

## СЕЛЕВІ ЯВИЩА НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ І ГІРСЬКОГО КРИМУ

**Куковський А.Г.**, к.т.н., доцент,

**Кизима В.П.**, к.т.н., доцент,

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

ankukovskij@i.ua

**Семчук П.П.**, к.т.н., доцент,

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Анотація.** Тотальне знищення заповідних карпатських лісів, зміна клімату останніх десятиліть викликає деградацію гірського заледеніння. На цьому тлі в доступному для огляду майбутньому можна очікувати збільшення частоти і енергетики селевих процесів, особливо пов'язаних з парагляціальною обстановкою. У статті розглядаються основні поняття та причини розвитку селевих потоків, які виникають на гірських річках Українських Карпат і гірського Криму внаслідок рясного танення снігів і дощів. Приведені класифікація типів селевих потоків, розглянути особливості селевих явищ, а також заходи протидії наслідкам селевих процесів..

**Ключові слова:** селі, руслові селі, схиліві селі, захист від селевих процесів.

## СЕЛЕВЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНСКИХ КАРПАТ И ГОРНОГО КРЫМА

**Куковский А.Г.**, к.т.н., доцент,

**Кизима В.П.**, к.т.н., доцент,

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно*

ankukovskij@i.ua

**Семчук П.П.**, к.т.н., доцент,

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**Аннотация.** Тотальное уничтожение заповедных карпатских лесов, изменение климата последних десятилетий вызывает деградацию горного оледенения. На этом фоне в обозримом будущем можно ожидать увеличения частоты и энергетики селевых процессов, особенно связанных с парагляциальной обстановкой. В статье рассматриваются основные понятия и причины развития селевых потоков, которые возникают на горных реках Украинских Карпат и горного Крыма вследствие обильного таяния снегов и дождей. Приведены классификация типов селевых потоков, рассмотрены особенности селевых явлений, а также меры противодействия последствиям селевых процессов.

**Ключевые слова:** сели, русловые сели, склоновые сели, защита от селевых явлений.

## MUDFLOW PHENOMENA ON THE TERRITORY OF UKRAINIAN CARPATHIAN MOUNTAINS AND CRIMEAN MOUNTAINS

**Kukovsky A.G.**, PhD., Assistant Professor,

**Kizima V.P.**, PhD., Assistant Professor,

*National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne*

ankukovskij@i.ua

**Abstract.** The article deals with the main concepts and reasons of mudflows that occur in the mountain rivers of the Ukrainian Carpathian Mountains and Crimean mountains due to the intense snowmelt and rainfall. Classification types of mudflows were presented, mudflow phenomena features and countermeasures of mudflow influence were examined. The main factors in the mudflows formation are physical and geographic features: topography, geology, lithology, meteorological characteristics, type of soil and vegetation, economic activity. Carpathian area has medium degree of mudflow activity. The removals volume of mudflows are mostly small. The main circumstances in river basins in Ukrainian Carpathian Mountains and Crimean mountains territory are: potential possibility of an intensive slope and channel flow as a result of intense precipitation in the form of rain or heavy snowmelt; sufficient amount of loose rock in the mudflow basins presence; mudflow channels and adjacent slopes inclination presence that provides the possibility of shift and further mudflow transportation. Protective structures construction, mudflow basins melioration, environmental management – all these reduce mudflow processes activity, thus, changing the mudflow regime. Logging regulation in Ukrainian Carpathian Mountains in the second half of the 20th century led to intensive decrease of the mudflow process. A similar effect was slopes terracing in good condition with plantations in the mountain part of the Crimea. Thus, measures implementation of protection against mudflows, reducing the level of mudflow activity, alters the mudflow regime. These changes are manifested in the frequency decrease and removals volumes of mudflows. This excludes the possibility of the large catastrophic mudflows occurrence.

**Keywords:** mudflow, channel mudflows, slope mudflows, protection against mudflow phenomena.

**Вступ (постановка проблеми).** Тотальне знищення заповідних карпатських лісів, зміна клімату останніх десятиліть викликає деградацію гірського заледеніння. На цьому тлі в доступному для огляду майбутньому можна очікувати збільшення частоти і енергетики селевих процесів, особливо пов'язаних з парагляціальною обстановкою.

Перетворення територій зі складними інженерно-геологічними умовами в зони відпочинку, спорту, розваг викликає необхідність проведення значного комплексу заходів з інженерної підготовки.

