

DOI: [10.30970/gpc.2026.1.5197](https://doi.org/10.30970/gpc.2026.1.5197)

УДК 911.2:303.446:551.438.5(282.2"712.4")-024.67(292.452:477)(045)

Про генетичне класифікування природних річкових систем потік–русло

Юрій Ющенко* (orcid.org/0000-0001-5616-8089),Марина Вудвуд (orcid.org/0009-0002-4436-831X)*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**y.yushchenko@chnu.edu.ua

Анотація. Наголошено на важливості застосування генетичного підходу до класифікування чи типізації річкових русел, руслового процесу річок. Поняття “система потік–русло” містить у собі гідродинамічний та геоморфологічний аспекти сутності. Зазначено, що розвиток класифікацій, типізацій є важливою складовою розвитку теорії руслового процесу. Виконано критичний огляд основних підходів до генетичного класифікування річкових русел. Він охоплює праці як вітчизняних, так і закордонних дослідників за період від середини двадцятого століття. Зокрема, використано матеріали оглядових праць. Показано, що найвідоміші, розвинуті класифікації містять пояснення основних типів морфології та морфодинаміки річкових русел у поєднанні з аналізом діючих чинників та особливостей географічних умов. Водночас значна частина класифікацій використовує метод застосування формалізованих ознак або критеріїв поділу. Також вони побудовані ієрархічно.

Запропоновано реалізацію принципу двоєдиної сутності руслового процесу, сутності поняття “русло” на основі концепції виділення та аналізу особливого роду морфогенезу струминних потоків географічної оболонки. Для відображення адаптації таких потоків до умов суходолу, умов розвитку річкових систем потік–русло на верхній рівень класифікування поставлено дію чинника протиерозійної здатності підстильних корінних порід. Запропоновано вирізняти групи структурних, структурно-алювіальних та алювіальних русел річок. Другим рівнем є класи річкових русел. Група структурних русел вміщує класи скельних, конгломератних і глинистих русел. Група алювіальних русел вміщує класи крупноалювіальних, піщаних і супіщаних русел. Класи групи структурно-алювіальних русел виникають як можливі поєднання класів структурних та алювіальних русел.

Наведені два верхні ранги (рівні) генетичної класифікації річкових русел відповідають фізиці процесів самоформування та процесів гідравлічного опору і транспортування наносів. Це основні умови адаптації струминної СПР до умов контакту, взаємодії з твердою підстильною поверхнею. Водночас вони не відображають повної картини власне морфології, гідроморфології річкових русел. Наступні ранги – це дія місцевих гідроморфологічних умов. Тут доцільно розглядати: умови вертикальних деформацій та їх обмежень; умови горизонтальних деформацій та їх обмежень, їх різновиди; ієрархічну систему рівнів морфодинаміки СПР, особливі географічні умови, абсолютні розміри та порядок ділянки річки.

Ключові слова: русловий процес; генетичні класифікації і типізації природних русел річок; струминні системи потік – русло; ландшафти річок; регіональні особливості руслового процесу; геопросторові об’єкти на різних рівнях; руслознавство; річкова гідравліка.



On the genetic classification of natural river systems: stream–channel

Yuriy Yushchenko * (orcid.org/0000-0001-5616-8089)

Maryna Vudvud (orcid.org/0009-0002-4436-831X)

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

*y.yushchenko@chnu.edu.ua

Abstract. The importance of applying a genetic approach to the classification and typology of river channels and fluvial processes is emphasized. The concept of the “flow–channel system” encompasses both hydrodynamic and geomorphological aspects of its essence. It is noted that the development of classifications and typologies is an important component in advancing the theory of fluvial processes.

A critical review of the main approaches to the genetic classification of river channels is carried out. It covers works by both domestic and foreign researchers from the mid-twentieth century to the present, including review studies. It is shown that the most well-known and developed classifications provide explanations of the main types of river channel morphology and morphodynamics in combination with analyses of controlling factors and specific geographical conditions. At the same time, a significant number of classifications rely on the use of formalized features or classification criteria and are structured hierarchically.

An implementation of the principle of the dual nature of fluvial processes, as well as the essence of the concept of a “channel,” is proposed based on the concept of identifying and analyzing a specific type of morphogenesis of jet-like flows within the geographical envelope. To reflect the adaptation of such flows to terrestrial conditions and the development conditions of flow–channel systems, the factor of erosion resistance of the underlying bedrock is placed at the highest level of classification. It is proposed to distinguish groups of structural, structural-alluvial, and alluvial river channels.

The second level consists of classes of river channels. The group of structural channels includes classes of bedrock, conglomerate, and clay channels. The group of alluvial channels includes classes of coarse alluvial, sandy, and sandy-loam channels. Classes within the structural-alluvial group arise as possible combinations of the structural and alluvial channel classes.

The two upper ranks (levels) of the genetic classification of river channels correspond to the physics of self-formation processes, as well as to the processes of hydraulic resistance and sediment transport. These represent the main conditions for the adaptation of jet-like flow–channel systems to interaction with a solid underlying surface. However, they do not fully reflect the complete picture of river channel morphology and hydromorphology.

The subsequent ranks reflect the influence of local hydromorphological conditions. These include: conditions of vertical deformation and their constraints; conditions of horizontal deformation and their constraints and variations; the hierarchical system of morphodynamic levels of flow–channel systems; specific geographical conditions; as well as the absolute size and order of the river reach.

Keywords: fluvial process; genetic classifications and typologies of natural river channels; jet stream–channel systems; river landscapes; regional features of the fluvial process; geospatial objects at different levels; riverbed science; river hydraulics.

