

Зміни транзитної денудації у річково-басейнових системах Східних Карпат

Ольга Пилипович^{1*} (<https://orcid.org/0000-0002-7972-9202>), Іван Ковальчук² (<https://orcid.org/0000-0002-2164-1259>), Андрій Михнович¹ (<https://orcid.org/0000-0003-3907-5491>), Юрій Андрейчук¹ (<https://orcid.org/0000-0002-4940-4319>)

¹Львівський Національний університет імені Івана Франка,

²Національний університет біоресурсів та природокористування,

*olha.pylypovych@gmail.com

Анотація. Для досліджень обрано два річкові басейни, які охоплені моніторинговими спостереженнями за витратами води, рівнями води та витратами завислих наносів: р. Орява (лівий доплив р. Опір до гідропоста у с. Святослав) та р. Бистриця (правий доплив р. Дністер до гідропоста у с. Велика Озими́на (Львівська область)). Обидва водозбори мають майже однакову площу, схожі морфометричні параметри, але різні гідрокліматичні умови та різні коефіцієнти лісистості.

У процесі досліджень проаналізовано зв'язки між витратами води, сумами опадів та витратами завислих наносів. Особливості динаміки витрат води засвідчили різницю морфологічних умов русла обох річок. Співставлення динаміки річних сум атмосферних опадів і витрат води засвідчили вирішальну роль у формуванні поверхневого стоку води нерівномірності випадіння атмосферних опадів упродовж року.

Середні багаторічні модулі стоку завислих наносів у сточищі р. Бистриці у 2,3 рази більші, ніж Оряви. Однак цього недостатньо, щоб зробити висновок про меншу транзитну денудацію і, відповідно, схилу ерозію у сточищі Оряви. Отож, для попередньої оцінки залежностей між досліджуваними показниками і впливу на них різних чинників побудовано серію спарених графіків багаторічної динаміки показників. Виявлено відмінності у гранулометричному складі наносів обох річкових систем. Порушена еквідистантність між лініями на аналізованих графіках засвідчує впливи певних сторонніх чинників, яких у випадку Бистриці є дещо більше, ніж Оряви. Цей факт узгоджується з висновками науковців про більший ступінь антропогенної перетвореності і сильніші впливи у басейні Бистриці до с. Велика Озими́на. Виявлення цих чинників впливу і їхня кількісна оцінка є перспективним завданням наступних етапів дослідження.

Дослідження підтверджують визначальний вплив гранулометричного складу наносів на залежність між витратами наносів і води в досліджуваних річкових системах.

Оскільки відсоткова частка найдрібніших фракцій завислих наносів є суттєво більшою у багатоводному році, то з великою ймовірністю це засвідчує активізацію схилової ерозії ґрунтів. Відсутність серед завислих наносів річки Оряви (с. Святослав) фракцій понад 0,5 мм, ймовірно, може бути спричинена каскадом водонапускних споруд і ставків форельного господарства. Водночас це може частково пояснювати перевищення показників витрат завислих наносів у басейні Бистриці (с. Велика Озими́на) над Орявою (с. Святослав). Для підтвердження таких висновків і припущень необхідно співставляти й аналізувати гранулометричний склад не лише завислих, а й донних наносів і їхнього переміщення руслом.

Ключові слова: річкова система; водозбір; витрата води; витрата завислих наносів; модуль стоку завислих наносів; річка Бистриця; річка Орява.

The changes of the transit denudation in the river basin systems of the Eastern Carpathians

Olha Pylypovych^{1*} (<https://orcid.org/0000-0002-7972-9202>), **Ivan Kovalchuk**² (<https://orcid.org/0000-0002-2164-1259>), **Andriy Mykhnovych**¹ (<https://orcid.org/0000-0003-3907-5491>), **Yuriy Andreychuk**¹ (<https://orcid.org/0000-0002-4940-4319>)

¹*Ivan Franko National University of Lviv,*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*olha.pylypovych@lnu.edu.ua

Abstract. Two river basins were chosen for the research. Both of them are monitored by water levels, water discharge and suspended sediments runoff: the Oriava River (left tributary of the Opir River, the gauging station – Sviatoslav) and the Bystrytsia River (right tributary of the Dnister River, the gauging station – Velyka Ozymyna). Both river basins have similar catchment area, morphometric parameters, but different forestry coefficients and hydro-climatic conditions.

By the research the relations between the water discharge, precipitation and suspended sediments runoff have been analyzed. The water discharge dynamics features testify about difference in the morphometric conditions of the river beds. The matching of the year precipitation and water discharges testifies about determinative role of the precipitation irregularity in the surface runoff forming.

The mean annual suspended sediments runoff modules in the Bystrytsia catchment 2.3 times larger than in the Oriava catchment. But this data is not enough to conclude about lesser transit denudation and slope erosion in the Oriava basin. Therefore, with the aim of preliminary assessment of the relations between the analyzed parameters and influence of different factors including human activities the series of twin graphs for many years dynamics of the parameters. The differences in sediments granulometry of the two river systems have been ascertained. The disturbed equidistance between the graphs of testifies on some factors influences which is more characteristic for the Bystrytsia river than Oriava. This fact concords with the conclusions of the scientists concerning relatively higher level of man-made affection of the Bystrytsia River basin. Ascertaining of these factors and their quantitative assessment are the perspective task for the next research stages.

The investigations also confirm the determinative influence of the granulometric composition of sediments on the relations between the water discharge and suspended sediments runoff in the researched river systems.

Since the portion of the smallest fractions of the suspended sediments is considerably bigger in the abounding in water years, this fact confirms the conclusion about high level slope erosion in such years. Absence of the fractions more than 0.5 mm in the suspended sediments load in the Oriava River may be caused by the cascade of the dams and ponds of the trout farm in its main river course. At the same time it can partly explain the higher parameters of the suspended sediments runoff in the Bystrytsia (Velyka Ozymyna) in comparison to the Oriava (Sviatoslav). To confirm such conclusions it is necessary to match and analyze the granulometric composition of the not only suspended sediments, but also bottom ones and their transition through the river bed.

Key words: river system; river catchment; water discharge; suspended sediments runoff; Bystrytsia River; Oriava River.

Вступ. Інтенсивне лісокористування, яке є одним із найдавніших антропогенних впливів на екосистеми, і надмірна лісозаготівля зумовлюють

виникнення у горах знеліснених територій на значних площах, спричиняючи суттєве зменшення біорізноманіття та активізацію гідрологічних і геоморфологічних процесів, що впливає на зміну мікроклімату тощо. Зокрема, помітними наслідками зменшення лісистості є значне підвищення температури повітря та зменшення його вологості, а також зміна водного режиму ґрунтів, збільшення ґрунтового та поверхневого стоку води і нерівномірності його розподілу впродовж сезонів, формування епізодичних екстремально високих паводків. Окрім того, періодично активізуються схилова і ґрунтова ерозія, яка набула значних масштабів вже у 60–70-х роках ХХ ст. унаслідок масового вирубування Карпатських лісів (Горшенін, 1972; Ковальчук, 1997). Після незначної рецесії ці процеси посилюються у ХХІ столітті, що, окрім суцільного вирубування лісів, спричинене також зростанням туристично-рекреаційного навантаження на гірські ландшафти і видобуванням будівельної сировини з русел річок. Саме тому метою наших досліджень було проаналізувати тривалі ряди даних стоку завислих наносів у річкових басейнових системах зі схожими морфологічними параметрами, але з різним антропогенним навантаженням.