У цих надзвичайних ситуаціях, питання регіонального формування селів, визначення їх об'єму та руйнівної сили, наукове прогнозування економічних втрат, необхідність розробки методики розрахунку характеристик селів в умовах зміни регіонального клімату внаслідок глобального потепління, потребує вивчення цього явища, що дозволяє в максимально короткі терміни запобігти катастрофі і нормалізувати роботу протиселевої системи.

Актуальність вивчення селевої проблеми на державному рівні зростає в зв'язку з розширенням масштабу економічного розвитку селенебезпечних територій і зміни впливів природно-кліматичних, антропогенних факторів (тотальне знищення заповідних карпатських лісів, перевипас, наслідки гірничодобувного виробництва, транспортного та цивільного будівництва) в 21 столітті.

**Аналіз публікацій.** Фундаментальні теоретичні, методологічні і практичні розробки зародження, розвитку та боротьби з селевими потоками знайшли відображення в роботах багатьох вітчизняних і закордонних учених, зокрема, Будза М.Д., Коротуна А.М. [1], Виноградова Ю.Б. [2], Гагошидзе М.С. [3], Квасова Т.І. [4], Флейшмана С.М., Перова В. Ф. [5-7], Шеко А.И. [8] та інших. За результатами досліджень були опубліковані фундаментальна праця [9], нормативні документи [10, 11]. Значним проривом у розвитку селеведення є робота [12], яка встановлює нову сучасну парадигму науки про селі. В Україні основним нормативним документом, який регламентує захист від небезпечних геологічних процесів діє ДБН В.1.1-24:2009 [13].

В цих роботах розглядаються багато цікавих аспектів, пов'язаних з геологічними, гідрологічними та гідротехнічними факторами формування зсувів, селевих потоків і питання їх оцінки; деякі особливості будови селевих відкладень, вплив селевих потоків на споруди; запропоновані конструкції та основи проектування проти селевих споруд, але у цих роботах не був достатньо висвітлений вплив особливостей формування селів в умовах Українських Карпат та гірського Криму.

**Теоретична та практична** важливість поставлених питань обумовлюють актуальність обраної теми дослідження.

**Мета статті** полягає у визначенні основних відомостей про селі, їх класифікацію, сучасну парадигму розвитку селеведення.

Відповідно до поставленої мети визначено та вирішено основні завдання дослідження:

- встановити короткі відомості про селі;
- розглянути особливості селевих явищ в Українських Карпатах та гірському Криму.
- окреслити заходи по зменшенню руйнівної сили селевих явищ.

**Виклад основного матеріалу.** Основними факторами в утворенні селів є фізико-географічні характеристики: рельєф, геологія, літологія, гідрометеорологічні особливості, вид ґрунтів та рослинності, господарська діяльність.

Сучасна парадигма селеведення рахує, що «селі слід розглядати як найважливіший природний механізм, переміщення пухких відкладень в гірських країнах з верхніх на нижні рівні накопичень» [12, с.54], «селі – потік суміші води і частинок гірських порід, в якому рух твердої складової обумовлено зміною її потенційної енергії» [12, с.54].

Головними умовами селеутворення у басейнах річок на території Українських Карпат та гірського Криму є: можливість виникнення інтенсивного схилового та руслового стоку внаслідок випадання значної кількості опадів у вигляді дощу або інтенсивного сніготанення; наявність у селевих басейнах достатньої кількості пухкої гірської породи; наявність такого нахилу селевих русел та прилеглих схилів, який забезпечує можливість зсуву та подальшого транспортування селевої маси (рис. 1) [13].

Селевий потік характеризується насиченістю твердим матеріалом, що складає 15-60 % та більше об'єму селю. Селеві паводки характерні для невеликих постійних та тимчасових водотоків і притаманні вони (за винятком рівчаково-балкових) гірським районам України – Карпатам та Криму.

**Селевий потік (сель)** – короткочасний грязьокам'яний потік, що складається з суміші води та пухкоуламкової породи. Розрізняють селеві потоки трьох типів: грязьові, грязьокам'яні та наносоводні. Велика кількість вологи провокує численні зсуви, які можуть перегороджувати ріки, приводити до скупчення великої кількості напіврідких мас з води, піску, гальки, землі, уламків скель і т. п. Селі мають величезну руйнівну силу.

