

Іван КОВАЛЬЧУК

ГІДРОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Проаналізовано поширення спектра сучасних рельєфоперетворювальних процесів в Українських Карпатах, охарактеризовані риси гідрографії, дано оцінку впливу природних і техногенних чинників на гідрологічний режим річок. Подані параметри водоносності, водного балансу і режиму стоку води та наносів у річках регіону.

Річки — найважливіше джерело водопостачання та виробництва електроенергії, об'єкт рекреації і туризму, база для розвитку рибного господарства, шляхів сполучення і транспортування вантажів. Вони завжди приваблювали людей, життєдіяльність яких на всіх етапах розвитку цивілізації була зосереджена переважно в їхніх долинах. Прирічкові угіддя, насамперед заплави і луки, часто були основою для розвитку тваринництва, іноді городництва; тераси використовувались для рільництва й розміщення поселень, транспортних шляхів і комунікацій; алювіальні відклади русел і заплав були добрим будівельним матеріалом; іноді тут зосереджувалися й інші корисні копалини. Водні ресурси річок, особливо в гірських регіонах, використовуються для водопостачання населення, промислового і сільськогосподарського виробництва, рекреації і туризму, судноплавства і сплаву деревини, вирощування та вилову риби тощо.

Водночас ріки були перешкодою, чинником небезпеки і загрози для людей, угідь і житла, інших споруд, що змушувало будувати мости і переходи, дороги і берегоукріплення. Побудовані споруди часто руйнувалися бурхливими водними потоками під час повеней і водопілля, змушуючи людей боротися зі стихією, впливати на морфологію русел і заплав, режим функціонування річок та інші властивості заплавно-руслових комплексів.

Карпатський регіон у цьому розумінні не є винятком, бо історія його освоєння людиною та експлуатації природних ресурсів тісно пов'язана з річками, річковими долинами і водозборами річок. Активне використання водних ресурсів, лісових і земельних угідь, будівництво автомобільних і залізничних магістралей, здійснення стокорегуляційних робіт тут ведеться ще з кінця XIX століття і в своєму розвитку пройшло декілька етапів: **1) 1814—1819 роки.** В цей період були розроблені проекти спрямлення Дністра на ділянці с. Долобів — с. Гординя; **2) кінець XIX ст.**

(70—90-ті роки). Характерними рисами цього періоду було утворення Крайового бюро меліорації, розроблення проєкту будівництва судноплавного каналу, який з'єднав би Дністер і Віслу, а також практична реалізація проєктів регулювання русел Дністра, Західного Бугу, Тиси, Пруту та їхніх допливів; 3) *перша третина XX ст.*, коли планувалося виконати великий обсяг меліоративних та русловипрямлювальних робіт у долині Дністра, зокрема в районі Верхньодністровських боліт. Цей проєкт реалізований лише частково, бо завадили Перша світова війна, а пізніше — відсутність фінансів; 4) *50—80-ті роки XX ст.* У цей період розгорнулося великомасштабне меліоративне, активно велося русловипрямлювальне, протипаводкове будівництво як у долинах Дністра, Тиси і Пруту, так і в басейнах їхніх допливів; 5) *90-ті роки XX ст.* На цьому відтинку часу почастішали екстремальні повені, що зумовило активізацію пошуків шляхів захисту поселень та угідь у долинах річок від затоплення (дослідження Інститутів „Укрдіпроводгосп”, Український науководслідний гідрометеорологічний інститут, Одеський гідрометеорологічний інститут — тепер екологічний університет, тощо).

Незважаючи на певні успіхи, досягнуті у вивченні гідрологічних та геоморфологічних процесів у басейнах річок Українських Карпат, Закарпаття і Передкарпаття в останні десятиріччя [3, 7, 12, 13, 18, 21—24, 29, 34], *актуальними завданнями залишаються*: 1) визначення спектра сучасних рельєфоутворювальних процесів гірських, височинних і низовинних регіонів та оцінка відносної ролі кожного виду процесу у зміні морфології рельєфу; 2) морфологічна типізація русел річок; 2) типізація руслових процесів і побудова карт поширення різних типів русел і руслових процесів; 3) прогнозування спрямованості та інтенсивності ерозійно-аккумулятивних процесів, що розвиваються у межах заплавно-руслових комплексів басейнів річок різних рангів; 4) розрахунок багаторічних параметрів стоку води, наносів і розчинених речовин для річок різних рангів та визначення тенденцій і масштабів змін цих показників під впливом флуктуації природних чинників і змін антропогенного навантаження; 6) визначення ризику затоплення угідь, поселень і комунікацій повеневидами і паводковими водами в долинах річок різних рангів; 7) оцінка гідроекологічних ситуацій і тенденцій їх зміни, визначення гідроекологічної напруженості та обґрунтування шляхів оптимізації стану заплавно-руслових комплексів гірсько-передгірських річок; 8) оцінення масштабів та інтенсивності розвитку процесів деградації річкових систем, визначення ролі антропогенних чинників у цих явищах; 9) оцінення впливу екстремальних паводків на інженерні комунікації, поселення, угіддя річкових долин, умови проживання населення та розвиток господарства; 10) оцінка геоекологічної напруженості в карпатському регіоні.

У зв'язку з таким станом вивчення гідрологічних, геоморфологічних, гідроекологічних та геоекологічних проблем цього регіону зупинимося на результатах досліджень, отриманих нами наприкінці XX і на початку XXI ст.

1. Аналіз видового розмаїття і поширення сучасних рельєфоперетворювальних процесів у Карпатському регіоні України

У спектрі сучасних процесів, поширених на теренах Карпатського регіону України, за їх рельєфоперетворюючим ефектом виділяють дві

групи: провідних (домінантних) і підпорядкованих (другорядних). В Українських Карпатах до першої групи відносять вивітрювання, зсувні, селеві, ерозійні (схилкові і руслові), лавинні, обвальні-осипні, карстові і техногенні процеси, а до другої — еолові, хемічної денудації, біогенної денудації та акумуляції тощо.

Залежно від геотектонічної позиції, морфології рельєфу, його морфометрії, властивостей рельєфоутворювальних відкладів, тобто від типу геоморфологічних одиниць (систем) формується певний спектр процесів.

Підрахунки свідчать, що при оцінюванні співвідношення площ поширення та об'єму переміщуваного матеріалу спектр сучасних процесів Карпатського регіону матиме такий вигляд (табл. 1). Зауважимо, що обов'язковою складовою спектра процесів цих регіонів є вивітрювання та масовий повільний рух його продуктів.

Таблиця 1

Спектр сучасних рельєфоперетворювальних процесів регіону

Типи процесу	Частка (%) за площею поширення процесу	Типи процесу	Частка (%) за об'ємом переміщуваного матеріалу
Гори			
Ерозійні схилкові	38	Зсувні	41
Зсувні, опливинні	23	Ерозійно-схилкові	30
Ерозійно-акумулятивні	12	Ерозійно-акумулятивні	11
Селеві	9	Селеві	7
Лавинні	6	Техногенні	6
Антропогенні	6	Обвальні-осипні	2
Карстові	3	Лавинні	1
Обвальні-осипні	2	Карстові	1
Біогенні	1	Біогенні	1
Разом	100	Разом	100

Як видно з наведених даних, спектр процесів і рельєфоутворювальне значення кожного з них міняється залежно від облікового показника — площі розповсюдження процесу чи об'єму транспортованого ним матеріалу та особливостей рельєфу. У горах основну рельєфоперетворювальну роботу виконують ерозійні, зсувні і селеві процеси. Зазначимо, що під впливом господарської діяльності спектр процесів у регіоні розширився, а їхня інтенсивність зросла у десятки й сотні разів. Оскільки доміантними є ерозійно-акумулятивні процеси, головним чинником виникнення і прояву яких є стік води, то проаналізуємо детальніше умови формування схилового і руслового стоку, особливості гідрологічного режиму річок Українських Карпат.

2. Основні риси природних умов і господарювання, що визначають специфіку гідрологічного режиму річок Українських Карпат

До них належать:

а) велика амплітуда відносних висот (від 50—200 м/кв. км у Передкарпатті та 5—50 м/кв. км у Закарпатті до 250—950 м/кв. км у Карпатах), яка зумовлює домінування крутих (35—60 градусів і більше) схилів у гірській частині, схилів середньої крутизни (10—35 градусів) у низькогір'ях Карпат, горбогір'ях Передкарпаття і Закарпаття та

переважно слабонахилених поверхонь (3—12 градусів) на рівнинах Закарпаття і Передкарпаття;

б) доволі густе ярково-балково-долинне розчленування рельєфу (від 0,5—1,2 км/кв. км до 3,5—5,0 км/кв. км), яке створює сприятливі умови для швидкого стікання атмосферних опадів зі схилів і їх потрапляння у гідромережу та розвитку ерозійних процесів;

в) домінування коротких (до 250 м) та середньої довжини (250—750 м) схилів. Лише в Передкарпатті довжина схилів помітно збільшується і локально перевищує 1,0—2,5 км. Ця обставина зумовлює досить велику швидкість руху вод поверхневого стоку по схилах і в гідромережі, що є однією з головних причин формування паводків на ріках Карпат;

г) відносно невеликий ступінь заліснення поверхні водозборів річок Українських Карпат. За даними С.А. Генсірука (1992), середня лісистість Українських Карпат становить 40,2%. Найпоширенішими видами дерев у структурі лісів Карпат є смерека (38—43%), бук (33—37%), дуб (8—12%) і ялиця (4—6%). Лісистість Передкарпаття є значно менша (до 25%). Ураховуючи, що ліс істотно впливає на гідрологічний режим річок Карпат (сприяє зниженню максимального стоку у 3—4 рази, збільшенню стоку у 2—3 рази у межений період, затримує на своїх кронах і стовбурах від 20 до 30% і більше опадів [11]), є потужним регулятором розвитку ерозійних процесів на водозборах річок, важливим завданням є підвищення лісистості та оптимізація видового складу і вікової структури деревостанів;

д) кліматичні умови і параметри, що впливають на стік річок. До них відносять кількість, форму і режим випадання опадів та випаровування вологи, температуру повітря, тривалість і глибину промерзання ґрунту, кількість тепла, що надходить на земну поверхню тощо.