Дослідженню проблеми вирубування лісів та його впливу на активізацію гідрогеоморфологічних процесів присвячені праці Н. Горшеніна (1972), В. Олійника (2010, 2013), І. Ковальчука, О. Ободовського, А. Михновича та інших (Ковальчук, 1997, 2003; Ковальчук і Михнович, 2006, 2008; Ковальчук, Пилипович, Венгринович, 2010; Ковальчук, Ободовський, Ющенко, 2008; Пилипович, Ковальчук, 2017), О. Пилипович (2005), М. Ромашенка і Д. Савчука (2002), С. Стойка (1993, 2009), П. Третяка (2018), О. Чубатого (1984), І. Шпака (1968), Ю. Ющенко (2004, 2009), К. Кжеменя (2003), А. Лайчака (1989, 2014), А. Котарби (1987) та інших вчених. Зокрема, у своїх працях Н. Горшенін (1972) вказує, обсяги змиву ґрунту які відбуваються у перший, другий, четвертий тощо роки після вирубування лісу; В. Олійником (2013) проаналізовано лісовий покрив річкових басейнів Передкарпаття та вказано на його стокорегулюючу роль, досліджено гідрологічну роль лісів Українських Карпат, здійснено стаціонарні експериментальні лісогідрологічні дослідження у Карпатах тощо; І. Ковальчук (1997, 2003), О. Пилипович (2005), А. Михнович (2006) вивчали інтенсивність механічної денудації у межах басейнів річок з різним ступенем лісистості, здійснювали напівстаціонарні дослідження за впливом вирубувань на інтенсивність ерозійних процесів в межах річкових басейнів Карпатського та Подільського регіонів, розраховували природну та антропогенну складові механічної денудації басейнових систем Верхнього Дністра тощо. П. Третяк (2018), С. Стойка (1993, 2009), М. Ромашенко і Д. Савчук (2002) вивчали вплив вирубувань лісу на стокорегулювальну та кліматоутворювальну функції лісу. Зокрема, П. Третяком рекомендовано збільшувати продуктивність лісів з огляду не лише на збагачення приземної атмосфери киснем та водяною парою, й на охолодження атмосферного повітря, що відбувається внаслідок споживання енергії процесами фотосинтезу та супутньої транспірації.

Іноземні науковці А. Łajczak (1989, 2014), К. Krzemien (2003), А. Kotarba, L. Kaszowski і К. Krzemien (1987) вивчали інтенсивність ерозійних процесів і транзитної денудації під впливом різних видів антропогенної діяльності, у тому числі вирубувань лісу. Такі дослідження стосувалися Татр, Польських Бескидів, а згодом - гірських регіонів Великої Британії, інших країн світу.

Методика досліджень. Детально вивчати вплив лісистості на розвиток гідрологічних і геоморфологічних процесів можна двома шляхами: перший – це стаціонарні та напівстаціонарні дослідження на ділянках схилів з різною лісистістю, другий – це аналіз довготривалих рядів даних гідрологічних спостережень. Наприклад, доцільно аналізувати витрати завислих наносів, модулі стоку завислих наносів, витрати води, суми атмосферних опадів тощо, які отримано в результаті стаціонарних спостережень у межах басейнів річок з однаковою площею, характером рельєфу та геологічною будовою, властивостями ґрунтів, але різною лісистістю водозбору. Ми пішли другим шляхом і, попри труднощі у пошуку модельних басейнів-аналогів річок з однаковою площею, але різною лісистістю, підібрали водозбори, в межах яких Гідрометеослужба України здійснює моніторингові спостереження за витратами води, рівнями води та витратами завислих наносів. Ними виявились басейни р. Оряви (лівий доплив р. Опір до гідропоста у с. Святослав) та р. Бистриця (правий доплив р. Дністер до гідропоста у с. Велика Озимина (Львівська область)). Обидва водозбори мають майже однакову площу, схожі морфометричні параметри, проте різні гідрокліматичні умови та різні коефіцієнти лісистості, що відображено на рисунках 1–3 та таблиці 1.

Отже, основними методами досягнення мети були методи статистичного аналізу рядів даних, метод кореляційних зв'язків, геоінформаційного картографічного моделювання, описово-порівняльного аналізу, стаціонарних, напівстаціонарних та польових досліджень.

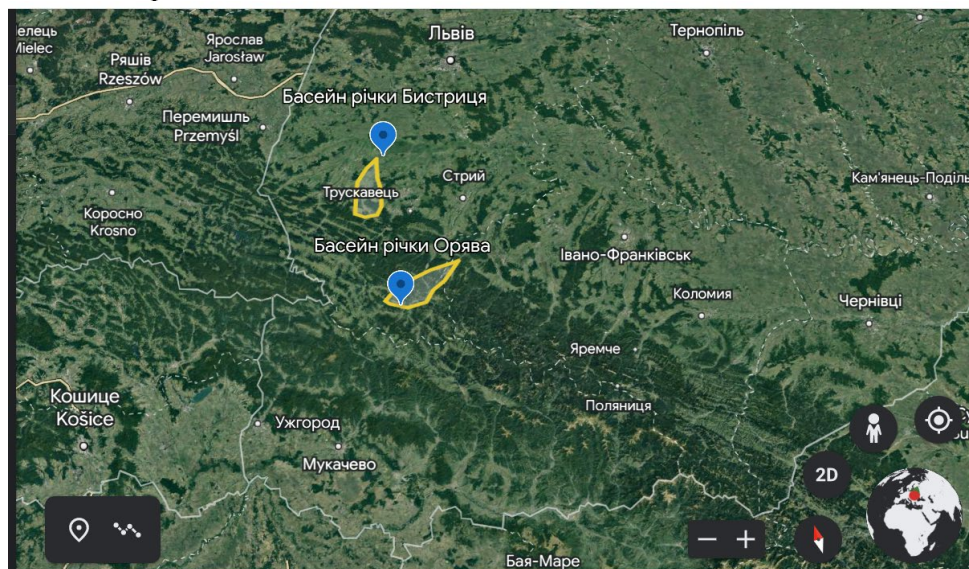


Рис. 1. Розташування модельних басейнів річок Бистриця та Оряви на космоснімку Google Earth (<https://earth.google.com/web>)

Fig. 1. Location of the researched river basins Bystrytsia and Oriava on the Google Earth image (<https://earth.google.com/web>)

Басейн р. Оряви розташований у межах так званої скибової (або зовнішньої) зони Карпатської складчастої дуги. До скиб зони приурочені гребені гірських хребтів і вершини, а між ними простягаються поздовжні долини. Орява протікає

в межах Орівської скиби та скиби Парашки (Кравчук, 2005). Витоки Оряви (вздовж села Орява) слугують частковою межею між Скибовою та Кросненською зонами (Кравчук, 2005). Площа басейну Оряви становить 204 км², довжина головної річки — 25 км, середній похил річки – 15,2 ‰, похил басейну – 314 ‰ (табл. 1). У межах басейну поширені бурі гірсько-лісові щебенюваті ґрунти.

Басейн Бистриці розташований у межах двох геоморфологічних областей: верхня частина басейну лежить у межах області Скибових Карпат, району Верхньодністерські Бескиди (Підбузький підрайон), нижня частина – в межах області Передкарпаття, району Дрогобицької денудаційно-аккумулятивної височини. Площа басейну Бистриці становить 206 км², довжина річки до гідропоста у с. Велика Озимина становить 38 км, середній похил річки – 9,1 ‰, похил басейну – 152 ‰ (табл. 1). У межах басейнової системи поширені дернові середньо- та сильно-опідзолені ґрунти.