Вступ. Генетичний метод полягає у вивченні, відстеженні походження та розвитку об’єктів-систем певного роду, типу (зокрема, геосистем). У сучасній науці він тісно пов’язаний з вивченням процесів самоорганізації та саморозвитку у поєднанні з вивченням причин, чинників, умов розвитку. Класифікація як метод полягає у поділі певного класу об’єктів (певного поняття про них) на складові –

підкласи, види і т. д. Генетичні класифікації враховують в ознаках, критеріях поділу особливості процесів генезису об'єктів-систем. Отож, для конкретного застосування методу генетичної класифікації потрібно передусім з'ясувати: який клас об'єктів (яке основне поняття) ми ділимо; за якими ознаками чи критеріями це робимо. Також існують різні види класифікацій, зокрема таксономія, систематика, типологія тощо. Класифікації можуть поступово розвиватися унаслідок накопичення знань щодо сутності та різноманіття об'єкта-системи, а також у зв'язку з розвитком самих методів класифікування і технологій досліджень.

Річкова *система потік – русло* (СПР) належить водночас до геоморфологічних та до гідродинамічних (геофізичних) геосистем. Обидва цих аспекти необхідно враховувати в об'ємі основного поняття. Також це особливий клас або рід процесів самоорганізації. У гідродинамічному сенсі це процес концентрації цілісного струменя, геоструменя (Ющенко, 2005, 2017, 2023), у геоморфологічному – це морфогенез, пов'язаний з розвитком таких струменів у різних географічних умовах. Характерні типи зазначених умов є ознаками поділу основного поняття. Це умови основних контактних поверхонь у географічній оболонці йдеться, зокрема, про контактну поверхню суходолу, де розвиваються поверхневі водотоки. Серед них вирізняють різноманітні руслові потоки, зокрема річки.

Сама поверхня суходолу, поряд із загальними рисами, є надзвичайно різноманітною. Система потік – русло річок певною мірою адаптується до цих умов. Отже, для її класифікування на генетичній основі необхідно розглядати різноманіття, систему процесів і чинників адаптації.

Мета дослідження: здійснити систематичний огляд відомих підходів до генетичного класифікування русел річок з урахуванням необхідності застосування принципу двоєдиної сутності руслового процесу; запропонувати власний підхід, що базується на концепції виділення та аналізу особливостей морфогенезу струминних потоків у географічній оболонці.

Матеріали і методика дослідження. Розвиток класифікацій, типізацій є важливою складовою розвитку теорії руслового процесу загалом. Насамперед це стосується застосування генетичного методу. Для написання статті виконано критичний огляд основних підходів до генетичного класифікування річкових русел. Він охоплює як історичний, так і змістовно-теоретичний аспекти. Також використано матеріали багаторічних досліджень систем потік – русло – заплава річок Українських Карпат та Поділля одного з авторів. Історичний і теоретичний аналіз та синтез поєднані з розвитком концепції генезису русел на основі застосування принципу двоєдиної сутності руслового процесу: фізичної і географічної. Фізична сутність трактується як особливий рід морфогенезу струминних потоків у географічній оболонці. Власне пропозиція щодо генетичного класифікування СПР річок є застосуванням методу ієрархічної класифікації за головними чинниками адаптації системи до умов суходолу.

Огляд класифікацій і типізацій річкових русел з урахуванням генетичного підходу. Серед праць українських учених, присвячених класифікації річкових русел, відзначимо праці І. Розовського, В. Базилевича, В. Гайдученка, М. Бухіна, О. Кафтана, В. Онищука та інших. Певні узагальнення цих підходів знаходимо у працях О. Н. Кафтана. Перше узагальнення виконано як типізація

пов'язана з дослідженням основних руслоформуючих чинників річок Українських Карпат та з обґрунтуванням застосування відповідного критерію. Зазначеним вище автором до основних типів зачислено: 1) нерозмивні (скельні) русла з безструктурною формою руху наносів; 2) стиснуті русла (тіщини) з нечітко вираженими структурними утвореннями; 3) русла обмеженого меандрування; 4) осередкові русла (руслова багатурукавність); 5) каналізовані русла; 6) меандруючі русла.

Ним також (у співавторстві) було виокремлено (ВБН В.2.4–33–2.3–03–2000, 2000) для рівнинних річок стрічково-грядовий тип руслового процесу, боковиковий, обмежене меандрування, вільне меандрування, незавершене меандрування, заплавної багатурукавність і осередковий тип (руслова багатурукавність); для ділянок русел гірсько-передгірських річок крім стрічково-грядового, боковикового і осередкового типів, виокремлено гірську заплавної багатурукавність (заплавне блукання), і долинне блукання.

Класифікації і типізації річкових русел розглянуто у працях О. Г. Ободовського (Хільчевський та ін., 2008; Ободовський та ін., 2002; Ободовський, 2001, 1998, 2017). Серед авторів радянського періоду згадано типізацію К. І. Росінського та І. А. Кузьміна. Зазначено, що це перша типізація русел річок у сучасному розумінні, опублікована 1947 р.: у ній виокремлено прямолінійні і слабкозвивисті русла, а також звивисті і розкидані русла і зазначено головні риси їх деформацій. На нашу думку, це спроба пояснення закономірностей формування (генезису) того чи іншого типу річкового русла, які згодом почали називати морфодинамікою. Також зазначимо, що дослідження К. І. Росінського та І. А. Кузьміна отримали подальший розвиток упродовж наступних десятиліть. Надалі, у праці 2001 року, О. Г. Ободовський навів коротку інформацію щодо розвитку, доповнення по-суті морфодинамічних досліджень русел річок у працях О. В. Андреева, І. Я. Ярославцева, Є. В. Шанцера та інших науковців.

Найбільшу увагу О. Г. Ободовський приділив підходам та дослідженням шкіл державного гідрологічного інституту та Московського державного університету. Зокрема, згадано праці С. І. Пінковського, І. В. Попова, М. Є. Кондратьєва. Зазначено, що у відповідній типізації річкових русел 1965 року “за провідну ознаку приймається звивистість русла, яка тісно пов'язана з транспортованою здатністю потоку”. Виокремлено сім типів руслового процесу, їхні характеристики, і дискусійні моменти. На думку Р. С. Чалова, у наведеній типізації недостатньо розкрито причини виникнення того чи іншого типу. Також не охоплено питання особливостей гірських і передгірських річок, впливу геологічних умов.