Температурний режим сприяє розвитку ерозійних, селевих, сніголавинних процесів і вивітрювання. У зимовий період у горах доволі часто бувають відлиги (від 50 до 69% днів зимового періоду), які є причиною осінньо-зимових паводків.

Карпати є найбільш зволженим регіоном України. Кількість опадів, їхній сезонний розподіл у різних частинах Карпат (передгір'я, низько- і середньогір'я, високогір'я) помітно відрізняються.

Середньорічні суми опадів змінюються у межах 550—1660 мм і більше. У Передкарпатті їх випадає від 550 до 800 мм, у Закарпатті — 600—800 мм на рівнині і 800—1000 мм у низькогір'ї. Найбільше опадів є у найвищій частині Карпат (понад 1700 мм/рік). Більша їхня частина (від 76% на північно-східному макросхилі до 67% на південно-західному) випадає у теплий період. Максимум опадів спостерігається переважно в червні (80—200 мм/місяць), іноді у липні. Найбільша кількість сильних дощів у Передкарпатті випадає в липні (ймовірність 58%); у Закарпатті на цей період припадає до 29% особливо сильних дощів за рік.

Важливим показником режиму опадів є їхня добова сума та площа території, охоплена дощем. Найпоширенішими є зливові дощі тривалістю від 3 до 24—36 годин з перервами. Вони охоплюють територію у десятки тисяч квадратних кілометрів. Максимальна добова сума опадів таких дощів змінюється в межах 121—296 мм. Інтенсивність дощів може сягати 2,6—7,0 мм/хв. Сильні дощі випадають з 95—100% ймовірністю щорічно. Частка таких дощів у місячній нормі опадів сягає 40%, ймовірність опадів

із сумою 70 мм за дощ становить 48% від загальної кількості сильних дощів [29, 34]. Зауважимо, що такі зливові дощі викликають екстремальні паводки, інтенсивну схилу і руслову ерозію, руйнування орних земель, доріг, мостів, інших комунікацій.

Найвидатніші дощі, що спричинили екстремальні паводки зафіксовано:

а) у басейні Дністра — в листопаді 1895, червні 1900, липні 1911, серпні 1927, вересні 1941, серпні 1955, червні 1969, липні 1980, липні 1997 років;

б) у басейнах Прута і Сірега — у липні 1900, липні 1911, серпні 1927, вересні 1941, липні 1955, червні 1969, травні 1970, липні 1980, в 1982, 1992, 1997 роках;

в) у басейні Тиси — в червні 1902, липні 1908, грудні 1947, грудні 1957, травні 1970, липні 1980 і 1982, листопаді 1992, грудні 1993, листопаді 1998, березні 2001 років.

При дощах із сумами опадів 120—250 мм/добу процеси поверхневого стоку є надзвичайно інтенсивні. З гірських водозборів площею 100—200 кв. км модуль стоку сягає 2500—3100 л/с · кв. км [2, 3, 17, 28]; модуль стоку з басейнів площею 300—500 кв. км становить 1000—2000 л/с · кв. км. Максимальний модуль стоку в басейнах рівнинних річок не перевищує 50—200 л/с · кв. км. При таких параметрах поверхневого стоку відбувається різке підвищення рівнів води в руслах (на 2—4 м у горах, 3—5 м у передгір'ях і 6—10 м на рівнинах), вихід води на заплави річок. Ширина смуги затоплення на малих річках становить 120—500 м, на середніх від 600—2500 м у передгір'ях до 2,5—5,0 км і більше на рівнинах. При тому швидкість течії становить 4—7 м/с у горах (на малих річках найбільші із зафіксованих швидкостей сягають 10 м/с) і 2—4 м/с у передгір'ях та низовинах. Такі бурхливі потоки володіють величезною розмиваючою і транспортуючою здатністю і зумовлюють масштабні переміщення заплавно-руслового рельєфу.

Суттєво впливають на стан захисного „одягу“ гірського рельєфу — лісів — сильні вітри. Їхня швидкість часто перевищує 25—40 м/с і зумовлює розвиток вітровалів і буреломів, які, своєю чергою, сприяють інтенсифікації ерозійних та інших процесів.

Висота снігового покриву в Карпатах сягає 100—150 см, а в окремі роки — до 3 м і більше [34]. У Передкарпатті й Закарпатті середня з максимальних висота снігового покриву становить 30—70 см. У гірських долинах Закарпаття сніговий покрив тримається від 90 до 128 днів (найменше 60 днів); у високогірній частині — майже п'ять місяців. Сильні снігопади повторюються з 60—80% ймовірністю. При тому за снігопад випадає понад 40 см снігу, що є причиною доволі високої лавинної активності.

Охарактеризовані параметри клімату Українських Карпат свідчать про високий рівень залежності гідрологічного режиму місцевих річок від кліматичних умов регіону;

е) інші чинники. До них належать властивості ґрунтового покриву, фільтраційна здатність ґрунтоутворювальних відкладів, господарська діяльність людини тощо.

У структурі ґрунтового покриву Карпат домінують бурі гірсько-лісові (буроземні) ґрунти, які займають висотний пояс 350—1200, подекуди до 1500 м. Вони мають добру фільтраційну здатність (завдяки наявності

значної кількості уламкового матеріалу — продуктів вивітрювання корінних порід). На низьких терасах річок поширені дернові та лучні ґрунти, а на високих — буроземно-підзолисті [26].

У Закарпатті на передгір'ях поширені буроземно-глеюваті ґрунти, а в Чоп-Мукачівській низовині — дерново-глейові та дерново-глейові опідзолені ґрунти.

У межах Передкарпаття фон утворюють дерново-підзолисто-глейові ґрунти, а також лучні та болотні. Вони мають набагато гірші фільтраційні властивості, тому виступають сприятливим чинником формування поверхневого стоку та розвитку ерозійних процесів [26].

Головними у спектрі антропогенних чинників активізації флювіальних і гравітаційних процесів у Карпатському регіоні виступають:

- 1) зменшення лісистої частини від 75—80 до 40,2% (за С. А. Генсіруком, 1992);
- 2) антропогенно зумовлене зниження на 200—300 м верхньої межі лісів;
- 3) знищення криволісся, яке затримувало вологу, сприяло нагромадженню снігу на верхній межі лісу;

- 4) зміни видової структури лісів (на площі понад 100 тис. га сформовані смерекові насадження, які слабо утримують воду); порушилася вікова структура лісів (молоді і середньовікові насадження становлять більш як 70%, а стиглі і перестиглі — 21%) [14]. Зауважимо, що на 16—20% площі в Карпатах збереглися ліси віком понад 80 років, на 44% молоді ліси і на 36—40% площ — середні за віком. Якщо врахувати, що зрілий ліс із повнотою 0,8—0,9 може затримати і перевести у внутрішньогрунтовий стік опади з сумою до 100—150—175 мм за один дощ, а таких лісів у Карпатах уже давно нема, то стають зрозумілишими причини екстремальних паводків останніх п'яти років.

Повнота лісів становить переважно 0,4—0,6. Ліс відіграє важливу протиерозійну функцію. Якщо зімкнутість крон 0,85—1,0, то густина стояння дерев сягає 3,3—11,0 тис.дерев/га (буковий ліс) і такий ліс здатний перевести у внутрішньогрунтовий стік та затримати до 175 мм опадів [5]. За даними О. В. Чубатого (1969), стиглі букові ліси затримують протягом року 25,1%, а смерекові — 36,9% опадів [36];

- 5) недосконалі технології і надмірні обсяги рубок лісу (щороку тільки в лісах Закарпаття заготовляють понад 800 тис. куб. м цінної деревини), які зумовлюють інтенсивну ерозію на оголених схилах — до 300 т/га. За останні 40 років перерубано понад норму 20 млн. куб. м деревини. Площа дубових лісів зменшилася на 63 тис. га, букових — на 93, ялицевих — на 36,2 тис. га, а смерекових — зросла на 298,3 тис. га [8, 25, 30]; збільшилася [15] площа післялісових пасовищ (на 331 тис.га) і сіножатей (на 213 тис. га), а лісистість чотирьох карпатських областей у 1973 р. становила від 20,2% на рівнинних територіях до 53,5% на гірських [32];

- 6) надмірно висока частка ріллі (понад 20%) у гірському регіоні. Вона зумовлює активний розвиток схилових ерозійних процесів;

- 7) інтенсивна експлуатація полонинських пасовищ (їх у Карпатах 100 тис. га) і різке погіршення їх стану через перевипас худоби та відсутність фітомеліоративних заходів;

- 8) інтенсивне транспортне навантаження (лісовозні дороги, трубопроекти, лінії електропередач, автомобільні й залізничні дороги тощо). Тільки довжина трубопроводів у Закарпатті перевищує 2500 км. Уздовж

лінійних об'єктів відбуваються концентрація стоку, ерозія, зсувно-опливні процеси;

9) недостатній догляд за станом захисних споруд. Тільки в Закарпатті є 646 дамб, 245 км споруд уздовж берегів річок. Ще більша кількість цих об'єктів побудована в басейнах Дністра та його допливів і Пруту.

3. Особливості гідрографії Карпатського регіону

Ріки Українських Карпат інтегровані в річкові системи Дністра, Тиси, Сірету і Пруту. Дністер та його гірсько-передгірські допливи течуть у межах Українських Карпат у північно-східному напрямку; Тиса та її основні допливи — у південно-західному; Прут і Сірет із допливами — у північно-східному і південно-східному.

Гідрографічна мережа Карпат у своєму становленні й розвитку пройшла довгий шлях. Основними чинниками її формування виступали рельєф підстелюючої поверхні, тектонічна та геологічна будова, неотектонічні рухи, кліматичні умови, а також техногенез.