Результати досліджень. Бачимо з даних, представлених у таблиці 1 та на рисунках 2–5, басейн р. Оряви має більший похил схилів, більший похил русла, високі показники річних сум опадів і значно вищий показник лісистості, порівняно з басейном р. Бистриці. Лісистість басейнів розраховано на основі топографічних карт 1990 р. масштабу 1:50 000. Водночас у басейні р. Бистриці спостерігають високі показники транзитної денудації, що засвідчують параметри каламутності потоку, витрати завислих наносів та модулі стоку завислих наносів. Це означає, що під час екстремальних опадів у басейні р. Бистриці інтенсивність ерозійних процесів у рази вища, ніж у басейні р. Оряви.

Таблиця 1. Основні гідроморфологічні характеристики модельних водозборів

Table 1. The main hydromorphological parameters of the researched catchments

Гідроморфологічні показники	Басейн р. Орява (до с. Святослав)	Басейн р. Бистриця (до с. Велика Озимина)
Площа водозбору	204 км ²	206 км ²
Середній похил річки	15,2 ‰	9,1 ‰
Середній похил водозбору	314 ‰	152 ‰
Довжина річки (до гідропоста)	25 км	38 км
Середня висота водозбору	860	520
Коефіцієнт лісистості	73 %	27 %
Середня багаторічна витрата води	3,57 м ³ /с	2,53 м ³ /с
Максимальна витрата води	489 м ³ /с	216 м ³ /с
Середньобагаторічна сума опадів	1006,8 мм	648,5 мм
Середній багаторічний показник модуля стоку завислих наносів	65 т/км ² за рік	148,7 т/км ² за рік
Максимальний річний показник модуля стоку завислих наносів	260 т/км ² за рік	1 400 т/км ² за рік

Для верифікації зазначеної інформації необхідно проаналізувати зв'язки між витратами води, сумами опадів та витратами завислих наносів. Для цього нами побудовано графіки річних сум опадів за 2011–2020 рр., середньорічних витрат води за 1956–2020 рр., середньорічних модулів стоку завислих наносів за період 1977–2020 рр., середньорічних витрат завислих наносів за 2003–2020 рр.,

середніх річних витрат завислих наносів для багатоводного 2020 та маловодного 2005 років. Аналіз цих даних дає змогу зробити певні висновки та узагальнення.

Річка Орява є багатоводнішою, ніж р. Бистриця. Середній багаторічний показник витрат води в Оряві становить $3,57 \text{ м}^3/\text{с}$, у Бистриці – $2,53 \text{ м}^3/\text{с}$.

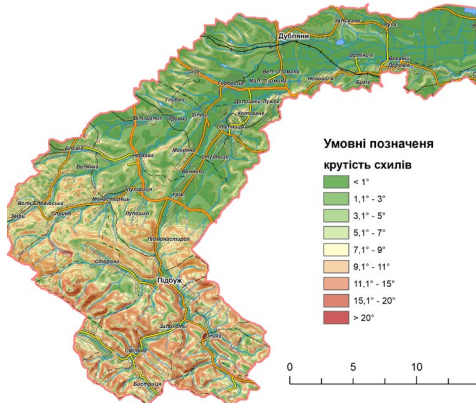


Рис. 2. Орографічна схема басейну р. Бистриці
Fig. 2. Orography of the Bystrytsia catchment

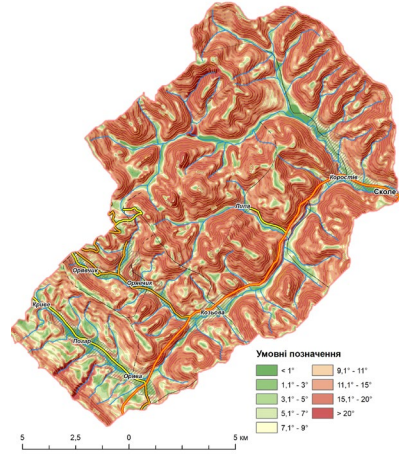


Рис. 3. Орографічна схема басейну р. Оряви
Fig. 3. Orography of the Oriava catchment

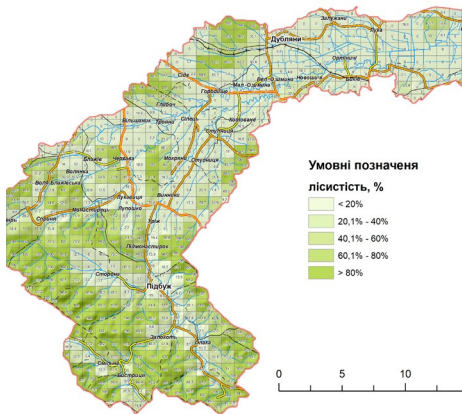


Рис. 4. Лісистість водозбору р. Бистриці
Fig. 4. Forestry of the Bystrytsia basin

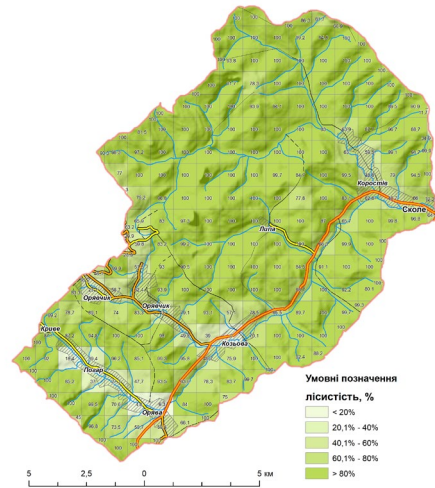


Рис. 5. Лісистість водозбору р. Оряви
Fig. 5. Forestry of the Oriava basin

Дослідження упродовж 1956–2020 років засвідчують, що лише у 1980, 2017, 2018 і 2020 рр. витрати води в р. Бистриці були вищими, ніж в р. Орява (рис. 6).

Максимальні витрати води у р. Орява становили 5,56 м³/с і спостерігались 1970 року, у р. Бистриці – 5,44 м³/с (1980).

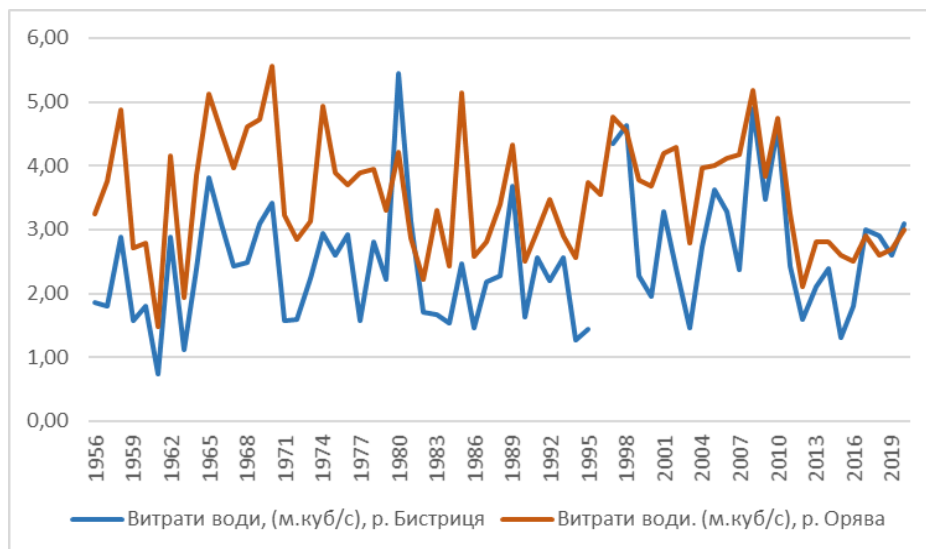


Рис. 6. Динаміка середньорічних витрат води у р. Бистриці (с. Велика Озимина) та р. Орява (с. Святослав) 1956–2020 рр.