Причинами виникнення селевих потоків майже завжди є сильні зливи, інтенсивне танення снігу та льоду, прорив гребель, а також землетруси та виверження вулканів. Виникненню їх сприяють і антропогенні фактори: несанкціонована вирубка лісів, яка в останні роки прийняла катастрофічний характер, деградація ґрунтів на гірських схилах, вибухи гірських порід при прокладанні доріг, роботи у кар'єрах.

За динамічними властивостями, співвідношенням ґрунтової маси і води селеві потоки підрозділяються на зв'язні (вся вода зв'язана дрібними частинками ґрунту; густина від 14 кН/м<sup>3</sup> до 22 кН/м<sup>3</sup>) і незв'язні (є вільна вода, густина від 11,5 кН/м<sup>3</sup> до 15,5 кН/м<sup>3</sup>). Зв'язні селеві потоки рухаються як в турбулентному, так і в ламінарному режимах залежно від вмісту глинистих частинок і швидкості руху. Режим руху селю (квазіламінарний, квазітурбулентний, «структурний») визначається щільністю селевий маси і її реологічними характеристиками, глибиною потоку і ухилом шляху руху.

Незв'язним селевим потокам властивий тільки турбулентний режим руху. Вид селів (зв'язні і незв'язні) необхідно враховувати при розрахунках протиселевих споруд і призначенні відповідних заходів. Класифікація типів селевих потоків по відношенню об'єму твердої речовини до об'єму суміші наведена в таблиці 1 [13].



Рис.1. Области селевої небезпеки в Українських Карпатах і гірському Криму [13]

Селевий басейн може бути поділений на три основні зони:

- Зона зародження – верхня частина басейну, представлена водозбірною лійкою або льодовиком, де формується сель. Це область крутих схилів і активного руйнування порід.
- Зона транзиту, займає середню і нижню частину басейну. В межах цієї частини здійснюється в основному транспортування селевих мас по руслу, але часто має місце додаткове живлення селю уламковим матеріалом і часткове відкладення селевих мас.
- Зона відкладення або розвантаження селю, розташовується звичайно в гирловій частині басейну, де ухили зменшуються, і енергія потоку падає. Тут утворюються скупчення уламкових мас селевого потоку у формі гряд, терас.

Таблиця 1 – Класифікація типів селевих потоків

Відношення об'єму твердої речовини до об'єму суміші	Переважаючі (>50% загального об'єму твердої фази) розміри уламків гірської породи	
	> 1мм	< 1мм
> 0,5	Грязьокам'яний	Грязьовий
< 0,5	Наносоводні	

За характером протіканні селі можна розділити на:

**Руслові селі.** Формуються у великих і середніх за площею селевих басейнах. Зазвичай це долини річок з виробленим поздовжнім профілем і розробленим руслом. У них формуються селі найрізноманітнішого походження – внаслідок злив, інтенсивного танення снігу, прориву озер, зриву зсувів або при поєднанні цих причин.

**Схиллові селі.** Зароджуються в ерозійних врізах на схилах гір. Для них характерні незначні площі басейнів, круті ухили, відсутність постійних водотоків, невироблені русла. Утворюються ці селі внаслідок розмиву пухкого покриву в середній і нижній частинах схилу під час злив або інтенсивного сніготанення. Зона відкладень схиллових селів невелика за площею, але може змінювати своє положення.

Ознаки безпосередньої і близької загрози селевого потоку наступні:

- виникнення у верхів'ях селенебезпечних водотоків сильного гулу, що перекриває всі інші шуми;
- струс ґрунту від ударів каміння, що несуть селі;
- різке падіння рівня води в річках;
- прояв хмари грязьового пилу, що супроводжує «голову» селевого валу.

Розглянемо особливості формування селевих потоків в Українських Карпатах та гірському Криму.

На території Карпат панує середній ступінь селевий активності. За обсягом виносів селеві потоки переважно дрібні. Необхідна умова їх появи – інтенсивні опади та наявність руслових ухилів для супіщаних і легких суглинних заплав і берегів, які більше 30 і для суглинних 200 проміле. В таблиці 2 [14] приведені середні значення водозборів дощових селів.

Таблиця 2 – Середні значення основних параметрів водозборів дощових (водо- і грязьокам’яних) селів

Регіон	Площа, км <sup>2</sup>	Довжина водостоку, км	Середній ухил водостоку,‰
Українські Карпати	17	6	147

Гранулометричний склад селевих відкладень в різних типах селів Українських Карпат приведений в таблиці 3 [14].