Структура річкової мережі закладалася ще в кайнозой, після відступання крейдового моря. Нерівномірні рухи земної кори в палеогені і неогені, а також у четвертинний час спричинили чергування та різне співвідношення процесів ерозії, транспортування і нагромадження наносів. Наслідком впливу цих процесів на рельєф стало формування глибоких річкових долин різного морфологічного типу, різна кількість терас у річках Карпат, зміна морфології річкових долин, їхніх поперечних та поздовжніх профілів по довжині річок, різне співвідношення поперечних та поздовжніх (стосовно до тектонічних елементів) відтинків долин і, відповідно, й морфологічних елементів — розширених (улоговинних) та звужених (каньйоноподібних, ущелиноподібних) частин річкових долин.

Верхів'я карпатських річок є переважно вузькими, глибокими, крутосхиливими долинами з ріками невисокої водности та доволі великої швидкості. Похил русел у верхів'ях (на висотах 700—1400 м) досягає 50—100 м/км при глибині врізу долин 700 м і більше. Русла потоків містять багато слабо обкатаних відкладів, великих валунів; часто вони вироблені в корінних породах. При виході річок у низькогір'я та передгір'я похил зменшується до 10—20 м/км, а глибина врізу до 50—150 м; у руслах річок збільшується потужність валунно-галечникових відкладів. Домінуючим морфологічним типом долин є V-подібний. При виході з гір на рівнини долини набувають трапецієподібної форми, русла стають багаторукавними, швидкість течії не перевищує 0,7—1,2 м/с, а в час паводків 2—3 м/с. Алювіальні відклади представлені галечниковою та піщано-гравійною фаціями. Чисельні острови переважно закріплені чагарниками, які підвищують коефіцієнт шорсткості заплави в паводки і сприяють акумуляції відкладів та збільшенню висоти островів.

Для карпатських річок типовим є чергування ущелиноподібних ділянок при перетині ріками хребтів та улоговиноподібних розширень між ними (Чорна Тиса, Теремля, Прут та ін.). Інколи в руслах трапляються водоспади. Швидкість течії змінюється від 1,0—1,5 м/с до 3,0—5,0 м/с у час проходження паводків. У малих річках під час екстремального водопілля швидкість течії може сягати 7—10 м/с.

Гірський рельєф, надмірна кількість опадів, невелике випаровування, близьке залягання рівнів ґрунтових і підземних вод є причиною доволі

густої мережі річок в Українських Карпатах та високої їх водности. Найбільші показники густоти річок приурочені до верхів'їв Черемоша (2,0—2,6 км/кв. км), Тиси (2,0 км/кв. км), Свічі і Лімниці (1,9—2,6 км/кв. км). У басейнових системах Закарпаття вона сягає 1,5—1,8 км/кв. км, а в Передкарпатті 0,9—1,3 км/кв. км [12, 27].

Загальна кількість річок Карпатського регіону становить 457, з них понад 40% — ріки басейну Дністра. Найменша кількість річок є у басейні Сірету — 0,5%. Річок завдовжки понад 100 км у Карпатах лише 8: чотири в басейні Дністра, три в басейні Тиси та одна в басейні Пругу.

Морфологія рельєфу, кліматичні умови, висотна диференціація рослинного покриву зумовлюють специфіку гідрографії та гідрологічного режиму річок Українських Карпат. Відзначимо основні риси цієї специфіки:

1) у режимі функціонування річок простежується висотна поясність зміна гідрологічних показників з висотою, а також місцеві особливості, зумовлені характером поєднання та орієнтацією гірських хребтів і міжгірських улоговин, різно зволжених, з відмінними ґрунтами, рослинним покривом і геологічною будовою тощо. Поєднання геолого-геоморфологічних, кліматичних і біогенних чинників визначає індивідуальний характер кожної річкової системи, що створює значні труднощі при узагальненні гідрологічної інформації, гідрологічному районуванні регіону, прогнозуванні стоку;

2) для гідрологічного режиму річок Карпат характерною є значна мінливість гідрологічних характеристик у часі — добре виражений паводковий режим, наявність весняної повені з різкими коливаннями стоку води, наносів та інтенсивности ерозійно-аккумулятивних процесів, а також періодично повторюваної мережі. Паводковим режимом зумовлені зміни механізмів функціонування річок — перетворення їх з спокійних річок з чистою водою (межінь) у бурхливі потоки, що виконують велетенську ерозійну і транспортувальну роботу, руйнують береги, споруди та угіддя у долинах, створюють екологічну напруженість для місцевих жителів;

3) вища водність, нестійкий льодостав, зимові відлиги є частішими на південно-західному макросхилі Карпат, ніж на північно-східному, що зумовлене, насамперед специфікою атмосферної циркуляції та іншими чинниками стоку;

4) на південно-західному макросхилі, порівняно з північно-східним, більшою є густота річкової мережі й вищими модулі стоку наносів, інтенсивніший прояв ерозійних процесів.

4. Водоносність річок Карпат

Середньорічний шар поверхневого стоку з північно-східного макросхилу Карпат оцінюється у 380 мм [16], а з території південно-західного — 580 мм. Річний об'єм стоку обох макросхилів Карпат становив майже 15 млрд. куб. м; в останні десятиліття він помітно збільшився і сягає 18,3 млрд. куб. м.

Середньорічні модулі річкового стоку змінюються у широких межах: від 5,0 до 39 л/с · кв. км і характеризуються поступовим збільшенням від передгір'їв до центральних районів Карпат (Привододільні Горгани, Чорногора, Свидовець) і з південного сходу на північний захід. Найбільші величини модулів стоку спостерігаються у басейнах річок Красна (39,2 л/с · кв. км), Мокрянка (38,7 л/с · кв. км), Шопурка (36,0 л/с · кв. км),

Свіча, Лімниця, Бистриця, верхня частина басейнів Черемоша і Пруту (понад 30 л/с · кв. км). Найменшими модулями стоку характеризуються ріки межиріччя Дністра і Пруту — від 1 до 3,0 л/с · кв. км.

Від витoku до гирла середньорічні витрати води також зростають. Наприклад, на ріці Тиса біля м. Рахова середньорічна витрата становить 24,6 куб. м/с, біля с. Ділове — 32,6 куб. м/с і поблизу смт. Вилочок — 210 куб. м/с; на річці Дністер біля смт. Стрілки 5,13 куб. м/с, а поблизу с. Нижнів — 198 куб. м/с.

Найводоноснішими ріками (за показником середньої багаторічної витрати води) є Тиса (Вилочок) — 216 куб. м/с, Дністер (Галич) — 156 куб. м/с, Прут (Чернівці) — 75 куб. м/с, Черемош (Устеріки) — 25,5 куб. м/с, Латориця (Мукачево) — 23,4 куб. м/с, Стрий (Новий Кропивник) — 19,2 куб. м/с, Лімниця (Перевозець) — 23,8 куб. м/с, Уж (Зарічеве) — 20,1 куб. м/с, Тересва (Усть-Чорна) — 17,0 куб. м/с [29].

Водоносність річок є непостійна, що викликане як циклічними її коливаннями (тут визначальним чинником впливу є сонячна активність і кількість опадів), так і незворотними змінами водности, часто антропогенно зумовленими.

Інтенсивність поверхневого стоку (схилового і руслового) у Карпатах дуже висока і в декілька разів є вища, ніж у басейнах рівнинних річок. У складі стоку виділяють поверхневу, підповерхневу (грунтову) і підземну складову. Співвідношення між ними, швидкість руху водних мас цих складових стоку залежить від крутизни схилів, властивостей і потужності рельєфоутворювальних відкладів, гідрогеологічної будови, вертикального й горизонтального розчленування рельєфу та інших чинників.

Поверхневий стік у Карпатах формується лише під час зливових дощів і сніготанення. Підповерхневий стік часто виклинується на поверхню схилів, утворюючи джерела і струмки. Грунтовий (підземний) стік найчастіше бере участь у функціонуванні річок у період межени.

Поверхневий стік на південно-західному макросхилі є значно більший (на 100—350 мм), ніж на північно-східному і становить у середньому 800—1000—1150 мм/рік у центральній його частині. У маловодні роки він не перевищує 550—850 мм, а в багатоводні сягає 1400—1500 мм. У західній частині Закарпаття він понижується до 550—580 мм (від 250 мм у маловодні роки до 1000 мм у багатоводні). У східній частині (верхня третина басейну Тиси) середній шар стоку становить 700—750 мм (від 400 мм у маловодні роки до 1000—1200 мм у багатоводні).

На північно-східному макросхилі максимальний шар стоку (до 1000 мм/рік) приурочений до басейнів Лімниці та Бистриці Солотвинської. У маловодні роки він знижується до 400—500 мм, а в багатоводні зростає до 1350 мм/рік. На північний захід і південний схід ці показники зменшуються, що зумовлене насамперед зменшенням абсолютної висоти й кількості опадів.

Водний баланс басейнів основних річкових систем Українських Карпат відображений у табл. 2, складеній на підставі аналізу літературних джерел [27, 29, 34, 35 та ін.].

З табл. 2 видно, що коефіцієнти стоку в басейнах річок Закарпаття є вищі, ніж річок басейнів Пруту і Дністра.

З величинами поверхневої складової стоку тісно пов'язані показники випаровування з водозборів. Середньорічне випаровування за багаторіч-

ний період становить 650—600 мм у висотному поясі 600—800 м і 600—550 мм у поясі 900—1200 м на південно-західному макросхилі Карпат [34]. На північно-східному макросхилі випаровування менше і сягає відповідно 650—600 мм (на висоті 700 м) і 550—500 мм (на висоті 1000—1200 м), тобто в басейнах південної експозиції випаровування на 10—15% більше, ніж у басейнах північної експозиції.