Fig. 6. Dynamics of the mean annual water discharge in the Bystrytsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the period 1956–2020

Обговорення. Особливості динаміки витрат води засвідчують різницю морфологічних умов русла обох річок, натомість для порівняння водності обидвох річкових систем і басейнів необхідно порівняти модулі стоку води.

Між витратами води у р. Бистриці та р. Оряві є тісні кореляційні зв'язки, коефіцієнт кореляції становить 0,81, що загалом може засвідчити дещо схожі умови формування поверхневого стоку води в обох басейнах. Однак, існують і суттєві відмінності. Зокрема, протягом 2011–2020 рр. витрати води в обох річках були помітно меншими, ніж у попередні роки, при чому різниця дещо більше виражена у випадку Оряви. Натомість варто звернути увагу, що за незмінного перевищення річних сум атмосферних опадів у басейні Оряви над сумами опадів у сточищі Бистриці, протягом 2017, 2018 і 2020 років витрати води у руслі останньої (с. Велика Озимина) перевищили витрати води у руслі Оряви (Святослав). Такий факт також засвідчує висновок щодо неоднакових умов і процесів формування поверхневого стоку обох басейнів. Попри те, що верхні частини водозборів розташовані у межах геоморфологічної області Скибових Карпат, в басейні р. Оряви річні суми опадів значно вищі, ніж у басейні р. Бистриці – 1006,8 мм та 648,5 мм відповідно (рис. 7). Також більшими у басейні р. Оряви є максимальні добові суми опадів. Наприклад, у багатоводний 2008 р. максимальна добова сума опадів у липні тут становила 110,4 мм, натомість у басейні р. Бистриці максимальна добова сума опадів у липні сягала 23 мм, що, зрештою, не дивно і пояснюємо, як загалом вищим розташуванням Оряви над рівнем моря, так і суттєвою різницею в абсолютній висоті місцевості

гідрометеопостів с. Святослава та Озимини. З огляду на це, можемо припускати, що ерозійний потенціал у басейні р. Оряви вищий, ніж у басейні р. Бистриці.

Щодо середніх багаторічних модулів стоку завислих наносів у досліджуваних басейнах зазначимо, що у сточищі р. Бистриці вони у 2,3 раза вищі, ніж у басейні р. Оряви. Відповідно, середньобагаторічний модуль стоку наносів за 1977–2020 рр. у басейні р. Бистриці становив 148,7 т/км² за рік, а у басейні р. Оряви – 64,08 т/км² за рік. Також для басейну р. Бистриці характерні здебільшого помітно вищі максимальні показники модуля стоку завислих наносів, порівнянно з водозбором Оряви (с. Святослав) за 1977–2020 рр. (рис. 8). Водночас найвищі модулі стоку завислих наносів у басейні р. Бистриці спостерігали 1998 р. (1400 т/км² за рік) та 2008 р. (780 т/км² за рік), тоді як у басейні р. Оряви максимальні показники спостерігали 1989 р. (200 т/км² за рік) та 2008 р. (260 т/км² за рік). Траплялись і періоди синхронної динаміки максимальних річних модулів стоку наносів на однаковому рівні для обох водозборів. Йдеться, зокрема, про 1981–1990, 2000–2004 роки. Зважаючи на викладені факти, можна зробити обережний висновок: у басейні р. Оряви спостерігається помітно менша інтенсивність транзитної денудації. Але чи відбувається так насправді?

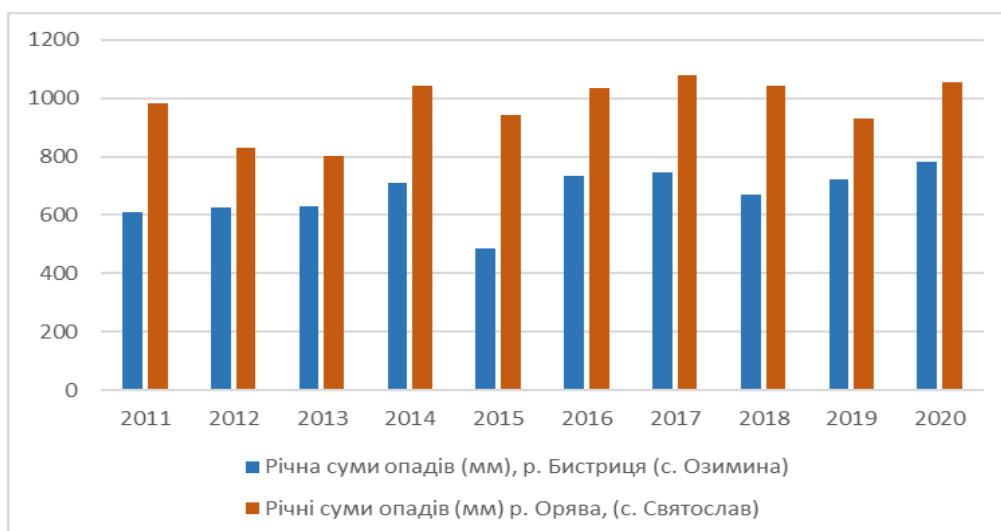


Рис. 7. Динаміка річних сум опадів у басейні р. Бистриці (с. Велика Озими́на) та р. Орява (с. Святослав), 2011–2020 рр.

Fig. 7. Dynamics of the annual precipitation in the Bystrytsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the period 2011–2020

Для попередньої оцінки взаємозалежностей між досліджуваними показниками і впливу на них різних чинників побудована серія спарених графіків багаторічної динаміки показників (рис. 9, 10).

Як бачимо, чим більша є витрата води, тим більша є витрата наносів. Однак залежність не є прямолінійною. Кількість завислих наносів з кожним наступним метром кубічним води за секунду, що проходить у створі, зростає майже геометрично.

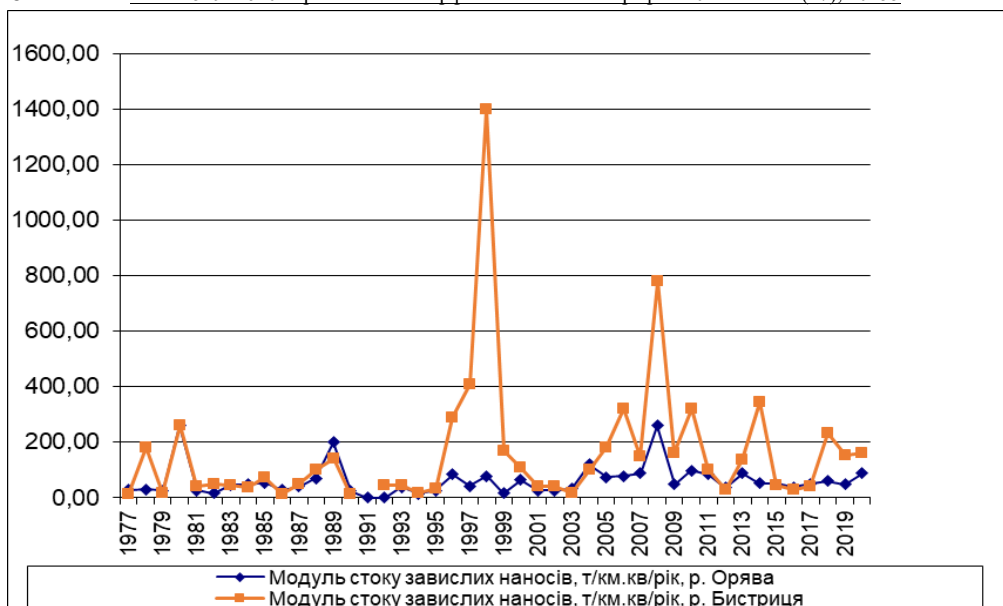


Рис. 8. Динаміка максимальних річних модулів стоку завислих наносів у р. Бистриці (с. Велика Озими́на) та р. Оряві (с. Святослав) 1977–2020 рр.
Fig. 8. Dynamics of the maximal annual suspended sediments runoff modules in the Bystritsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the period 1977–2020