Школа Московського державного університету створена працями М. І. Маккавєєва. Надалі її очолив Р. С. Чалов. Географічні аспекти типізації русел річок вперше почав досліджувати М. І. Маккавєєв (1949, 1955). Надалі цей напрям розвинув Р. С. Чалов. Географічна типізація, на думку О. Г. Ободовського, є комплексною, охоплює весь спектр русла річок, враховує характер руслових переформувань та їх морфологічних проявів. Вона складається з семи блоків: I – гірські, напівгірські та рівнинні річки; II – “геоморфологічні” типи русел (широкозаплавні, адаптовані і врізані); III – макроформи, які не є наслідком горизонтальних деформацій; IV – морфодинамічні типи (прямолінійні, меандруючі та звивисті); V – форми другого і третього порядків; VI – форми

русового рельєфу і руслові деформації, пов'язані з грядовим рухом наносів, або скульптурні; VII – специфічні форми (пов'язані із впливом скельних порід, умов боліт тощо). На нашу думку, важливо, що основна ознака тут – це ступінь вільного прояву самоформування СПР. На нижчих трьох рівнях розглянуто різноманіття русел річок за їх морфологією та морфодинамікою. Морфологія деталізує умови розглянуті на перших двох рівнях. Водночас вона розкриває різноманіття трьох основних морфологічних типів: прямолінійних, меандруючих і розгалужених. Аналіз взаємодії потоку та русла виконується при детальному вивченні кожного з типів. Зазначимо, що генезис руслових форм, пов'язаний властивостями руслового потоку, тут прямо не відображений. Потужну деталізацію розгляду географічних умов розвитку та морфології річкових русел бажано було доповнити більш повним урахуванням закономірностей гідродинамічної самоорганізації руслових потоків.

Огляд класифікацій і типізацій русел річок виконано також у працях Ю. С. Ющенка (2005, 2017, 2023). У праці 2005 р. серед класифікацій запропонованих українськими вченими, описано підходи О. Н. Кафтана, наведено праці О. Г. Ободовського. Зокрема, у спільній праці з В. В. Онищуком та О. С. Коноваленко (2002) розглянуто основні стани гідродинамічної СПР для крупноалювіальних русел з шаром самовимощення (такі дослідження відображено й у наступних працях О. Г. Ободовського, В. В. Онищука та ін.). Детальніше розглянуто підходи школи М. І. Маккавєєва. Зазначено, що автор наголошував на подвійній сутності руслового процесу – поєднанні гідродинамічних і природних, географічних закономірностей. Згодом Р. С. Чалов пов'язував періодичне повернення до питань класифікування з розвитком теорії руслових процесів, розробкою гідромеханічних основ формування русел, а також із розширенням географії руслових досліджень. Наведено схему морфодинамічної класифікації Р. С. Чалова, розроблену у 90-х роках ХХ століття, яка є першим варіантом схеми, розглянутої у підручнику О. Г. Ободовського. Знову зазначимо, що внесок такого напряму досліджень у розвиток теорії руслового процесу та у класифікування русел річок значно більший у географічному розумінні. Гідромеханічні процеси і самоорганізація СПР розглядають здебільшого на прикладах та окремих аспектах. Вони прямо не фігурують у класифікаціях.

У наших працях 2005, 2017 та 2023 років найбільшу увагу приділено положенням гідроморфологічної теорії руслового процесу та відповідним типізаціям. Застосування саме типізацій як методу виявлення сутності об'єкта-системи даного роду відповідає положенню М. Є. Кондратьєва щодо необхідності виявлення узагальнених схем будови і розвитку русел. Значну увагу приділено процесам саморегульованого транспортування наносів річковими русловими потоками. У системі основних гідроморфологічних типів процесу виокремлено прямолінійні однорукавні русла. Тут збалансованому транспорту наносів відповідає збалансований поздовжній похил річки. Якщо на ділянці річки спостерігається надлишок цього похилу над реальним – виникають різновиди меандрування, якщо недостача – розгалуження. У межах прямолінійних однорукавних русел простежуються грядові форми, що займають практично всю їхню ширину (мезоформи) – стрічкові гряди та боковики. Вже у 80-х роках ХХ століття М. Є. Кондратьєв зазначав, що вивчення мезоформ є шляхом до розкриття основних закономірностей власне руслового процесу і до розуміння його логіки.

Пошук основних схем гідромеханіки руслового процесу становив і становить основний напрям розвитку його теорії. Важливими складовими цього напрямку від зародження науки про русла річок були дослідження донних гряд і гідравлічного моделювання. Важливий внесок у них зробила Н.С. Знаменська. Її дослідження ми розглядаємо також як розвиток і доповнення гідроморфологічної теорії руслового процесу. Зокрема, Н. С. Знаменська запропонувала схеми типізацій з поділом процесів на активні та пасивні, з урахуванням явища дискретної зміни розмірів руслового потоку та активних гряд-мезоформ за зростання витрати води (переважно з подвоєнням).

Очевидно, що результати досліджень основних схем будови та розвитку русел треба вміти застосовувати до конкретних умов. У зв'язку із цим виконано великий комплекс досліджень. Водночас актуальними залишаються розвиток та ув'язка гідромеханічних схем з урахуванням законів самоорганізації СПР із впливом умов географічної оболонки.