Таблиця 2

Середньорічний водний баланс басейнів основних річкових систем Українських Карпат

Ріка — пункт	Середня висота водозбору, м	Площа водозбору, кв. км	Шар води, мм			Коефіцієнт стікання
			опад	стікання	випаровування	
Басейн р. Дунай						
Чорна Тиса — смт. Ясиня	1000	194	1321	716	605	0,54
Чорна Тиса — с. Білин	1000	540	1323	722	601	0,55
Біла Тиса — с. Луги	1200	189	1374	794	580	0,58
Біла Тиса — с. Розтоки	1100	473	1492	928	564	0,62
Ріка — смт. Міжгір'я	800	550	1363	749	614	0,55
Боржава — с. Довге	620	408	1452	824	628	0,57
Іршава — м. Іршава	500	230	1318	701	617	0,53
Лагориця — с. Підполоззя	720	324	1493	978	515	0,66
Уж — с. Жорнава	670	286	1303	694	609	0,53
Уж — смт. Вел. Березний	620	653	1201	585	616	0,51
Сірет — с. Лопушанка	910	152	974	392	582	0,40
Прут — с. Кремінці	1000	366	1076	520	556	0,48
Прут — м. Яремча	990	397	1168	620	548	0,53
Б. Черемош — с. Яблуниця	1200	552	1030	465	565	0,45
Ч. Черемош — с. Верховина	1200	657	1153	642	511	0,56
Басейн р. Дністер						
Дністер — с. Стрілки	620	384	1068	433	635	0,40
Дністер — м. Галич	—	14700	919	317	602	0,34
Дністер — м. Заліщики	—	24600	907	257	652	0,28
Стрий — с. Матків	860	106	1363	794	569	0,58
Стрий — с. Завадівка	800	740	1254	652	602	0,52
Опір — м. Сколе	820	743	1167	592	575	0,51
Свіча — г. Мислівка	1000	201	1397	842	555	0,60
Свірж — смт. Букачівці	310	465	689	170	519	0,25
Лімниця — с. Осмолода	1200	203	1531	1003	528	0,66
Бистриця Надвір. — с. Пасічна	1000	482	1202	641	561	0,53
Бистриця Солотв. — с. Гута	1100	112	1441	809	632	0,56

Запаси води у снігу на початок сніготанення сягають 120—250 мм (на висотах 1000—1200 м), а в багатосніжні зими — до 500 мм.

Запаси підповерхневих і ґрунтових вод є незначні, що зумовлене малою потужністю ґрунтових профілів та кори вивітряння корінних відкладів.

Стосовно чинника господарської діяльності, то його роль помітно диференційована у просторі й часі та за характером впливу на гідрологічний режим. Детальний аналіз впливу цього чинника на стік води і наносів та стан малих річок Карпатського регіону [3, 12, 18 та ін.]

дає підстави вважати, що найбільший вплив на річкові системи і стік води та наносів мають лісокористування, землекористування, забір алювію з русел річок, інженерно-технічний вплив на русла, заплави і низькі тераси, схилі ерозійні і зсувні процеси.

За характером розподілу шару дощового стоку 1%-ої забезпеченості в Українських Карпатах виділяють 5 районів:

- I. Передкарпаття. Стік 1% забезпечення становить 100—200 мм;
- II. Північно-східний схил. Стік 1% забезпечення становить 240—400 мм;
- III. Південно-західний схил. Стік 1% забезпечення становить 110—250 мм;
- IV. Південно-східна частина Карпат. Стік 1% забезпечення складає 150—350 мм;
- V. Закарпатська низовина. Стік 1% забезпечення складає 50—100 мм.

Найвищий шар дощового стоку 1%-ї забезпечення зафіксовано у верхів'ях річок Біла Тиса, Прут і Бистриця Солотвинська, а найнижчий — на Закарпатській низовині (50—100 мм).

Середній шар стоку весняної повені коливається в межах від 40—90 мм у Передкарпатті до 100—200 мм в Карпатах і 60—79 мм у рівнинній частині Закарпаття [29].

Максимальний шар стоку весняної повені за період спостережень змінюється від 223—331 мм (р. Мокрянка, р. Боржава) до 241 (р. Прут) і 537 мм (р. Стрий).

Сумарні запаси води в річках регіону становлять від 37,2 куб. км (середній за водністю рік) до 20,7 куб. км (маловодний, 95% забезпеченості, рік). Ресурси місцевого стоку в середній за водністю рік становлять 18,0 куб. км, а в дуже маловодний 9,8 куб. км. Транзитний стік карпатських річок майже зрівнюється з місцевим і становить 19,2 куб. км в роки із середньою водністю та 10,6 куб. км у дуже маловодні роки [19, 27].

Стосовно розподілу річкового стоку за адміністративними областями, то найбільші його запаси має Закарпатська область (13,0 куб. км у середній за водністю рік і 7,3 куб. км у дуже маловодний). Найменші ресурси сумарного стоку річок є у Львівській області (5,4 куб. км у середній за водністю рік і 3,0 куб. км на рік 95% забезпеченості). Закарпаття характеризується найбільшим об'ємом місцевого стоку (7,7 куб. км у середній за водністю рік і 4,5 куб. км у дуже маловодний). Мінімальним є місцевий стік річок у Чернівецькій області (1,2 куб. км у середній за водністю рік і 0,5 куб. км — у дуже маловодний). Транзитний же стік максимальний у Чернівецькій області (8,6 куб. км при 50% забезпеченості і 4,9 куб. км при 95% забезпеченості), а мінімальний — у Львівській (відповідно 0,6 і 0,24 куб. км).

Для господарського використання водних ресурсів важливе значення має сезонний розподіл стоку. За цим показником стік річок Карпат розподіляється так: за період весняної повені стікає 25% стоку і за літньо-осінній період — 60% стоку, а за зиму — 15% [27].

У Закарпатському та Передкарпатському гідрологічних районах у період з березня по серпень (весняна повінь і літні паводки) проходить 55—70% середньорічного стоку. Як лімітуючий період виступає межень (вересень—лютий), а лімітуючий сезон — зима. Специфіка Передкарпаття полягає у тому, що тут стік розподіляється за місяцями менш рівномірно, ніж у Закарпатті.

Показники мінімального стоку є найбільші на південно-західному макросхилі Карпат. Модуль середньомісячного мінімального літнього стоку тут становить 4—11 л/с · кв. км, на Закарпатській рівнині — 1,5 л/с · кв. км; на північно-східному макросхилі він становить від 3—4 л/с · кв. км у середньогір'ї до 2,0—1,0 л/с · кв. км у передгір'ї.

Льодовий режим річок Карпат визначається сезонним ходом температури повітря та води. Середня тривалість періоду з льодовими явищами на ріках басейнів Дністра, Тиси, Сірета і Пруту на висотах 500—700 м становить 105—125 днів, на висотах 251—500 м — 95—115 днів, на висотах 200—250 м — 85—110 днів. Найбільші показники середньої тривалості льодоставу — 70—80 днів — приурочені до басейнів Пруту, Сірета й Тиси на висотах до 150 м, а в басейні Дністра (70—110 днів) — до висот 100—650 м.

На річках басейну Тиси (крім річок Голятинка, Ріпинка, Пилипець, Студений та ін.), на окремих відрізках верхів'їв Сірета і Пруту, а також на річках басейну Дністра (р. Стрий між с. Межиброди і м. Стрий, р. Славська в районі м. Славське, р. Рожанка в с. Ружанка, р. Головчанка в с. Тухля та р. Орява в с. Святослав) стійкий і суцільний льодостав не формується [27].

Середня товщина льоду в найхолодніші декади сягає 20 см, а максимальна — 50—60 см. У гірській частині басейнів Тиси, Пруту і Дністра часто виникають зажори, а на передгірських — загати, які спричиняють катастрофічні підняття рівня води в руслах.

На перерозподіл стоку води впродовж року певний вплив має його зарегульованість водосховищами і ставками. Відомо, що в Карпатах функціонує 25 водосховищ із сумарною площею 6,14 тис. га та повним об'ємом 191,1 млн. куб. м (корисний об'єм 118,2 млн. куб. м). На ріках регіону побудовано понад 2170 ставків з площею водного дзеркала 11,9 тис. га та сумарним об'ємом 162,0 млн. куб. м. Сумарний об'єм створених водойм становить 0,9% стоку річок середнього за водністю року. Серед річок Карпат найвищий ступінь зарегульованості стоку мають ріки Тиса і Прут (до м. Чернівці) [18, 27].

5. Водний режим річок Українських Карпат

5.1. Характерні рівні води

Рівневий режим річок Карпат фахівці вивчають понад 100 років. Найповніше він досліджений на Дністрі, Тисі і Пруті, а також на малих річках завдовжки понад 50 км. Режим рівнів річок завдовжки 50—10 км і менше залишається маловивченим.

Через часті паводки тут бувають руйнування гідропостів, деформації русел (посилена донна ерозія або акумуляція алловію), які зумовлювали спрямовану зміну (пониження або підвищення) рівнів води в річках (табл. 3).

Дані табл. 3 свідчать про велику амплітуду коливання рівнів води в ріках Карпат — від 2,2 до 9,3 м. Історично високими в Карпатах і на рівнинах Передкарпаття були паводки 1969, 1980 та 1997—1998 і 2001 років. Аномально низькі рівні зафіксовано в 1962, 1972—1973, 1993—1994 та інших роках.

У річному ході рівнів води в ріках Карпат виділяються періоди його підняття (весняна повінь, літньо-осінні паводки) та спаду (літньо-осіння та зимова межінь, рис. 1—2).

Підняття рівня весняного паводку на ріках Карпат починається переважно в середині—кінці березня разом з інтенсивним сніготаненням. Повінь часто має 2 піки, що зумовлене накладанням на процес сніготанення ще й дощів. Рівні води повені найчастіше є трохи нижчі від рівнів води літніх паводків. Найвищі рівні весняної повені на малих річках регіону спостерігаються у 2—3 декадах березня, а на середніх ріках — наприкінці березня — на початку квітня.