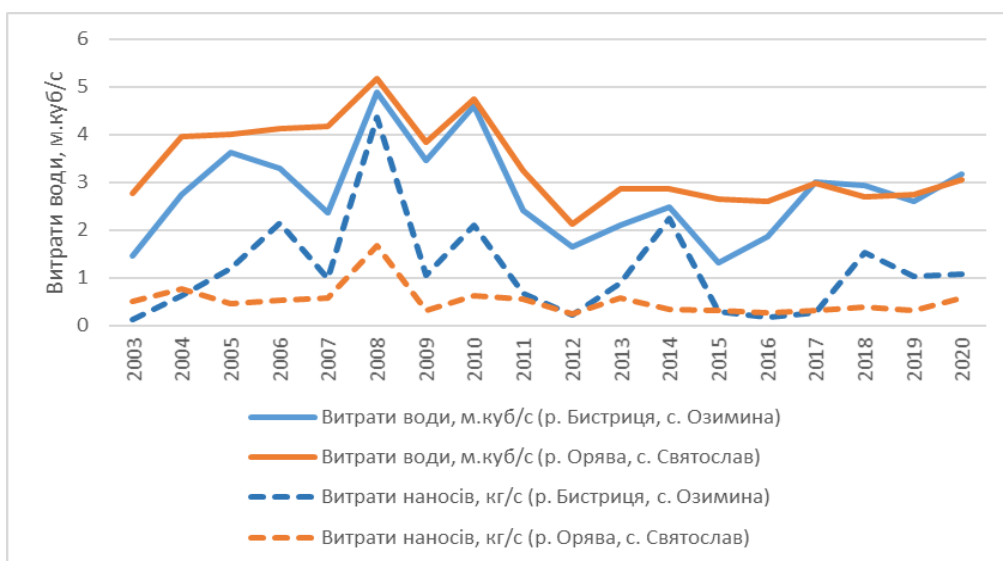


Рис. 9. Суміщені графіки динаміки витрат води і завислих наносів за 2003–2020 роки для річок Бистриці (с. Велика Озими́на) і Орява (с. Святослав)
Fig. 9. Matched graphs of the water discharge and suspended sediments runoff in the Bystritsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the period 2003–2020

Вертикальна відстань між кривими витрат води і наносів засвідчує відмінності у гранулометричному складі наносів в обох річкових системах. У басейні Бистриці переважають дрібні фракції, що підтверджується більшою

каламутністю води в її руслі. Отже, менша витрата і швидкість потоку здатна транспортувати завислі наноси. Натомість у руслі Оряви для транспортування наносів, фракція яких є значно більшою, потрібні значно більша швидкість потоку та, відповідно, його енергія і витрати води. А от порушена еквідистантність між лініями на графіку засвідчує впливи певних сторонніх чинників, яких у випадку Бистриці є дещо більше, ніж Оряви. Цей факт узгоджується з висновками науковців про більший ступінь антропогенної перетвореності і сильніші впливи у басейні Бистриці до с. Велика Озимина. Виявлення цих чинників впливу і їхня кількісна оцінка – перспективне завдання наступних етапів дослідження.

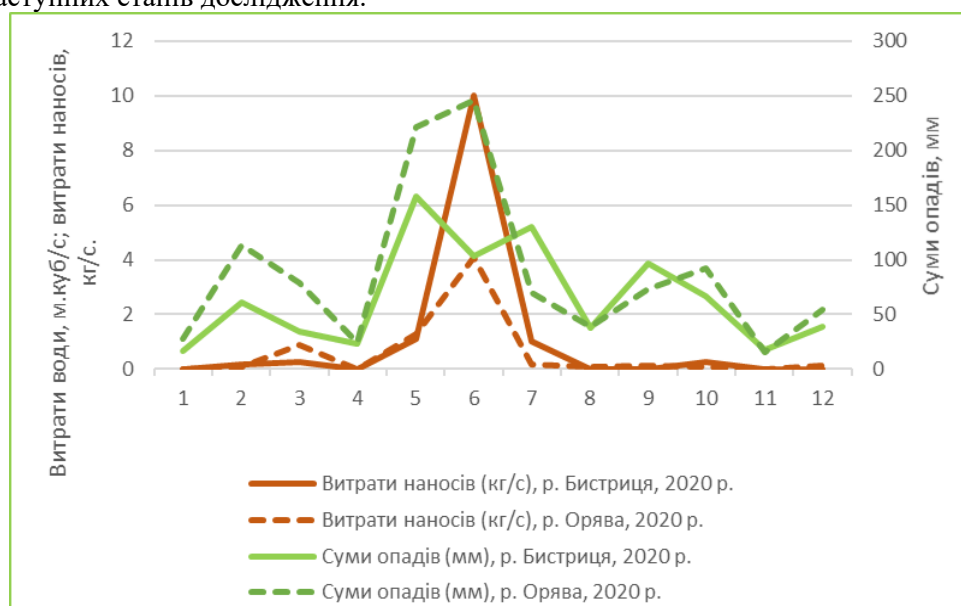


Рис. 10. Суміщені графіки динаміки річних сум опадів і витрат завислих наносів за 2003–2020 роки для річок Бистриці (с. Велика Озимина) та Оряви (с. Святослав)

Fig. 10. Matched graphs of the precipitation and suspended sediments runoff in the Bystrytsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the period 2003–2020

Попередній висновок підтверджується і порівнянням графіків річних сум атмосферних опадів і витрат завислих наносів (див. рис. 10).

На рисунку так само простежуємо помітну турбулентність зв'язків між кількістю опадів і витратами наносів для басейну Бистриці (с. Велика Озимина). Очевидно, що причиною окрім можливих сторонніх впливів антропогенного характеру, є нерівномірність розподілу атмосферних опадів упродовж року. Звідси робимо висновок про необхідність побудови та аналізу суміщених графіків не багаторічних, а щоденних сум атмосферних опадів, витрат води і наносів, що даватиме змогу кількісно оцінити взаємозалежність між цими показниками і виявити, як на ці залежності впливає лісистість водозбору.

На цьому ж етапі досліджень побудовані також суміщені графіки аналізованих трьох показників у місячному розрізі для гідрологічно характерних багатоводного і маловодного років (рис. 11, 12). Вони, як видно, підтверджують

визначальний вплив гранулометричного складу наносів на залежність між витратами наносів і води в досліджуваних річкових системах. Зокрема, стік наносів у басейні Бистриці (с. Велика Озимина) починає помітно зростати при витратах 2–3 м³/с і більше. У басейні Оряви (с. Святослав) витрати наносів починають збільшуватись при витратах води понад 4 м³/с.