Серед закордонних передусім звернімо увагу на дослідження вчених США. Опис цих досліджень знаходимо, зокрема, у працях О. Г. Ободовського (2001, 2017), Л. Кашовські та К. Кшемєня (Kamykowska, Kaszowski, & Krzemień, 1999; Kamykowska, & Kaszowski, 1999) та ін. Класичною вважають працю Леопольда і Вольмана (Leopold, & Wolman, 1957), у якій розглянуто три основні морфологічні типи русел річок: прямі, розгалужені та меандруючі. Зазначено, що ці форми пов'язані з нахилом (поздовжнім похилом), стоком води (витратами) та розмірами русел. На крутіших схилах частіше трапляються розгалужені русла, а не надто круті стимулюють меандрування. В опублікованих 1961 р. та 1966 р. працях Саймонса зі співавторами (Simons, & Richardson, 1961; Simons, et al., 1966) запропоновано виокремлювати між основними морфологічними типами русел річок проміжні стадії, різновиди. Упродовж 1963-1979 років з'явилися праці Шумма та Шена (Schumm, 1963, 1972, 1977; Shen, et al., 1979). У їхніх працях розглянуто (запропоновано) різні типізації за певними критеріями. Зокрема, алювіальні русла річок поділено на три класи відповідно до ролі придонних і завислих наносів. За морфологічними ознаками стабільності русел виокремлено: прямолінійні – стабільні; прямі з меандруючим тальвегом (боковикові); меандруючі зі збереженням ширини вздовж течії з невеликими пляжами; меандруючі з широкими звивинами і великими пляжами; перехідні від меандрування до розгалужень – нестабільні; багаторукавні – нестабільні.

У праці Чітале (1970) русла річок поділено на дві основні групи: однорукавні та багаторукавні. До першої групи зачислено прямі та меандруючі. Своєю чергою, меандруючі поділено на різновиди за певними ознаками класифікації. Багаторукавні русла поділено на осередковий тип та заплавної багаторукавність.

Протягом 1971-1972 років Проблемним комітетом з наносів США (ТАСК комітетом) опубліковано та офіційно прийнято типологію річкових русел Бондуранта ("Sediment Transportation Mechanics", 1971; "Sediment Control Methods", 1972). Автор виокремив прямолінійні, меандруючі та багаторукавні русла. Типами прямолінійних є боковикові та осередкові (розкидані), як типи визначено меандрування: зі звивинами, що зсуваються вздовж течії (обмежене меандрування); вільно меандруючі та меандруючі з промивом спрямлення (незавершене меандрування). Багаторукавні русла пов'язані з конусами винесення

та дельтами. Для кожного виокремленого типу наведено характеристику руслового процесу.

Загалом, як бачимо, від 60 – 70-х років у Сполучених Штатах Америки, як і у багатьох інших країнах, стрімко розвиваються дослідження річкових русел, руслового процесу.

На завершення розглянемо дещо пізніші дослідження Розгена, результати яких, опубліковані у 90-х роках, отримали широке розповсюдження (Rosgen, 1996). Класифікація Розгена є комплексною. Основними орієнтирами (ознаками) поділу автор вважає поздовжні похили, характер поперечних перерізів русел і днищ долин, матеріал ложа (руслоформуючі наноси). Виокремлено дев'ять основних типів, у межах яких розглянуто різновиди з аналізом, поясненням руслового процесу. Позитивною рисою цієї класифікації є ієрархії за формалізованими ознаками з детальним описом процесів. Водночас, на нашу думку, у самій формалізації закладено як занадто грубі наближення, так і змішування дії різноманітних чинників. Ознака зменшення поздовжніх похилів означає, імовірно, перехід від гірських умов до рівнинних. Вона може корелювати зі складом руслоформуючих наносів. Водночас ложе русел може бути складене корінними породами, а не алювієм (що загалом, і зафіксовано у назвах основних типів). І ще зазначимо, що в іншому відношенні, русла з різним ложем можуть формуватися як у гірських країнах так і в межах рівнин. Зрештою, жорстко виписані значення поздовжніх похилів не відповідають реальному різноманіттю, яке, зокрема, передбачає зв'язок похилів з розмірами річкових потоків (активними витратами води), а також з вмістом (стоком наносів). Отже, з пропозицією поставити на верхній шабель рівнів класифікації діапазони похилів та імовірну географічну ознаку (гори – рівнини) значною мірою втрачено реальну фізичну (гідромеханічну, гідродинамічну) картину самоорганізації та самоформування СПР. Відповідно, жорстко закріплені діапазони абсолютних висот можуть давати суттєві похибки в оцінці гідроморфології. А детальні пояснення у подальшому навряд чи виправляють ці вади. Таку критику висловлюють і науковці-гідроморфологи у США та інших країнах.

Однак підходи до класифікування русел річок, які поєднують деякі формальні ознаки і детальну інформацію стосовно характерних різновидів та прикладів, набувають подальшого розвитку. Зокрема, у США використовують широку класифікацію, засновану на великомасштабних даних *Stream classification system for the conterminous United States* ([McManamay et al., 2018](#); [McManamay & DeRolph, 2019](#)). Вона охоплює мільйони прикладів, містить кілька вимірів: розмір і ухил потоку, гідрологію, температуру, розгалуження мережі, обмеження долини (valley confinement). Також застосовують геоморфологічні місцеві системи (USGS та подібні) ([Elliott & Jacobson, 2006](#); [Buffington & Montgomery, 2022](#); [LeRoy et al., 2024](#)). Геологічною службою США розроблені класифікації для конкретних річок, які базуються на застосуванні множинних морфологічних ознак, характеристики процесів. Близькою до цього є *River Continuum Concept* (RCC), яка розглядає річку як цілісну систему, що певною мірою змінюється, еволюціонує вздовж течії ([Doretto et al., 2020](#); [Hassan et al., 2024](#)).