Таблиця 3

Характерні рівні води на найважливіших ріках регіону [3]

Ріка — пункт	Відмітка „0” поста, м БС	H _{серед.} , м	Максимальний рівень		Мінімальний рівень	
			см	дата	см	дата
Тиса — Вилок	115	-68	696	14.05.70	-242	11.09.84
Тересва — Усть-Чорна	523,86	68	444	30.12.47	18	22.12.62
Теребля — Колочава	531,17	99	270	29—30.10.92	48	11.12.86
Ріка — Міжгір'я	434,22	201	478	14.12.57	53	25.05.93
Боржава — Шаланки	114,32	166	822	26.07.80	0	28.09; 3.10.73
Латориця — Чоп	96,58	296	744	26.07.80	64	3—5.11.97
Уж — Ужгород	112,38	-106	350	17.11.92	-169	23.08.97
Сірет — Сторожинець	345,28	354	836	13.07.69	274	3.12.94
Прут — Чернівці	155,89	262	1038	9.06.69	123	17.02.93
Дністер — Самбір	284,17	268	699	10.07.67	150	14.08.94
Дністер — Галич	211,26	170	990	3.09.41	96	3.08; 8.08.94
Дністер — Заліщики	140,69	358	1264	22.02.1877	220	6.12.89
Стрий — В. Сяньовидне	369,62	197	643	9.06.69	101	1—2.09.90
Свіча — Зарічне	278,50	180	548	31.08.27	80	9—18.12.95 12—26.06.96
Лімниця — Перевозець	236,03	322	691	23.07.74	237	15—17.12.86

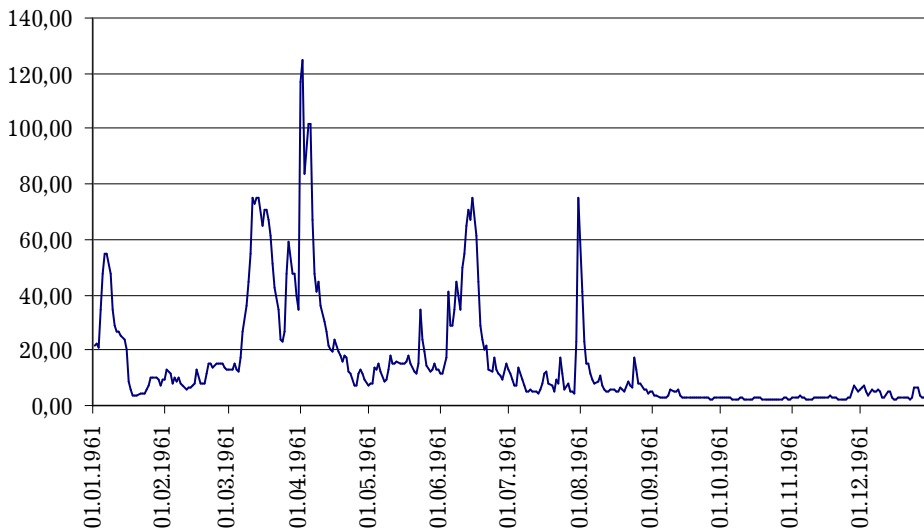


Рис. 1. Гідрограф стоку р. Стрий (сmt. Верхне Синьовидне),
куб. м/с за маловодний рік (1961)

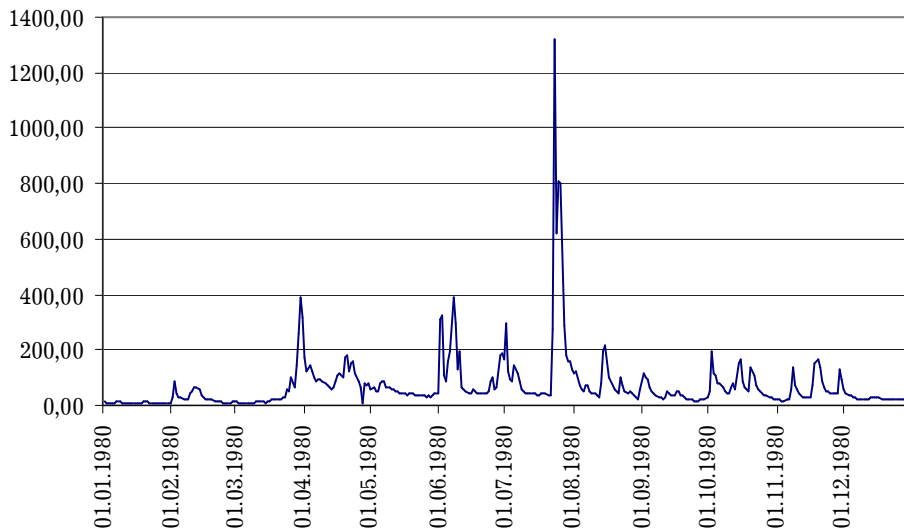


Рис. 2. Гідрограф стоку р. Стрий (сmt. Верхне Синьовидне),
куб. м/с за багатоводний рік (1980)

Інтенсивність підняття води при високій повені на великих ріках краю становить 40—150 см/добу, а на малих річках — 10—20 см/добу.

Після весняної повені, яка триває 30—55 днів, настає період паводків. На ріках регіону їх буває 5—8 (іноді до 10—12) упродовж літньо-осіннього періоду (рис. 1, 2). Середня інтенсивність підняття рівнів води на великих річках сягає 1,5—3,5 м/добу, а на малих 0,5—0,7 м/добу. Їхня тривалість 5—10 днів (рис. 3, 4) на малих ріках і до місяця на великих. Найбільшої висоти паводки бувають на Дністрі, Тисі та Пруті. Специфіка таких екстремальних паводків проаналізована в пункті 6.

5.2. Середні багаторічні витрати води та їхня динаміка

На основі матеріалів багаторічних спостережень за стоком води розраховані [3] основні параметри стоку річок регіону (табл. 4). Для інших річок такі дані опрацьовані нами [13]. Вони свідчать про дуже велику амплітуду коливання витрат — від мінімальних до максимальних. Витрати можуть зростати в десятки й сотні разів, що вказує на величезний ерозійний потенціал річок Карпат і великий ризик руйнування інженерних споруд, комунікацій та угідь у долинах більшості річок регіону.

Проведені дослідження також свідчать про яскраво виражену часову динаміку стоку води. Вона має різне спрямування: 1) збільшення витрат води в річках; 2) зменшення витрат води; 3) різноспрямоване, часто циклічне, коливання витрат води.

Зростання витрат зумовлене, як звичайно, збільшенням кількості опадів або змінами в їх сезонному розподілі. Іноді причиною зростання витрат води є господарська діяльність людини — перекидання водних

ресурсів з одного басейну в інший або скидання стічних вод у річки. Зменшення витрат найчастіше пов'язане з функціонуванням водозаборів або осушувальних систем у басейні.

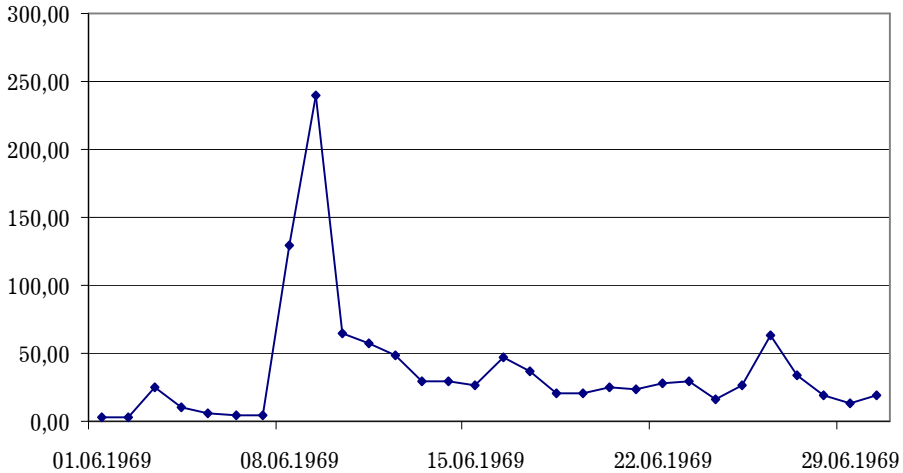


Рис. 3. Гідрограф видатного паводку у червні 1969 року (р. Дністер, смт. Стрілки)

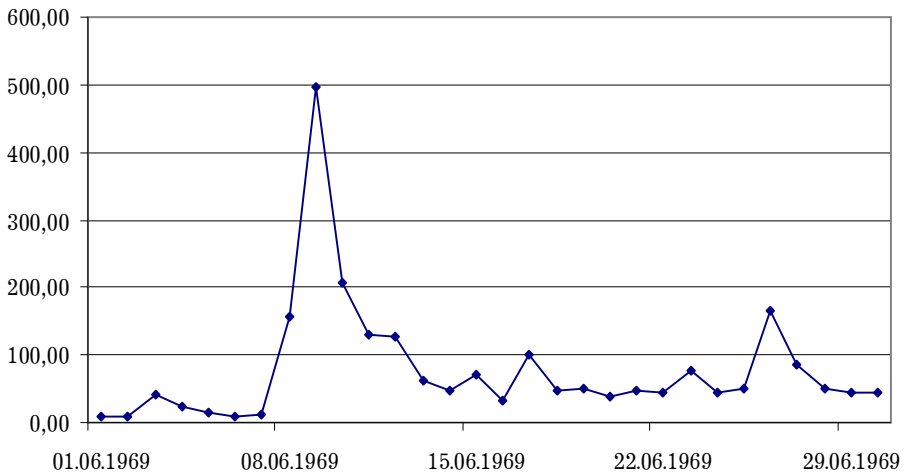


Рис. 4. Гідрограф видатного паводку у червні 1969 року (р. Дністер, м. Самбір)

Циклічні коливання витрат води зумовлені циклічними флуктуаціями кліматичних умов, насамперед температури повітря та опадів.

Ці тенденції добре ілюструє рис. 5. Причини таких змін стоку охарактеризовані нами [12 та ін.]. Багаторічні коливання стоку річок Карпатського регіону проаналізовані також М. Сусідко та О. Лук'янець (1998).

Ними встановлено, що в річному стоці з басейнів регіону існує повторюваність з періодами 3—4 і 7, а також 10, 25—26 і 28—29 років. У теплий період року домінуючими є коливання стоку води з періодами 3—4, 6—8, 13—14 і 25—26 років. У холодний період також простежується циклічність з періодами 3—4, 7, 10—11, 25—26, 28—29 років.