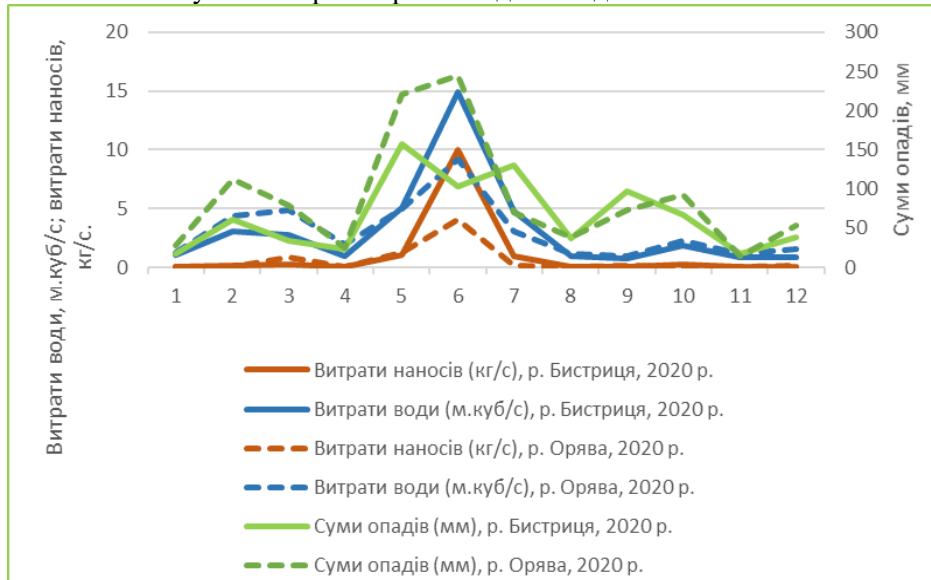


Рис. 11. Середньомісячні витрати води, витрати завислих наносів та суми опадів в басейні р. Бистриці (с. Велика Озимина) та р. Орява (с. Святослав) для багатоводного 2020 р.

Fig. 11. Mean monthly water discharge, suspended sediments runoff and precipitation in the Bystrytsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the abundant year 2020

Порівняння динаміки річних сум атмосферних опадів і витрат води зайвий раз засвідчує вирішальну роль у формуванні поверхневого стоку води нерівномірності випадіння атмосферних опадів упродовж року. Звідси випливає перспектива необхідності переходу під час факторного аналізу з середньорічних і середньомісячних показників на середньодобові й одномоментні.

З метою встановлення причин відмінностей у режимі витрат завислих наносів і їхньої залежності від витрат води між досліджуваними басейнами проаналізовано гранулометричний склад завислих наносів (рис. 13, 14).

З наведених діаграм можна зробити такі висновки. Оскільки величина відсоткових часток найдрібніших фракцій завислих наносів є суттєво більшою у багатоводному році, то з великою ймовірністю це засвідчує активізацію схилової ерозії ґрунтів, оскільки у руслах домінують великі фракції. Важливим є факт відсутності серед завислих наносів річки Оряви (с. Святослав) фракцій понад 0,5 мм. Ймовірною причиною може бути каскад водонапускних споруд і ставків форельного господарства. Водночас це може частково пояснювати перевищення показників витрат завислих наносів у басейні Бистриці (с. Велика Озимина) над Орявою (с. Святослав). Окрім того, іншою причиною, ймовірно, є вищий показник розораності басейну Бистриці ніж Оряви. Для підтвердження таких висновків і припущень необхідно співставляти і проаналізувати

гранулометричний склад не лише завислих, а і донних наносів і їхнього переміщення руслом.

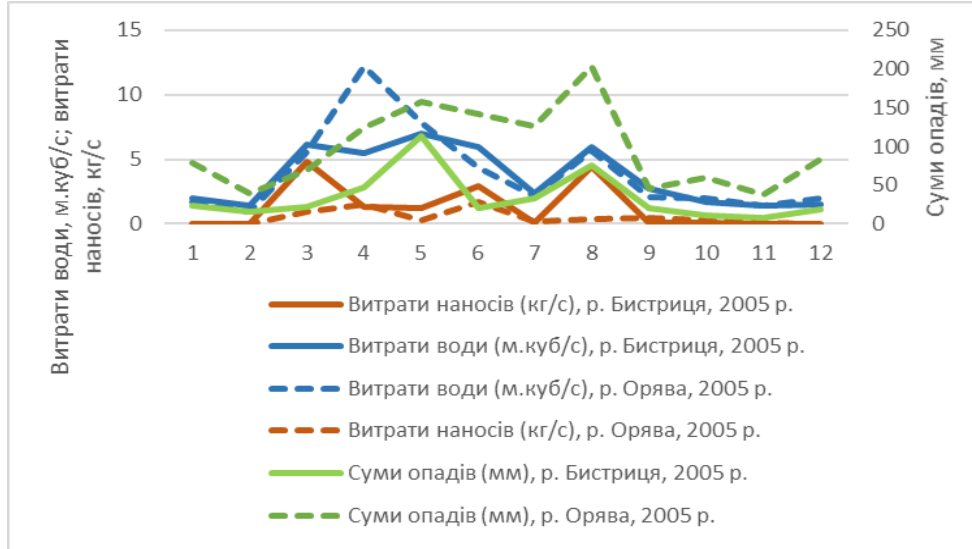


Рис. 12. Середньомісячні витрати води, витрати завислих наносів та суми опадів у басейні р. Бистриці (с. Велика Озимина) та р. Оряви (с. Святослав) для маловодного 2005 р.

Fig. 11. Mean monthly water discharge, suspended sediments runoff and precipitation in the Bystritsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in law in water year 2005

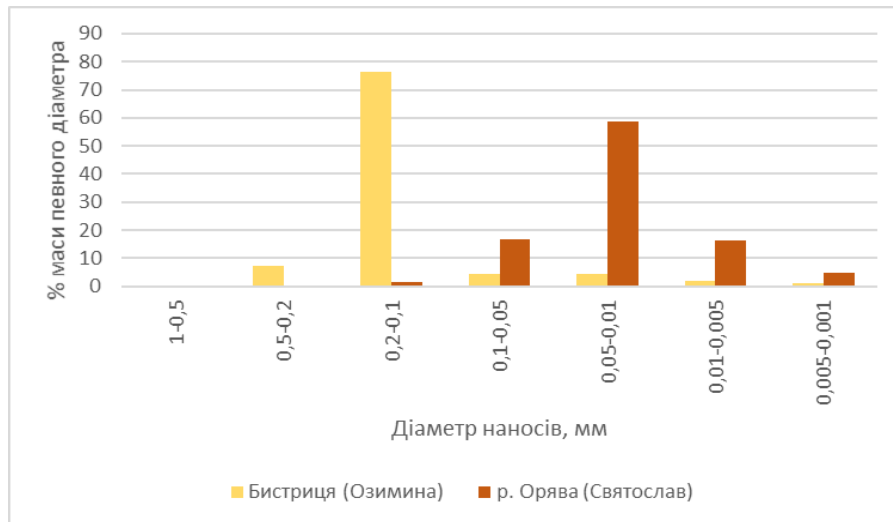


Рис. 13. Гранулометричний склад завислих наносів для маловодного року (березень, 2005 р.)