Широкий та систематичний огляд класифікацій річкових русел та їх застосування знаходимо у працях К. Кшемєня (Dury, 1969; Galay, 1967; Galay et al., 1967; Kamykowska, Kaszowski & Krzemień, 1999; Kamykowska & Kaszowski,

1999; Krzemień, 2012). Зокрема, у праці Кашовського і Кременя (Kamykowska, Kaszowski & Krzemień, 1999) автори вирішували завдання систематизації даних щодо різних класифікацій та основних методів типології. Зрештою питання вирішували як системне поєднання структурних і функціональних підходів. Це визначили найвищими критеріями поділу. Наступним рівнем є принципові критерії: морфостатика, морфодинаміка, седиментологія, гідрологія, фізико-географічні умови. Наведений перелік подано як перехід від структури до функціонування. Третім рівнем є базові критерії та їх приклади. У кожному з принципових критеріїв базові розглядають за часово-просторовою ієрархією та за значенням, потужністю. На нашу думку, цікаво звернути увагу на перехід (послідовність) верхнього підрівня базових критеріїв від структури до функціонування: тектоніка – стабільність (загальна, вертикальна, горизонтальна) – склад наносів (імовірно насамперед руслоформуючих) – гідрологічний (водний) режим – географічні умови (регіон). Тобто характер руслового процесу більше залежить від характеристик підстильної поверхні та від складу наносів. Це збігається з відомими і розповсюдженими підходами щодо розгляду стійкості річкових русел (СПР), поділу їх на вимушені та вільні. Зокрема, 1976 р. К. Кремень (Kamykowska, Kaszowski & Krzemień, 1999) запропонував поділяти русла річок за літологією ложа на скельні (кам'янисті), скельно-алювіальні та алювіальні. Таку першооснову поділу далі доцільно розглядати як географічно-регіональну, що загалом відповідає дотриманню принципу: від фізики процесу (основних фізичних умов) до місцевих географічних умов адаптації СПР.

Виконаний нами аналітичний огляд відомих підходів до генетичного класифікування річкових русел (СПР) дає підставу зробити загальний висновок щодо актуальності застосування принципу подвійної сутності руслового процесу та про розгляд адаптації фізичної сутності до географічних умов. Це також відповідає оптимальному поєднанню теорії та практики, ефективнішому застосуванню сучасних підходів, що пов'язані із використанням, аналізом великих обсягів фактичних даних.

Результати дослідження. Класифікація – це спосіб, метод ділення поняття. Генетична класифікація обирає ознаки ділення суттєві для певного поняття даного чи роду об'єктів-систем. Саме поняття призначене для пізнання сутності явищ і процесів даного роду. З метою виявлення їхньої сутності недостатньо вивчити наповнення самого поняття певною різноманітністю явищ і процесів. Необхідно також показати його місце серед об'єктів-систем (явищ і процесів) загального характеру. Відомо, що дослідженню підлягає поняття "русло річки". Також відомо, що воно є складовою ширшого поняття – "русловий потік". Також відомо, що русловий потік самоорганізований, передусім в активному стані. Самоорганізаційну властивість руслового потоку відображає поняття "система потік – русло". Самоорганізація передбачає морфогенез. У нашому випадку – морфогенез русла. Русло оформлене, самосформоване і вирізняється з оточуючого середовища, з-поміж потоків загалом. Відомо, що такою ж властивістю володіють струминні течії атмосфери та океану. Так само говорять про русло Гольфстріму, Куросіо та інших струминних течій. Отже, струминні течії – це теж руслові потоки. Отримуємо ієрархію понять: потоки атмосфери та гідросфери – руслові (струминні потоки – руслові потоки на поверхні суходолу – річкові руслові потоки).

У цій ієрархії руслові (струминні потоки володіють вираженою властивістю самоорганізації, самоформування. Тому вони формують певний рід поняття "об'єктів". Ця властивість по-різному проявляється в різних умовах географічної оболонки, зберігаючи при цьому фізичну, географічну сутність. Отже, саме застосування принципу двоєдиної сутності руслового процесу якраз й означає важливість вивчення законів прояву – адаптації цієї сутності до певних умов, зокрема умов суходолу, його поверхні.

Загальна характеристика умов поверхні суходолу – контактна поверхня суші, атмосфери і вод. Потоки води на цій поверхні здебільшого безнапірні, з вільною поверхнею. Але не всі вони належать до руслових. За просування від вододілів до річкових долин спостерігається перехід від зони площинної ерозії до зони струминної ерозії. Саме в другій існують, функціонують руслові потоки поверхні суходолу. Ерозія залежить не тільки від потоку і рельєфу, а й від властивостей підстильних, корінних порід, що еродуються. (У дослідженнях русел річок загальновідомим підходом є виокремлення вимушених і вільних. Вони пов'язані зі складом підстильних порід та особливостями тривалого розвитку річкових долин і русел. Дослідження дії таких чинників виконували та виконують зокрема і для річок Українських Карпат (Ющенко, 2005; Ющенко та ін., 2017; [Байрак, 2025](#))). Найлегше і найповніше самоформування СПР проявляється в алювіальних руслах річок. І, як відображено в огляді, цей термін широко розповсюджений. Йому протиставляють скельні (кам'янисті) русла. Однак породи з підвищеною протиерозійною здатністю не тільки скельні. Отже, на нашу думку, варто застосовувати інший термін. Розгорнуто це русла річок у породах з підвищеною протиерозійною здатністю. Однак правила і традиції розроблення термінології схиляються до скорочених, іноді образних термінів. Якраз у розумінні обмежень вільного самоформування, для якого головними є гідродинамічні, кінематичні структури потоку, доцільно розглядати вимушені структури-форми русел річок. Тому нами (Ющенко, 2005) запропоновано вирізнити групу структурні русла (СР), яка протиставляється групі алювіальним. Водночас завжди є перехідні умови та форми. Тому доцільно вирізнити структурно-алювіальні русла (СтАР) річок. Цей термін характеризується аналогією з уже відомим терміном русла з нерозвинутими алювіальними формами. Основні типи, градації підстильних порід за протиерозійною здатністю впливають на можливості адаптації струминної СПР до цих умов та на основні особливості морфогенезу річкових русел. Залежно від чинника підстильних порід розвиваються характерні процеси морфогенезу. Це становить фізичну основу класифікування русел та руслового процесу. Отже, у цьому розумінні запропонована класифікація є генетичною.