Таблиця 4

Основні характеристики стоку деяких річок Українських Карпат

Ріка — пункт	Відстань від гирла, км	Площа басейну, кв. км	Q _{сер.} , куб. м/с	Максимальна витрата		Мінімальна витрата	
				куб. м/с	дата	куб. м/с	дата
Тиса — Вилік	808	9140	207	3650	14.05.70	10,4	17.02.64
Тересва — Усть-Чорна	54	572	18,5	469	14.12.57	0,40	14.01.72
Теребля — Колочава	58	369	14,3	330	29-30.10.92	0,75	23.12.62
Ріка — Міжгір'я	64	550	13	73,5	14.12.57	0,29	9.01.46
Боржава — Шаланки	32	1100	20,8	466	26.02.68	1,19	5.12.62
Латориця — Чоп	56	2870	35,0	653	27.02.68	2,66	20-21.11.63
Уж — Ужгород	33	1170	29,0	1680	14.12.57	0,50	24.10.47 31.12.72
Сирет — Сторожинець	448	672	6,18	816	13.07.69	0,10	19.08.53
Прут — Чернівці	772	6890	73,5	5200	9.06.69	1,90	14.12.61
Дністер — Самбір	1270	850	10,6	702	8.05.89	0,05	15-26.12.51
Дністер — Галич	1117	14700	158	4040	18.07.48	6,93	23.01.58
Дністер — Заліщики	936	24600	225	8040	4.09.41	6,98	7.12.59
Стрий — В. Сильовидне	78	2400	41,9	2610	9.06.69	1,56	17.11.84
Свіча — Зарічне	25	1280	22,6	1970	9.06.69	0,71	23.12.61
Лімниця — Перевозець	16	1490	23,2	1120	23.07.74	0,68	24.12.69

Існуючі відміни в коливаннях стоку води зумовлені циклічністю випадання опадів, трохи відмінною на різних макросхилах Карпат, а також специфікою температурного режиму приземного шару атмосфери. Як вважають ці автори, при оцінюванні вірогідності високих паводків у Карпатах орієнтуватися лише на циклічність у багаторічних коливаннях стікання води недостатньо, бо остання не має певної стабільності в часі. Треба враховувати також закономірності чергування груп років із високою та низькою водністю. Виходячи з того встановлено, що в періоди високої водності тривалістю 16—17 років суттєво зростає імовірність настання високих паводків з циклічністю 3—4 і 6—8 років у басейні Дністра та 2—4 або 9—11 років у басейні Тиси. У періоди низької водності (тривалість 9—13 років) паводки є нижчі, а циклічність — слабо виражена.

Основними причинами цих тенденцій змін стоку за багаторічний період виступають насамперед зміни кліматичних умов (потепління) та інтенсивності господарського впливу на річки (забір і скидання води, регулювання стоку, розвиток рільництва тощо). Коефіцієнт мінливості стоку річок Карпат доволі низький і становить 0,3—0,35 [38].

5.3. Максимальні витрати води

Максимальний стік на річках Карпат пов'язаний як з таненням снігу, так і з дощами. Витрати дощових паводків є, як звичайно, більшими як

витрати повеней. Середній шар стоку водопілля сягає 200 мм при коефіцієнтах варіації 0,7—0,8.

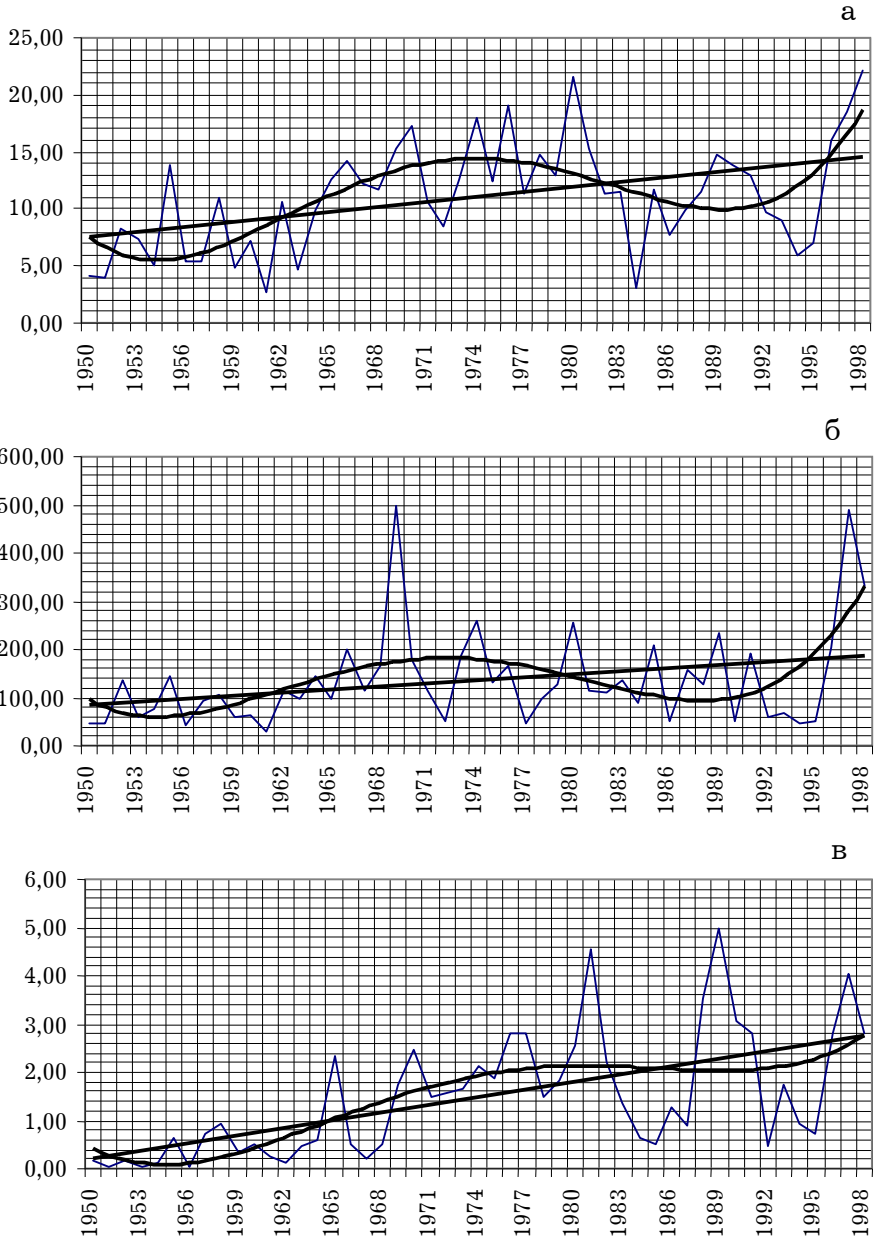


Рис. 5. Багаторічна динаміка і тренд стоку води р. Дністер (м. Самбір)
(а — $Q_{\text{середн}}$, б — $Q_{\text{макс}}$, в — $Q_{\text{мін}}$ (куб. м/сек.)

Модуль максимального стоку паводків 1% забезпеченості, приведений до площі водозбору 200 кв. км, у Карпатах становить 3,0—5,0 куб. м/с · кв. км [3].

У багаторічному аспекті для річок Карпатського регіону характерною є тенденція зменшення витрат води періоду весняного водопілля, яка пояснюється насамперед кліматичними змінами, зокрема підвищенням середніх температур повітря зимового сезону і пониженням цих показників для літнього періоду. За підрахунками, в останні 30—40 років температура повітря підвищилася на 1—2°C [39], а за 100-річний період — на 0,6°C. Тенденція підвищення зимових температур зумовлює зменшення запасів води у снігу перед початком повені, а відповідно і зменшення величини стоку періоду водопілля. Зниження ж літніх температур створює сприятливіші умови для формування сильніших паводків [3].

Витрати стоку 1% забезпеченості розраховували різні автори [3, 18, 29 та ін.] за тріхи відмінними методиками і різною тривалістю ряду гідрологічних спостережень. За даними В. І. Вишневського [18], витрата 1% забезпеченості для деяких гідропостів річок Дністер, Тиса, Прут та інших становить: Дністер (Самбір) — 1070 і 968 куб. м/с; Опір (Сколе) — 1330 і 1350 куб. м/с; Прут (Яремче) — 1830 і 1890 куб. м/с; Тиса (Рахів) — 861 і 965 куб. м/с; Терезь (Колочава) — 393 і 382 куб. м/с; Ріка (Міжгір'я) — 802 і 646 куб. м/с; Латориця (Мукачеве) — 1600 і 973 куб. м/с; Уж (Ужгород) — 1700 і 1185 куб. м/с. Ці дані свідчать, що при збільшенні рядів спостережень максимальні витрати теж переважно збільшуються, особливо в річках Закарпаття. На підставі відповідних розрахунків В. І. Вишневський побудував карту модуля максимальних витрат 1% забезпеченості, приведеного до площі 200 кв. км.

Ця карта може бути корисна для розрахунку витрат води на ріках за відсутності гідрологічних спостережень.

5.4. Каламутність води і стікання наносів річок Карпат

Спостереження за стіканням наносів (переважно завислих) у досліджуваному регіоні розпочалися в кінці 40-х — початку 50-х років. Кількість пунктів спостереження упродовж 50-річного періоду змінювалася: від 16 у 1955 р. до 65 у 1975 р. Нами проаналізовані дані про стікання завислих наносів по 75 постах західного регіону України [12]. Існує багато інших спроб аналізу стікання наносів як річок України загалом [3, 18, 37], так і Карпат зокрема [1, 9, 10, 20]. Переважно вивчається стікання завислих наносів. В останніх публікаціях [1, 3] зроблена спроба оцінення не лише стікання завислих наносів, а й донних. Для ріки Тиса (Тячів) отримані такі параметри стікання наносів за рік: завислі наноси — 585 тис. т; донні наноси — 195 тис. т; співвідношення між ними 3 : 1.

У гірських річках стікання донних наносів відбувається переважно під час повені і паводків, тобто при збільшенні витрат рівня води до руслоформування величин (при піднятті рівня води в руслі до бровок і виходу її на заплаву). Транспортування рухомих наносів при тому відбувається у безструктурній формі й охоплює рух самовідмостки та дрібніших відкладів, що залягають під нею. Оскільки точних методів визначення витрат донних наносів нема, спостереження за їхнім рухом на

постах гідрометеослужби не ведуться. Тут вивчають лише стікання завислих наносів.