Fig. 13. Granulometric composition of the suspended sediments in the Bystritsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the law in water year 2005

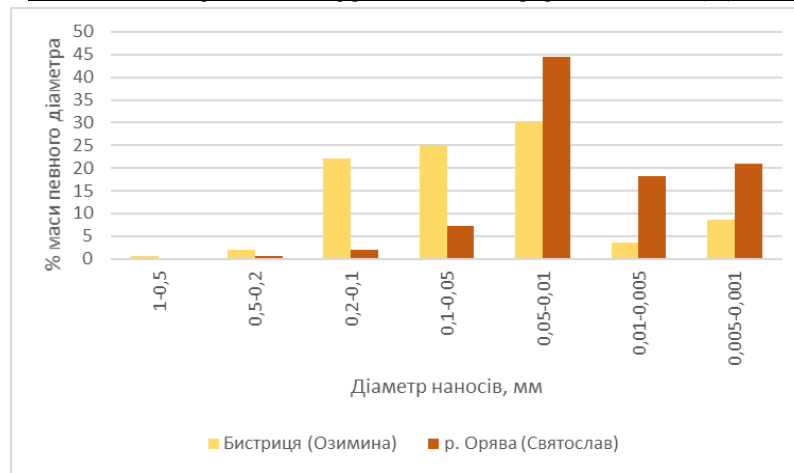


Рис. 14. Гранулометричний склад завислих наносів для багатоводного року (березень, 2008 р.)

Fig. 14. Granulometric composition of the suspended sediments in the Bystritsia (Velyka Ozymyna) and Oriava (Sviatoslav) in the abundant water year 2008

Висновки та перспективи подальших досліджень. У процесі досліджень проаналізовано зв'язки між витратами води, сумами опадів та витратами завислих наносів. Аналіз цих даних дає підстави зробити такі висновки.

Особливості динаміки витрат води засвідчують різницю морфологічних умов русла обох річок. За незмінного перевищення річних сум атмосферних опадів у басейні Оряви над сумами опадів у сточищі Бистриці за 2017, 2018 і 2020 роки витрати води у руслі останньої (с. Велика Озими́на) перевищили витрати води у руслі Оряви (с. Святослав), що підтверджує висновок про неоднакові умови і процеси формування поверхневого стоку обох басейнів.

Порівняння динаміки річних сум атмосферних опадів і витрат води вкотре підтверджує вирішальну роль у формуванні поверхневого стоку води нерівномірності випадіння атмосферних опадів впродовж року. Звідси випливає перспектива необхідності переходу під час факторного аналізу з середньорічних і середньомісячних показників на середньодобові й одномоментні.

Щодо середніх багаторічних модулів стоку завислих наносів у досліджуваних басейнах, зазначимо, що у сточищі р. Бистриці вони у 2,3 рази вищі, ніж Оряви. Однак цього недостатньо, щоб зробити висновок про меншу транзитну денудацію і, відповідно, схилу ерозію у сточищі Оряви. Отож, для попередньої оцінки взаємозалежностей між досліджуваними показниками і впливу на них різних чинників побудовано серію спарених графіків багаторічної динаміки показників. Вертикальна відстань між кривими витрат води і наносів засвідчує відмінності у гранулометричному складі наносів в обох річкових системах. У басейні Бистриці переважають дрібні фракції. Оотже, менша витрата і швидкість потоку здатна транспортувати завислі наноси. Натомість у руслі Оряви для транспортування наносів, фракція яких є більшою, необхідна значно більша швидкість потоку.

Порушена еквідистантність між лініями на графіку засвідчує впливи певних сторонніх чинників, яких у випадку Бистриці є дещо більше, ніж Оряви. Цей

факт узгоджується з висновками науковців щодо більшого ступеня антропогенної перетвореності і сильніших впливів у басейні Бистриці до села Велика Озими́на. Виявлення цих чинників впливу і їхня кількісна оцінка є перспективним завданням наступних етапів дослідження.

Попередній висновок підтверджується також порівнянням графіків річних сум атмосферних опадів і витрат завислих наносів, на яких простежуємо помітну турбулентність зв'язків між двома показниками для басейну Бистриці (с. Велика Озими́на). Очевидно, що причиною окрім можливих сторонніх впливів антропогенного характеру, є нерівномірність розподілу атмосферних опадів упродовж року. Звідси робимо висновок щодо необхідності побудови й аналізу суміщених графіків не багаторічних, а щоденних сум атмосферних опадів, витрат води і наносів, що даватиме змогу кількісно оцінити взаємозалежність між цими показниками і виявити впливи на ці залежності лісистості водозбору.

Побудовані суміщені графіки трьох аналізованих показників у місячному розрізі для багатоводного і маловодного років підтверджують визначальний вплив гранулометричного складу наносів на залежність між витратами наносів і води в досліджуваних річкових системах. Зокрема, стік наносів у сточищі Бистриці (с. Велика Озими́на) починає помітно зростати при витратах $2 \text{ м}^3/\text{с}$ і більше, а Оряви (с. Святослав) – витрати наносів починають збільшуватись при витратах води понад $4 \text{ м}^3/\text{с}$.

Оскільки відсоткова частка найдрібніших фракцій завислих наносів є суттєво більшою у багатоводному році, то з великою ймовірністю це засвідчує активізацію схилової ерозії ґрунтів, оскільки у руслах домінують великі фракції. Відсутність серед завислих наносів річки Оряви (с. Святослав) фракцій понад $0,5 \text{ мм}$, ймовірно, може спричинити каскад водонапускних споруд і ставків форельного господарства. Водночас це може частково пояснювати перевищення показників витрат завислих наносів у басейні Бистриці (с. Велика Озими́на) над Орявою (с. Святослав). Для підтвердження таких висновків і припущень необхідно порівняти і проаналізувати гранулометричний склад не лише завислих, а і донних наносів і їхнього переміщення руслом.

Подяка. Дослідження виконано в рамках теми П2-БФ "Географічні основи збалансованого використання басейнових систем в умовах зміни клімату".

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

- Горшенін М. М., Пешко В. С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. Львів, 1972. 148 с.
- Ковальчук І. Гідролого-геоморфологічні процеси в Карпатському регіоні України // Праці НТШ. Т. 12. Екологія. Львів : НТШ, 2003. С. 101–125.
- Ковальчук І., Михнович А. Моделювання паводків у долині Верхнього Дністра // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Том XXIII. Екологічний збірник. Дослідження біотичного й ландшафтного розмаїття та його збереження. На пошану професора Костянтина Малиновського. Львів, 2008. С. 293–312.
- Ковальчук І., Михнович А. Причини, масштаби та екологічні наслідки розвитку екзогенних процесів у басейнах річок Українських Карпат // матеріали наукової конференції Гуцульщина на зламі століть: Проблеми і перспективи. Косів, 2006. С. 48–60.