Три виокремлені групи русел річок поділено на певні категорії (класи). Порід зі значною протиерозійною здатністю прийнято вважати: скельні, конгломерати та валунні суглинки, глини. Відповідно, вирізняємо такі класи у групі структурних русел: 1) скельні структурні русла (ССР); 2) конгломератні структурні русла (КСР); 3) глинисті структурні русла (ГСР). Група алювіальних русел впливає на фізичні процеси у турбулентному русловому потоці через величину частинок алювію. Передусім це стосується гідравлічного опору та способу транспортування частинок. Останній пов'язаний зі співвідношенням гідравлічної крупності частинок і значень вертикальних пульсацій швидкостей потоку. Результати дослідження цього питання засвідчили, що вирізняються області (режими)

стійкого зважування, нестійкого зважування, сальтації та тягнення – ковзання. Вони пов'язані з режимами обтікання частинок, виявленими у дослідженнях гідравлічної крупності: турбулентним, перехідним і ламінарним. До турбулентного режиму належать частинки з діаметром понад 2 мм, до ламінарного – <0,1 мм.

Отже, з практичною точністю можна виокремити такі основні класи алювіальних русел: 1) крупноалювіальні русла (КАР); 2) піщані алювіальні русла (ПАР); 3) супіщані алювіальні русла (САР). Наявність цих класів підтверджують дослідження особливостей руслового процесу у різних географічних умовах, включаючи відповідні гідроморфологічні залежності та закони. Додатково зауважимо, що реальна межа КАР і ПАР дещо розмита унаслідок малої розповсюдженості гравійних русел у природі, що, своєю чергою, пов'язано з особливостями гідравлічного сортування та біохімічної руйнації частинок наносів. Тому орієнтир переходу до КАР відповідає значенням середньої крупності суміші ≥ 5 мм. Такий орієнтир обрано як характеристику переходу від гальково-гравійних до піщано-гравійних русел. Загалом він відомий у руслознавстві. Проте за необхідності можна проводити додаткові (детальніші) дослідження.

На гідравлічний опір річкових руслових потоків впливає не тільки крупність наносів, але й їхня кількість (навантаженість потоку різними фракціями). Хоча такий вплив стає співмірним лише у випадках супіщаних алювіальних русел, або селевих паводків. Другий випадок стосується особливих умов розвитку руслового процесу, питання щодо яких розглянемо згодом.

Класи СТАР можна отримати шляхом розгляду можливих варіантів поєднання класів СР та АР (табл.1). Таблиця описує можливі поєднання проявів морфогенезу алювіального та структурного характеру.

Таблиця 1. Класи структурно-алювіальних русел

Table 1. Classes of structural-alluvial channels

| Класи СР \ Класи АР | ССР | КСР | ГСР |
|---------------------|-------|-------|---------|
| КАР | сКАР | кКАР | гКАР... |
| ПАР | сПАР? | кПАР | гПАР |
| САР | - | кСАР? | гСАР |

Особливості класів СТАР вивчено недостатньо повно. Імовірність існування сПАР та кСАР доволі мала (тому їх позначено у таблиці знаком запитання). Скельно-супіщані русла не можуть формуватися, оскільки всі супіщані наноси транспортуються транзитом, як зважені. Також доволі складним є поєднання глинистого русла з крупним алювієм. Глинисті піщані та глинисті супіщані русла, найімовірніше, є руслами з дефіцитними формами.

Наведені два верхніх ранги (рівні) генетичної класифікації річкових русел відповідають фізиці процесів самоформування, процесів гідравлічного опору та транспортування наносів. Це основні умови адаптації струминної СПР до умов контакту, взаємодії з твердою підстильною поверхнею. Водночас вони не дають повної картини власне морфології, гідроморфології річкових русел. Наступні ранги – це дія місцевих гідроморфологічних умов. Тут доцільно розглядати: умови

вертикальних деформацій та їх обмежень; умови горизонтальних деформацій та їх обмежень, їх різновиди; ієрархічну систему рівнів морфодинаміки СПР, особливі географічні умови, абсолютні розміри та порядок ділянки річки.

На наш погляд, у методичному відношенні важливо поєднувати відповідні вже розроблені неформальні часткові класифікації з подальшим відстеженням еволюції руслового процесу вздовж течії річок. Також важливо розвивати методологію та методику гідроморфологічного аналізу.

Особливими географічними умовами є: 1) значний вплив льодових явищ, явищ зони багаторічної мерзлоти, льодовиків; 2) вплив селевих паводків, зсувів тощо; 3) вплив карсту; 4) вплив торф'яних боліт; 5) вплив морів та океанів; 6) вплив озерно-річкових систем, включаючи антирічки; 7) вплив умов посушливого клімату тощо.

З питанням класифікування СПР річок тісно пов'язане питання класифікування систем потік – русло – заплава (СПРЗ). Відомо, що основою процесів генезису, формування заплав річок є руслові процеси, бічні зміщення русел. Водночас система чинників розвитку заплав дещо складніша, відрізняється від такої для СПР. Це значні особливості заплавних потоків води, транспортування та перевідкладання наносів, значний вплив рослинності тощо. Також за період розвитку заплав, міг значно змінюватися характер самої СПР. Тим не менше СПРЗ володіє певною цілісністю. Тому розглядають заплавно-русові комплекси, однорідні ділянки русел та заплав річок, відповідну систему парагенетичних ландшафтів, молодий річковий ландшафт. Вони потребують фіксації територіальної структури та класифікування.

Ми передусім звернули увагу на природний стан СПР. Класифікування їх різновидів в антропогенно зміненому стані – наступне завдання. Генетичний підхід тут пов'язаний як з урахуванням природної основи, так і з основними процесами, чинниками, пов'язаними з діяльністю людини. Зрештою йдеться про формування природно-антропогенних чи соціоприродних коеволюційних геосистем (включаючи антропогенний молодий річковий ландшафт).

Висновки. 1. Систематичний огляд генетичних класифікацій русел річок (руслового процесу) засвідчив, що найвідоміші, розвинуті класифікації містять пояснення основних типів морфології та морфодинаміки річкових русел у поєднанні з аналізом діючих чинників та особливостей географічних умов. Водночас значна частина класифікацій використовує метод застосування формалізованих ознак або критеріїв поділу. Також вони побудовані ієрархічно.