Основним показником для розрахунку стоку завислих наносів є каламутність та об'єм стоку води. За даними спостережень, найбільша середньорічна каламутність стоку — до 500 г/куб. м і більше — спостерігається на ріках Передкарпаття і північно-східного макросхилу Карпат, трохи менша — (100—200 г/куб. м) — у межах Вулканічних Карпат і ще менша (до 100 г/куб. м) — на Закарпатській низовині. Найбільша каламутність руслових потоків є при проходженні дощових паводків (3—5 кг/куб. м і більше). Суттєвий вплив на стікання завислих наносів здійснюють властивості ґрунтоутворювальних відкладів (гранулометричний склад, протиерозійна стійкість та ін.) і господарська діяльність людини, особливо вирубування лісів, функціонування руслових кар'єрів, розорювання схилівих земель. У разі активного розвитку схилівих ерозійних процесів каламутність малих річок і стік завислих наносів при проходженні паводків може підвищуватися у десятки раз (табл. 5).

Таблиця 5

Річний та сезонний розподіл стікання завислих наносів у річках Карпат

Ріка — пункт	Характеристика року і періоду	Середньо-річна витрата наносів, кг/с	Сезонне стікання наносів, %			
			весна	літо	осінь	зима
Тиса — Рахів	Середній за період	2,0	49	31	10	10
	Найбільший по R	8,0	17	51	0	32
	Найменший по R	0,32	62	21	10	7
Теребля — Колочава	Середній за період	0,58	45	26	15	14
	Найбільший по R	1,4	8	52	11	29
	Найменший по R	0,12	31	36	15	18
Ріка — Хуст	Середній за період	5,1	36	22	10	32
	Найбільший по R	14	4	45	20	31
	Найменший по R	0,57	77	11	11	1
Уж — Ужгород	Середній за період	7,9	42	10	7	41
	Найбільший по R	22,0	97	0	0	3
	Найменший по R	0,49	74	12	1	13
Прут — Чернівці	Середній за період	26	48	36	10	6
	Найбільший по R	150	10	86	3	1
	Найменший по R	2,1	45	14	10	31
Дністер — Самбір	Середній за період	1,7	48	30	9	13
	Найбільший по R	4,8	61	27	4	8
	Найменший по R	0,27	60	24	13	3
Стрий — Межиріоди	Середній за період	10	25	41	1	33
	Найбільший по R	6,2	45	31	8	16
	Найменший по R	13	77	4	15	4

Примітка. R — витрата наносів (кг/с)

Розрахунок об'єму завислих наносів для незарегульованих водотоків можна здійснювати за формулами:

$$W_{\text{зав}} = \rho \cdot Q \cdot \Delta t, \text{ де}$$

ρ — каламутність потоку при середній витраті води,

Δt — розрахунковий інтервал часу,

Q — середня витрата води для вказаного інтервалу часу.

Аналіз даних про стікання наносів (табл. 6), а також результати проведених раніше досліджень [12] вказують на наявність тенденцій різкого зростання стікання наносів у 1963—1970 та 1976—1985 роках, що можна пояснити впливом гірничо-технічної, лісозаготівельної, рільничої та інших видів господарської діяльності, змінами водности тощо.

Таблиця 6

Багаторічний розподіл стікання води і завислих наносів у річках Карпат

№ періоду	Період, роки	Тривалість, років	Середній модуль стікання наносів, т/кв. км · рік	Коефіцієнт зміни стікання наносів, M_n/M_1	Середній шар стікання води з водозбору, мм	Коефіцієнт зміни стікання води, H_n/H_1	Співвідношення середніх величин зміни стікання води та наносів, H_n/M_1
Тиса (м. Рахів)							
I	1947—1962	16	58,0	1,00	702,0	1,00	12,10
II	1963—1970	8	180,9	3,12	778,9	1,11	4,31
III	1971—1975	5	117,0	2,02	659,8	0,94	5,64
IV	1976—1980	5	146,0	2,52	803,4	1,14	5,50
V	1981—1985	5	58,8	1,01	754,0	1,07	12,82
VI	1986—1988	3	64,7	1,12	690,3	0,98	10,67
Дністер (м. Самбір)							
I	1946—1962	17	62,3	1,00	249,6	1,00	4,01
II	1963—1970	8	255,8	4,11	452,6	0,81	1,77
III	1971—1975	5	236,8	3,80	458,6	1,84	1,94
IV	1976—1980	5	206,0	3,31	593,2	2,38	2,88
V	1981—1985	5	268,0	4,30	420,2	1,68	1,57
VI	1986—1988	3	92,3	1,48	360,0	1,44	3,90
Стрий (сmt. Верхнє Синьовиднє)							
I	1951—1962	12	73,3	1,00	520,3	1,00	7,10
II	1963—1970	8	134,6	1,84	591,0	1,14	4,39
III	1971—1975	5	352,0	4,80	530,2	1,02	1,51
IV	1976—1980	5	320,0	4,37	655,2	1,26	2,05
V	1981—1985	5	228,8	3,11	608,6	1,17	2,67
VI	1986—1988	3	116,0	1,58	487,7	0,94	4,20
Прут (м. Чернівці)							
I	1947—1962	16	111,5	1,00	283,5	1,00	2,54
II	1963—1970	8	292,1	2,62	325,8	1,15	1,12
III	1971—1975	5	388,0	3,48	351,0	1,24	0,90
IV	1976—1980	5	290,0	2,60	427,6	1,51	1,47
V	1981—1985	5	256,0	2,12	349,8	1,23	1,48
VI	1986—1988	3	121,7	1,09	250,3	0,88	2,06

6. Екстремальні паводки та їхні особливості

Більшість паводків, що відбувалися у ХХ ст., детально охарактеризовано в серії публікацій (Праці УкрНДГМІ, 1953—2001), тому зупинимосся лише на аналізі паводків останнього часу 1998, 2001 рр.

Паводок 1998 року. У період з 3 по 5 листопада 1998 р. у басейні Тиси випало 100—230 мм опадів за дві доби, які наклалися на надмірне перезволоження ґрунтів восени (лише в жовтні зафіксовано 150—245 мм опадів). Додатковим чинником формування паводку виступало танення снігу, спричинене відлигою і дощами. У наслідку схиловий стік набув катастрофічної активності, а рівень води на гірських річках піднявся на 2—4 м, у рівнинних — на 4,5—9,0 м.

Проаналізуємо детальніше цей паводок. Основними його передумовами і наслідками були:

1) велика кількість опадів у ІV—X місяцях: 1200—1400 мм у горах (160—170% норми) і 750—950 мм на рівнинах (140—150% норми). Ймовірність випадання такої кількості опадів становить 1—2% (1—2 рази за 100 років). Вони охопили площу до 30 тис. кв. км і були головною причиною формування паводку;

2) ґрунт перебував у текучому стані, запаси продуктивної вологи перевищували повну вологоємність на 20—40 мм, тому він практично не вбирав вологи і не переводив її у ґрунтовий стік;

3) водність річок у жовтні перевищувала норму в 3—6 разів. Рівні води в річках перед паводком 3—8 листопада перевищували меженні на 0,5—2,5 м у горах і на 2,5—6,0 м на рівнинах. При таких підняттях рівня води вона виходить із русел на заплави;

4) паводок 3—8 листопада охопив усі річки Закарпаття. Цьому сприяли сильні дощі 3—5 листопада із сумами опадів від 40 до 277 мм/дощ (у середньому 70—120 мм у горах і 35—80 мм на низовині). За 24 години випало 1—1,5 місячні норми опадів (для листопада). Інтенсивність дощу становила 8—10 мм/год.;

5) в епіцентрах опадів сформувалися паводки, вищі від історичних на 30—90 см. Вода вийшла на заплави. Швидкість течії перевищувала 4,5—5,0 м/с і була більшою за нерозмиваючі швидкості;

6) повсюдно спостерігалось руйнування доріг, комунікацій, мостів, будівель і сільськогосподарських угідь, відбувалися катастрофічні зміни морфології русел (бічна і донна ерозія, утворення акумулятивних форм, розмивання островів і поверхні заплавл тощо);

7) надходження великих мас води з гірських приток викликало утворення руйнівного паводку на Тисі. Рівні води тут зростали на 30, подекуди на 90 см за годину. Порівняно з передпаводковими, рівні води піднялися на 2,5—8,9, подекуди на 9,0 м. Паводок оцінюється як визначний. Його ймовірність (Р) становила 1,5—5% (Тиса), 2,5—6,5% (Латориця), 3,0—13,0% (Уж). Такі високі рівні утримувалися тривалий час через малі похили річок. На 17 гідропостах були досягнуті або перевищені історичні (максимальні) рівні води. Лише в басейні р. Уж вони були менші, а на р. Тиса (Хуст Вилік) не досягли максимальних, бо були прорвані дамби.

Порівняно з середніми багаторічними показниками розвитку ерозійних процесів, рельєфотрансформаційне значення цього паводка є у десятки разів більше, а геоекологічна роль — видатна.

Другий екстремальний паводок у Закарпатті сформувався 4—9 березня 2001 р. Передумови його виникнення суттєво відрізнялися від передумов паводка 1998 р., зокрема більшість чинників вказувала на малу ймовірність утворення екстремального паводка, бо:

1) сухий літньо-осінній період 2000 року виступав як чинник, що протидіє утворенню великого поверхневого стоку;

2) рівень води в ріках перед початком березневого паводка досяг середньобагаторічних показників лише за рахунок невисоких і середніх зимових паводків;

3) запаси води у снігу, що випав узимку 2000/2001 рр., були менші від середніх багаторічних норм;

4) ґрунт був слабопромерзлий, тобто мав змогу поглинати опади і стік.

Основним чинником цього паводка була надзвичайно велика кількість та інтенсивність опадів, що випали 3—5.03.2001 р. (110—296 мм). Лише в середній і нижній частинах басейнів Тиси і Латориці, пониззі Боржави і в басейні Ужа їх сума не перевищувала 44—95 см. Загалом же, скрізь опадів було більше норми на 23—90 см. Опади спричинили інтенсивне танення снігу (це ще 20—40 мм води), якому сприяло інтенсивне підвищення температури повітря (до +14°C).