- Ковальчук І., Пилипович О., Венгринович О. Кількісна оцінка механічної денудації в карпатській частині басейну Дністра: природна та антропогенна складова // Фізична географія та геоморфологія. Київ. Обрії, 2010. 1/58. С. 78–87.
- Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів : Вид-во Інституту Українознавства, 1997. 440 с.
- Ковальчук І. П., Ободовський О. Г., Ющенко Ю. С. Гідроекологічні дослідження річок Українських Карпат: передумови, методичні засади, здобутки, проблеми // Географія в інформаційному суспільстві. зб. наук. праць у 4-х т. Київ. Обрії, 2008. Т. I. С. 110–119.
- Кравчук Я. Геоморфологія Скибових Карпат. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2005. 232 с.
- Олійник В.С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат. Івано-Франківськ : НАІР, 2013. 232 с.
- Олійник В.С. Основні результати 50-річних стаціонарних експериментальних лісо-гідрологічних досліджень в Карпатах // Наукові праці Лісівничої академії наук України. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. 8. С. 38–45.
- Пилипович О., Ковальчук І. Геоєкологія річково-басейнової системи верхнього Дністра: Монографія. За науковою редакцією І. П. Ковальчука. Львів – Київ : ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. 284 с.
- Пилипович О. Моніторингові дослідження стоку завислих наносів у басейнових системах верхньої частини сточища Дністра // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія. Тернопіль. №1. 2005. С. 42–48.
- Ромашенко М., Савчук Д. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання. Київ : Аграрна наука, 2002. 304 с.
- Стойко С.М. Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів // Український ліс. 1993. №2. С. 11–17.
- Стойко С.М. Потенційні екологічні наслідки глобального потепління клімату в лісових формаціях Українських Карпат // Науковий вісник УкрДЛТУ. Серія "Глобальні зміни клімату – загроза людству та механізми відвернення". Львів : РВВ НЛТУ України, 2009. Вип. 19.15. С. 214–224.
- Третяк П. Р., Черневий Ю. І. Матеріально-енергетичний вплив лісової рослинності на довкілля. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 11–21. <https://doi.org/10.23939/book.growth.2018>
- Третяк П., Черневий Ю. Ріст дерев карпатських лісів (у басейні ріки Дністер). Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. <https://doi.org/10.23939/book.growth.2018>
- Чубатий О.В. Гірські ліси – регулятори водного режиму. Ужгород : Карпати, 1984. 104 с.
- Ющенко Ю. Руслознавчі дослідження у Чернівецькому університеті // Українська історична географія та історія географії в Україні. Чернівці, 2009. С. 36–37.
- Ющенко Ю. С. Особливості самоформування крупноалювіальних русел річок Українських Карпат // Український геогр. журнал. 2004. № 4. С. 27–32.

REFERENCES

- Horshenin, M., Peshko, V., 1972. *Erosion of the forest soils and combating of it*. Lviv, 148. (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., 2003. Hydrological-geomorphologic processes in the Carpathian region of Ukraine In *Papers of the Shevchenko Scientific Society*. 12. *Ecology*. Lviv : Shevchenko Scientific Society, 101–125. (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., Mykhnovych, A., 2008. Flood modeling in the Upper Dnister River valley In *Papers of the Shevchenko Scientific Society*. 13. *Ecology*. Lviv : Shevchenko Scientific Society, 293–312. (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., Mykhnovych, A., 2006. Causes and environmental effects of the exogenous processes development in the river basins of the Ukrainian Carpathians. In *Proceedings of the scientific conference "Hutsulshchyna on millennium: Problems and prospects"*. Kosiv, 48–60. (in Ukrainian).

- Kovalchuk, I., Pylypovych, O., Venhrynovych, O., 2010. Quantitative assessment of the mechanical denudation in the Carpathian part of the Dnister basin: natural and man-made components. In *Physical Geography and Geomorphology*. Kyiv : Publ. "Obriyi". 1/58, 78–87. (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., 1997. *Regional environmental-geomorphologic analysis*. Lviv : Publ. Institute of Ukrainian Studies, 440. (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., Obodovs'kyi, O., Yushchenko, Y., 2008. Hydroecological researches of the rivers of the Ukrainian Carpathians: preconditions, methods, achievements, problems. In *Geography in the information society*. Kyiv : Publ. "Obriyi". I., 110–119. (in Ukrainian).
- Kravchuk, Y., 2005. *Geomorphology of the Lump Carpathians*. Lviv : Ivan Franko LNU Publ., 232 (in Ukrainian).
- Oliylyk, V., 2013. *Hydrological role of the forests of the Ukrainian Carpathians*. Ivano-Frankivs'k : HAIP, 232. (in Ukrainian).
- Oliylyk, V., 2010. The main results of the 50-years stationary experimental forestry-hydrological researches in the Carpathians. In *The papers of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. Lviv : Publ. NFU. 8, 38–45. (in Ukrainian).
- Pylypovych, O., Kovalchuk, I., 2017. *Geoecology of the Upper Dnister River basin system*. Monography. I. Kovalchuk Ed. Lviv – Kyiv : Ivan Franko LNU Publ., 284. (in Ukrainian).
- Pylypovych, O., 2005. Monitoring investigations of the suspended sediments runoff in the Upper Dnister River basin systems. In *Scientific papers of the Ternopil National Pedagogical University. Series Geography*, Ternopil. 1, 42–48. (in Ukrainian).
- Romashchenko, M., Savchuk, D., 2002. *Water disasters. Carpathians Floods. Statistics, causes, regulating*. Kyiv : Agrarian Science, 304. (in Ukrainian).
- Stoyko, S., 1993. Effects of the man-made transformation of the Carpathians forest ecosystems and the ways of the deleterious effects elimination. In *Ukrainian Forest*. 2, 11–17. (in Ukrainian).
- Stoyko, S., 2009. The Potential environmental effects of the global climate warming in the forest formations of the Ukrainian Carpathians. In *Scientific Bulletin of the Ukrainian National Forestry University. Series "Global Climate Change – Threats for mankind and mechanisms of mitigation"*. Lviv : Publ NFU. 19.15, 214–224. (in Ukrainian).
- Tretiak, P., Chernevyi, Y., 2018. Trees growth of the Carpathian forests (in the Dnister River basin). Lviv : Publishing Centre Lviv Polytechnic. <https://doi.org/10.23939/book.growth.2018/> (in Ukrainian).
- Chubatyi, O., 1984. *Mountain Forests – the regulators of the water regime*. Uzhhorod : Carpathians, 104. (in Ukrainian).
- Yushchenko, Y., 2009. River bed studies in the Chernivtsi University. In *Ukrainian historical geography and history of geography in Ukraine*. Chernivtsi, 36–37. (in Ukrainian).
- Yushchenko, Y., 2004. The features of the large-alluvial river beds selfforming in the Ukrainian Carpathian rivers. In *Ukrainian Geographic Journal*. 4, 27–32. (in Ukrainian).
- Kotarba, A., Kaszowski, L. and Krzemien, K., 1987. High-mountain denudational system in the Polish Tatra Mountains. In *Prace Geograficzne Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN*, spec. Issue. 3, 106.
- Krzemien, K., 2003. The Czarny Dunajec river, Poland, as example of human-induced development tendencies in a mountain river channel. In *Landform Analysis*. 4, 57–64.
- Lajczak, A., 1989. Differentiation of suspended matter transportation in the Carpathian part of Vistula Catchment (in Polish), *Dokumentacja Geograficzna*. 5, Ossolineum Publisher, Warszawa, 85.
- Lajczak, A., 2014. Contemporary geomorphic processes in the Polish Carpathians under changing human impact / A. Yajczak, W. Margielewski, Z. Raczkowska, J. Swizchowicz. *Episodes*. 37(1), 21–32.
- Pylypovych, O., Kovalchuk, Iv., Mykhnovych, A., Kovalchuk, Ir., 2023. Dynamics of Erosion-Accumulation Processes in the Upper Dnister River Basin Systems Based on the Sediments Runoff Data Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers. Source: [International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2023"](https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510048), Volume 2023. p. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510048>