2. Адаптація струминної системи потік – русло до умов суходолу передусім пов'язана з дією чинника протиерозійної здатності підстильних корінних порід. Запропоновано виділяти групи структурних, структурно-алювіальних та алювіальних русел річок. Другим рівнем є класи річкових русел. Група структурних русел вміщує класи скельних, конгломератних і глинистих русел. Група алювіальних русел вміщує класи крупноалювіальних, піщаних і супіщаних русел. Класи групи структурно-алювіальних русел виникають як можливі поєднання класів структурних та алювіальних русел.

Для формування наступних рівнів класифікування доцільно поступово переходити від фізичної сутності морфогенезу до аналізу впливу географічних умов. Також важливим методом відстеження формування морфології русел є аналіз закономірних змін уздовж течії річок.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

- Байрак Г. Геолого-геоморфологічні фактори морфодинаміки малих річок (на прикладі річки Чечви, притоки Лімниці) // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2025. Т. 1, № 108. С. 5–14. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.108.01>
- ВБН В.2.4–33–2.3–03–2000. Регулювання русел річок. Норми проектування. Київ, 2000.
- Загальна гідрологія / Хільчевський В. К., Ободовський О. Г., Гребінь В. В., Афанасьєв С. О., Дубняк С. С. та ін. Київ : Київський університет, 2008. 400 с.
- Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
- Ободовський О. Г. Руслові процеси : підручник. Київ : Київський університет, 1998. 132 с.
- Ободовський О. Г. Руслові процеси : підручник. Київ : Київський університет, 2017. 495 с.
- Ободовський О. Г., Онищук В. В., Коноваленко О. С. Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія. 2002. Вип. 48. С. 42–47.
- Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці : Рута, 2005. 320 с.
- Ющенко Ю. С. Загальна гідрологія : підручник. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2017. 591 с.
- Ющенко Ю. С. Загальна та річкова гідравліка : навчальний посібник. Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2023. 342 с.
- Ющенко Ю. С., Гончар О. М., Григорійчук В. В. та ін. Гідроecологічне обґрунтування безпечного та збалансованого розвитку річкових природно-антропогенних систем Передкарпаття : монографія / за ред. Ю. С. Ющенка. Чернівці : Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2017. 472 с.
- Buffington J. M., Montgomery D. R. Geomorphic classification of rivers: An updated review // In: Shroder J. F. (ed.) Treatise on Geomorphology : 2nd ed. / Academic Press. 2022. P. 1143–1190. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818234-5.00077-8>.
- Chitale S. V. River channel patterns // Journal of the Hydraulics Division. ASCE. 1970. Vol. 96, no. HY-1. P. 201–220.
- Doretto A., Piano E., Larson C. E. The River Continuum Concept: lessons from the past and perspectives for the future // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2020. Vol. 77, No. 11. P. 1853–1864. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0039>.
- Dury G. H. Relation of morphometry to runoff frequency // Water, Earth and Moon / ed. R. J. Chorley. London : Methuen, 1969.
- Elliott C. M., Jacobson R. B. Geomorphic Classification and Assessment of Channel Dynamics in the Missouri National Recreational River, South Dakota and Nebraska // U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2006. No. 2006–5313. DOI: <https://doi.org/10.3133/sir20065313>.
- Galay R. J. Observed forms of bed roughness in an unstable gravel river // Proceedings of the XII Congress IAHR. 1967. Vol. 1, no. 73. P. 85–95.
- Galay V. J., Kellerhals R., Bray D. I. Diversity of river types in Canada // Ninth Canadian Hydrology Symposium: Fluvial Processes and Sedimentation. Edmonton : University of Alberta, 1973.
- Hassan M. A., Pierce J. K., Chartrand S. M. Sediment storage and fluvial sediment transport linkages across an experimental flood sequence // Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2024. Vol. 129, No. 9. Article e2024JF007772. DOI: <https://doi.org/10.1029/2024JF007772>.
- Kamykowska M., Kaszowski L., Krzemień K. River channel mapping instruction. Krakow : Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1999.

- Kaszowski L., Krzemień K. Classification systems of mountain river channels // *Prace geograficzne*. Krakow : Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1999. Zeszyt 104. P. 27–40.
- Kellerhals R., Church M., Bray D. J. Classification and analysis of river processes // *Journal of the Hydraulics Division*. ASCE. 1976. No. 7. P. 813–829.
- Krzemień K. (ed.). *Struktura koryt rzek i potoków (studium metodyczne)*. Krakow : Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2012.
- McManamay R. A., DeRolph C. R. A stream classification system for the conterminous United States // *Scientific Data*. 2019. Vol. 6. Article 190017. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2019.17>.
- McManamay R. A., Troia M. J., DeRolph C. R., Olivero Sheldon A., Barnett A. R., Kao S.-C., Anderson M. G. A stream classification system to explore the physical habitat diversity and anthropogenic impacts in riverscapes of the eastern United States // *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13, No. 6: e0198439. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198439>.
- Leopold L. B., Wolman M. G. River channel patterns – braided, meandering and straight // *U.S. Geological Survey Professional Paper 262-B*. 1957. 48 p.
- LeRoy J. Z., Heimann D. C., Hix K. D., Cigrand C. V., Burk T. J. Geomorphic change, hydrology, and hydraulics of Caulks Creek, Wildwood, Missouri // *U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report*. 2024. No. 2024-5079. 118 p. DOI: <https://doi.org/10.3133/sir20245079>.
- Rosgen D. *Applied river morphology*. Colorado. *Wildland Hydrology*. 1996.
- Schumm S. A. A tentative classification of alluvial river channels. Washington : United States Geological Survey, Circular 477, 1963.
- Schumm S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains // *Geological Society of America Bulletin*. 1963. Vol. 74.
- Schumm S. A. *The fluvial system*. New York : Wiley, 1977. 338 p.
- Schumm S. A., Khan H. R. Experimental study of channel patterns // *Geological Society of America Bulletin*. 1972. Vol. 83, no. 6. P. 1755–1770.
- Sediment control methods // *Journal of the Hydraulics Division*. ASCE. 1972. Vol. 98, no. HY-7. P. 1295–1326.
- Sediment transportation mechanics: F. Hydraulic relations for alluvial streams // *Journal of the Hydraulics Division*. ASCE. 1971. Vol. 97, no. HY-1. P. 101–141.
- Shen H. W., Schumm S. A., Doehring D. O. Stability of stream channel patterns // *Transportation Research Record*. 1979. No. 736. P. 22–28.
- Simons D. B., Richardson E. V. Forms of bed roughness in alluvial channels // *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*. 1961. Vol. 87, no. HY-3.
- Simons D. B., Richardson E. V., Nordin C. F. Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels // *SEPM Special Publication*. 1966. No. 12. P. 48–67.