У дев'ятьох гідростворах цей паводок перевищив максимуми листопадового паводка 1998 р. (у річці Тиса м. Рахів на 75 см). При тому спостерігалось затоплення заплава з перевищенням рекордних відміток. Підйом рівнів води у річках порівняно із 3 березня становив: на Тисі 4,3—8,55 м (біля м. Чоп — 9,5); на Чорній Тисі, Білій Тисі, у басейні Ужа — 1,4—3,4 м; на Боржаві (біля с. Шаланки) — 6,4 м; на Латориці (біля м. Чоп) — 4,9 м; на інших річках 1,4—3,4 м.

Амплітуда підняття води в Тисі в середньому була більша на 1 м (проти 1998 р.). Складність розвитку ситуації зумовлена впливом атмосферних фронтів із помірними й сильними дощами в період після деякого спаду паводка, що зумовило повторний ріст рівнів, вихід води на заплави, тривале затоплення території.

Основними наслідками цього паводка були:

1) викликане природними та антропогенними чинниками значне підняття рівня води в руслах і на заплавах (верхня і середня течії допливів Тиси, Латориці, Ужа, Чорної і Білої Тиси), яке зумовило руйнування угідь, комунікацій і будівель, погіршення гідроекологічної ситуації у гірській і рівнинній частинах області;

2) руйнування комунікацій, інженерних об'єктів, будинків і берегоукріплень, тощо, приурочених до заплавно-руслового комплексу;

3) затоплення на тривалий час значних територій. Воно зумовлене проходженням паводка в межах одамбованих територій (нижні течії Ужа, Латориці, Тиси), переливами води через греблі, їх проривами. Утримання високої водності річок у межах Закарпатської низовини затруднювало нормалізацію ситуації та виконання відновних робіт;

4) екстремальна активізація зсувних процесів (частка зсувонебезпечних площ становить від 4 до 12% території адміністративних районів Закарпаття, а кількість зсувів перевищує 1462). Після паводка активізувалося 554 зсуви з площею 16,2 кв. км. Вони завдали значних матеріальних збитків населенню і господарству;

5) активний прояв селевих процесів. У трьох селебезпечних районах (північно-західному, південно-східному і південно-західному) існує 278 селевих вогнищ. Об'єми виносу селевого матеріалу сягають від 5—10 до 20 тис. куб. м. Ці процеси також зумовили руйнування об'єктів і людські жертви;

б) різке погіршення гідроекологічної, агроєкологічної та урбоєкологічної ситуацій, особливо на рівнинних територіях.

Інші аспекти цих паводків охарактеризовані в серії публікацій [2, 7, 11, 14, 21—24, 32], тому тут ми їх не торкаємося. Пропозиції, орієнтовані на поліпшення ситуації, містяться у працях [12, 13, 14, 31], а також обґрунтовані нами.

Висновки.

Поданий тут аналіз свідчить про велику розмаїтість природних умов Карпат, суттєвий їх вплив на параметри гідрологічного режиму річок і розвиток рельєфоперетворювальних процесів цього регіону. Специфіка гідрологічного режиму проявляється насамперед через велику роль повеней і паводків у сумарному стоці річок та переформуванні рельєфу заплавно-руслових комплексів, а також створенні загроз для інженерних об'єктів і споруд через активізацію опливинно-зсувних, селевих та ерозійно-аккумулятивних процесів. Суттєво впливає гідрологічний режим і на гідроекологічний стан поверхневих вод, якість водних ресурсів краю, агроєкологічну ситуацію. У зв'язку з цим існує необхідність розгортання моніторингових досліджень річок Карпатського регіону, їхнього гідрологічного режиму, сучасних рельєфоперетворювальних процесів і змін гідроекологічної ситуації через розширення мережі пунктів спостережень, підвищення якості отримуваної моніторингової інформації, залучення до її аналізу нових програмних продуктів, ГІС-технологій і висококваліфікованих фахівців як нашої держави, так і зарубіжних країн.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Базилевич В. А., Вишневатий В. И.* Расчет стока наносов горных рек // Наукові праці УкрНДГМІ. Вип. 246. К., 1998. С. 76—85.
2. *Бойко В. М., Кульбіда М. І., Сусідко М. М.* Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття у листопаді 1998 р. // Наукові праці УкрНДГМІ, 1999. Вип. 247. С. 91—101.
3. *Вишневатий В. І.* Річки і водойми України. Стан і використання. К.: Віпол, 2000. 376 с.
4. *Вишневатий П. Ф.* Расчет максимальных ливневых расходов воды в Украинских Карпатах // Труды УкрНИГМИ. 1977. Вып. 153. С. 42—48.
5. *Гаврусевич А., Олійник В.* Карпатські ліси — регулятори повеней // Український ліс. 1994. № 2. С. 26—27.
6. *Генсірук С. А.* Регіональне природокористування: Навч. посібник. Львів: Світ, 1992. 336 с.
7. *Гідрометеорологічні дослідження в Україні* // Наукові праці УкрНДГМІ. Вип. 246. К., 1998. 216 с.
8. *Голубец М. А.* Ельники Украинских Карпат. К.: Наук. думка, 1978. 244 с.
9. *Горецкая Э. А.* Исследование условий формирования и разработка способов расчета характеристик твердого стока на малых и средних водосборах // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. Т. X. Л.: Гидрометеиздат, 1976. С. 195—200.

10. *Горецкая З. А.* О стоке взвешенных наносов малых водотоков Украины // Труды УкрНИГМИ, 1977. Вып. 153. С. 58—65.
11. *Кирилюк М. І.* Водорегулююча роль лісу Українських Карпат // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Вип. 31: Географія. Чернівці: Вид-во ЧДУ, 1998. С. 3—8.
12. *Ковальчук І. П.* Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Інститут українознавства, 1997. 440 с.
13. *Ковальчук І. П.* Геоморфологические исследования флювиальных систем Карпатского и Вольно-Подольского регионов // Эрозионные и русловые процессы / Под ред. проф. Чалова Р. С. Вып. 3. М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 93—105.
14. *Комендар В.* Катастрофічні повені в Закарпатті: причини виникнення і заходи по запобіганню // Рідна природа. Т. 27. № 4—6. 1998. С. 7—11.
15. *Крись З. О.* Поселенные луга Украинских Карпат: флора, охрана и рациональное использование: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. К., 1992. 36 с.
16. *Кубышкин Г. П.* Водные ресурсы рек Карпат (в пределах УССР) // Информационный бюллетень. Метеорология и гидрология. № 7. К.: Наук. думка, 1964.
17. *Люттик П. М.* Ливневые паводки на реках Карпат в июне 1969, мае 1970 гг. // Труды УкрНИГМИ. 1971. Вып. 108. С. 75—85.
18. *Малі річки України: Довідник / За ред. А. В. Яцика.* К.: Урожай, 1991. 276 с.
19. *Масловская Л. И.* Карпатский водохозяйственный комплекс. Черновцы: Изд-во Черновицкого университета, 1982. 98 с.
20. *Молдованов А. И., Туат Салиха.* Сток взвешенных наносов северо-восточных склонов Карпат и Предкарпатья и его районирование методом множественной инверсии // Труды УкрНИГМИ. Вып. 201. М.: Гидрометеиздат, 1985. С. 132—143.
21. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 1998. Вип. 246. 216 с.
22. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 1999. Вип. 247. 260 с.
23. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 2000. Вип. 248. 260 с.
24. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 2001. Вип. 249. 304 с.
25. *Парпан В. И.* Структура, динамика, экологические основы рационального использования буковых лесов Карпатского региона: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Днепропетровск, 1994. 42 с.
26. *Природа Українських Карпат / Під ред. проф. К.І. Геренчука.* Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1968. 267 с.
27. *Ресурси поверхневих вод СРСР. Т. 6. (Україна і Молдавія).* Вип. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 884 с.
28. *Соседко М. Н.* Зависимость характеристик максимальных расходов воды дождевых паводков в бассейне Днестра от ландшафтных условий // Труды УкрНИГМИ. 1973. Вып. 123. С. 110—118.
29. *Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца.* К.: Урожай, 1987. 304 с.
30. *Стойко С. М.* Заповідники та пам'ятки природи Українських Карпат. Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1966. 141 с.
31. *Стойко С. М.* Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів // Український ліс. 1993. № 2. С. 11—17.

32. *Стойко С. М.* Причини катастрофічних паводків у Закарпатті та система екологічних профілактичних заходів їх попередження // Український ботанічний журнал. 2000. Т. 57. № 8. С. 11—21.
33. *Сусідко М. М., Лук'янець О. І.* Можливості оцінювання річкового стоку в Карпатах на найближчі роки з урахуванням його багаторічних коливань // Наукові праці НДГМІ. 1998. Вип. 246. С. 46—55.
34. *Тепловой и водный режим Украинских Карпат* / Под ред. проф. Л. И. Сакали. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 366 с.
35. *Цепенда М. В.* Водогосподарський баланс як засіб оптимізації проблем водоспоживання і водовідведення у річкових басейнах: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Чернівці, 2002. 20 с.
36. *Чубатий О. В.* Захисна роль Карпатських лісів. Ужгород: Карпати, 1969. 134 с.
37. *Швебс Г. И., Антонова С. А.* Современные тенденции изменения режима наносов рек Украины // Труды V Всесоюз. гидрол. съезда. Т. 10. Кн. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 155—160.
38. *Шерешевский А. И., Вишневский П. Ф.* Норма и изменчивость годового стока рек Украины // Гидробиол. журнал. 1997. Т. 33. № 3. С. 81—91.
39. *Mucha B.* Zmiany elementów klimatycznych w dorzeczu Górnego Dniestru w drugiej połowie XX wieku // Prace i Studia Geograficzne. Т. 29. Warszawa, 2001. S. 155—160.

SUMMARY

Ivan KOVALCHUK

HYDROLOGIC-GEOMORPHOLOGIC PROCESSES IN THE CARPATHIAN REGION OF UKRAINE

In the presented paper the analysis of present relief-forming processes prevalence in the Ukrainian Carpathian Mountains has been done. Assessment of the natural and man-made factors impacts on hydrologic regime of the rivers as well as evaluation of water-bearing, water balance and regime of water and sediments runoff have been worked out.