristics of the mudflow basins of the Ukrainian Carpathians: statistical analysis and peculiarities of their territorial distribution

Surai K., Lukyanets O.

The area of Ukrainian Carpathians is one of the largest mudflow dangerous regions of Ukraine. The article presents a statistical analysis of the main characteristics of mudflows and their basins (catchment areas, weighted average slopes of the area, marks of the highest points of the basins, average slopes of the mudflow channels, their length, elevation marks of the locking sections) for three mudflow dangerous areas of the Ukrainian Carpathians (the basins of Dniester, Prut and Siret, Tisa). In general, there were used data-out of 421 units of mudflow basins on the area of Ukrainian Carpathians. For the northwestern Carpathian Mudflow Dangerous Area (Dniester basin) statistical totality is 85 attributes for each of the mudflow characteristics, for the southeastern (Prut and Siret basins) is 143 and for the southwest (Tisa basin) is 193.

There were found the correlations between the studied characteristics. The correlation is good and satisfactory for two pairs of characteristics - the length and the catchment areas (correlation ratios $r = 0.96$ for the Dniester basin, $r = 0.97$ for the Prut and Siret basins and $r = 0.78$ for the Tisa basin), the length and the average slope of the mudflow (correlation ratios $r = 0.64$ for the Dniester basin, $r = 0.78$ for the Prut and Siret basins and $r = 0.71$ for the Tisa basin). The correlation between the first pair of characteristics is direct, and between the second one is inverse.

There was built the map of the territorial distribution of the mudflows phenomena on the area of the Ukrainian Carpathians. The map became a base for the allocation of zones with their densest locations.

Keywords: Ukrainian Carpathians, mudflow, mudflow basin, characteristics of mudflows, peculiarities of territorial distribution of mudflows.

Надійшла до редколегії 21.04.2017