Таблиця 3 – Гранулометричний склад селевих відкладень в різних типах селів (Українські Карпати; по М.М. Айзенбергу і Вольфцуну, 1971)

Типи селів за складом	Групи фракцій, %				
	Валуни, > 100 мм	Галька, 10-100 мм	Гравій, 0,1-1 мм	Пісок, < 0,1 мм	Алеврит, пеліт, < 0,1 мм
Водокам’яні	22	51	17	5	5
Грязьокам’яні	9	41	28	13	9
Грязьовий	2	31	27	13	27

(1-100 мм) – 70%, мелкозем (<1 мм) – 2%.

Тривалість сходження селів в Українських Карпатах приведена в таблиці 4 [14].

Таблиця 4 – Тривалість сходження селів в Українських Карпатах

Територія	Роки селе-проявів	Кількість випадків	Тривалість сходу, години, хвилини		
			min, хв.	max, год.	середня, год.
Українські Карпати Там же: масовий сходження селів у червні 1969	1927-1967 1969	52	30	5	1,4
		25	6	1	0,4

Роки масового сходження селів, як і роки підвищеної селевий активності, як правило, супроводжуються сходом великих селів або селів катастрофічного характеру.

В Україні відбувається тотальне вирубування карпатських лісів, який вивозиться в ЄС, але масштаби з кожним днем тільки зростають.

Нагадаємо, що в березні 2016 року Кабінет міністрів заборонив вирубувати дерева в біосферних заповідниках, національних природних і регіональних ландшафтних парках, природних заповідниках, пам’ятках природи, заповідних урочищах. Раніше, з 2009 року, Кабмін суттєво обмежив площу вирубуються гірських ділянок лісу в Карпатах (в Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській та Чернівецькій областях) після річного паводку в 2008 році в західних районах країни, коли однією з причин повені називали несанкціоновану вирубку лісів.

З кожним роком чарівні гірські схили лисіють до невпізнання (рис. 2).

За даними [15], в червні 2016 року на Закарпатті зійшов селевий потік, що призвело до

пошкодження будівель і споруд (рис. 3).

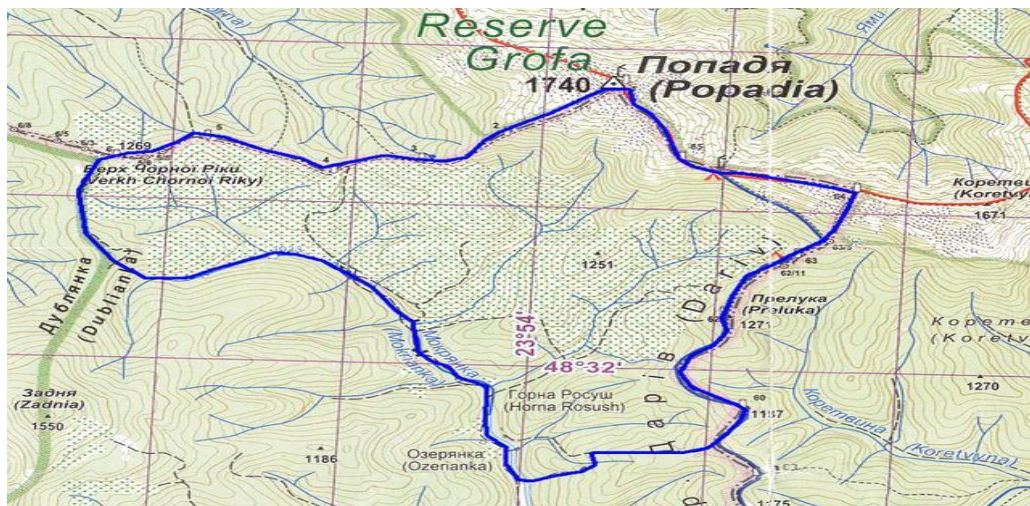


Рис. 2. Наслідки тотального вирубування карпатських лісів

Це південний схил г. Попадя на перетині Закарпатської та Івано-Франківської областей. Так, станом на 22.06.2016 р. в Закарпатській області внаслідок негоди пошкоджено 7200 будівель. 1200 будівель пошкоджені в 7 селах Хустського району та 6000 – в 14 селах Виноградівського району (в тому числі об'єкти соціальної сфери – школи, дитсадки, фельдшерсько-акушерські пункти і т.і.). Стихія завдала шкоди 27.06.16. Через велику зливи на Закарпатті утворилися потужні селеві потоки.

В селі Луги підтоплені 23 домогосподарства, в селі Богдан – 2, в селі Видричка – 8 домогосподарств. В результаті негоди були знеструмлені 4 населені пункти: с. Розтоки, с. Видричка, с. Богдан, с. Луга.



Рис. 3. Наслідки сходу селевих потоків

Для захисту від небезпечної дії селевих потоків необхідно будівництво захисних споруд, меліорація селевих басейнів, регулювання природокористування – все це знижує активність селевих процесів, змінюючи селевий режим.

У Криму формуються водокам'яні (незв'язні) сіли і селеві паводки. Ефективним засобом регулювання (різкого зменшення) стоку в селевих басейнах виявилось терасування схилів в поєднанні з лісопосадками (А. Оліферов, 1968). Порівняння двох водоскидів, один з яких був затерасований на 75% площі, а інший залишався в природному стані показало наступне:

сумарний стік з затеррасированого водозбору був на 75-89%, а максимальні витрати на 90-95% менші, ніж з контрольного басейну. Каламутність води на затеррасированом водозборі склала 2,7-7,3% каламутності на природному водозборі. Загальна вага зважених наносів, що надійшли з затеррасированного водозбору, була в 100-200 разів менше ваги наносів, змитих з контрольного басейну. Результати експериментів послужили підставою для впровадження методу механізованого терасування схилів для захисту від селів в Криму.

**Висновки.** Таким чином, в цілому реалізація заходів захисту від селів, знижуючи рівень селевої активності, змінює режим селів. Ці зміни проявляються в зниженні повторюваності та обсягів селевих виносів. Останнє означає виключення можливості виникнення великих селів катастрофічного характеру.

### Література.

1. Будз М.Д. Некоторые особенности строения селевых отложений / М.Д. Будз, А.М. Коротун // В сб.: Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. (Респ. міжвідомчий науково-технічний збірник). – Львів: Вища школа, 1974. – Вып.1. – С. 36–39.
2. Виноградов Ю.Б.: 1) Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки / Ю.Б. Виноградов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 155 с.; 2) Этюды о селевых потоках / Ю.Б. Виноградов. – Л.: – Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
3. Гагошидзе М.С. Селевые явления и борьба с ними / М.С. Гагошидзе. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1970. – 385 с. (Минводхоз СССР. ГрузНИИГиМ).
4. Квасов А.И. Селевые потоки и их воздействие на сооружения / А.И. Квасов. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 131 с. (Минэнерго СССР. КазНИИЭ).
5. Селеопасные районы Советского Союза / Под редакцией С.М. Флейшмана и В.Ф. Перова. – Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 308 с.
6. Флейшман С.М. Сели. Изд 2-е, перераб. и доп. / С.М. Флейшман. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с.
7. Флейшман С.М., Перов В.Ф. Сели: учебное пособие / С.М. Флейшман, В.Ф. Перов. – Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 127 с.
8. Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей / А.И. Шеко. – М: Недра, 1980. – 296 с.
9. Оползни и сели. В двух томах. / М., Центр международных проектов ГКНТ, 1984. – (UNESCO. Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры. UNEP. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде). Том 1. – 351 с. Том 2. – 249 с.
10. Методическое руководство по комплексному изучению селей / Под ред. В.И. Чуринова и А.И. Шеко. – М.: Недра, 1971. – 164 с.
11. Руководящий документ. Руководство селевым станциям и гидрографическим партиям. Вып.1. Организация и проведение работ по изучению селей. РД 52.30.238–89. – М.: Гидрометеиздат, 1990. – 198 с.
12. Степанов Б.С. Сдвиг парадигмы – этап развития селеведения / Б.С. Степанов, Р.К. Яфязова // Гидрометеорология и экология, №1, г. Алматы, Казгидромет, 2015. – С.50–74.
13. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. – Чинний від 01.01.2011. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.
14. Перов В.Ф.: 1) Селеведение: учебное пособие / В.Ф. Перов. – М., Географический факультет МГУ, 2012. – 272 с.; 2) Перов. В.Ф. Селеві явища на території СРСР. Підсумки науки і техніки. Серія Гідрологія суші. – Т.7. / В.Ф. Перов. – М.: ВІНІТІ, 1989. – 149 с.
15. URL: <http://fakty.ictv.ua/ru/videos/93284/> (дата звернення 20.02.20).

Стаття надійшла 13.04.2017