REFERENCES

- Bayrak G. Heoloho-heomorfolohichni faktory morfodynamiky malykh richok (na prykladi richky Chechvy, prytoky Limnytsi). *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*. 2025. Vol. 1, No. 108. P. 5–14. (In Ukrainian). <http://doi.org/10.17721/1728-2713.108.01>
- VBH V.2.4–33–2.3–03–2000. *Rehuliuвання rusel richok. Normy proektuvannya*. Kyiv, 2000. (In Ukrainian).
- Zahalna hidrolohiia / Khilchevskiy V. K., Obodovskiy O. H., Hrebin V. V., Afanasiev S. O., Dubniak S. S. ta in. Kyiv : Kyivskiy universytet, 2008. 400 s. (In Ukrainian).
- Obodovskiy O. H. *Hidroloho-ekolohichna otsinka ruslovykh protsesiv (na prykladi richok Ukrainy)*. Kyiv : Nika-Tsentr, 2001. 274 s. (In Ukrainian).
- Obodovskiy O. H. *Ruslovi protsesy : pidruchnyk*. Kyiv : Kyivskiy universytet, 1998. 132 s. (In Ukrainian).

- Obodovskiy O. H. Ruslovi protsesy : pidruchnyk. Kyiv : Kyivskiy universytet, 2017. 495 s. (In Ukrainian).
- Obodovskiy O. H., Onyshchuk V. V., Konovalenko O. S. Rusloformuiuchi vytraty ta klasyfikatsiia pavodkiv na hirs'kykh richkakh // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heohrafiia. 2002. Vyp. 48. S. 42–47. (In Ukrainian).
- Yushchenko Yu. S. Heohidromorfolohichni zakonomirnosti rozvytku rusel. Chernivtsi : Ruta, 2005. 320 s. (In Ukrainian).
- Yushchenko Yu. S. Zahalna hidrolohiia : pidruchnyk. Chernivtsi : Chernivetskiy natsionalnyi universytet, 2017. 591 s. (In Ukrainian).
- Yushchenko Yu. S. Zahalna ta richkova hidravlika : navchalnyi posibnyk. Chernivtsi : Chernivetskiy natsionalnyi universytet imeni Yurii Fedkovycha, 2023. 342 s. ISBN 978-966-423-812-7. (In Ukrainian).
- Yushchenko Yu. S., Honchar O. M., Hryhoriichuk V. V. ta in. Hidroekolohichne obgruntuvannya bezpechnoho ta zbalansovanoho rozvytku richkovykh pryrodno-antropohennykh system Peredkarpattia. Chernivtsi : Chernivetskiy natsionalnyi universytet imeni Yu. Fedkovycha, 2017. 472 s. (In Ukrainian).
- Buffington J. M., Montgomery D. R. Geomorphic classification of rivers: An updated review // In: Shroder J. F. (ed.) Treatise on Geomorphology : 2nd ed. / Academic Press. 2022. P. 1143–1190. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818234-5.00077-8>.
- Chitale S. V. River channel patterns // Journal of the Hydraulics Division. ASCE. 1970. Vol. 96, no. HY-1. P. 201–220.
- Doretto A., Piano E., Larson C. E. The River Continuum Concept: lessons from the past and perspectives for the future // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2020. Vol. 77, No. 11. P. 1853–1864. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0039>.
- Dury G. H. Relation of morphometry to runoff frequency // Water, Earth and Moon / ed. R. J. Chorley. London : Methuen, 1969.
- Elliott C. M., Jacobson R. B. Geomorphic Classification and Assessment of Channel Dynamics in the Missouri National Recreational River, South Dakota and Nebraska // U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2006. No. 2006–5313. DOI: <https://doi.org/10.3133/sir20065313>.
- Galay R. J. Observed forms of bed roughness in an unstable gravel river // Proceedings of the XII Congress IAHR. 1967. Vol. 1, no. 73. P. 85–95.
- Galay V. J., Kellerhals R., Bray D. I. Diversity of river types in Canada // Ninth Canadian Hydrology Symposium: Fluvial Processes and Sedimentation. Edmonton : University of Alberta, 1973.
- Hassan, M. A., Pierce, J. K., & Chartrand, S. M. Sediment storage and fluvial sediment transport linkages across an experimental flood sequence // Journal of Geophysical Research: Earth Surface. — 2024. — Vol. 129, No. 9. — Article e2024JF007772. DOI: <https://doi.org/10.1029/2024JF007772>.
- Kamykowska M., Kaszowski L., Krzemień K. River channel mapping instruction. Krakow : Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1999.
- Kaszowski L., Krzemień K. Classification systems of mountain river channels // Prace geograficzne. Krakow : Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1999. Zeszyt 104. P. 27–40.
- Kellerhals R., Church M., Bray D. J. Classification and analysis of river processes // Journal of the Hydraulics Division. ASCE. 1976. No. 7. P. 813–829.
- Krzemień K. (ed.). Struktura koryt rzek i potoków (studium metodyczne). Krakow : Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2012.
- McManamay R. A., DeRolph C. R. A stream classification system for the conterminous United States // Scientific Data. 2019. Vol. 6. Article 190017. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2019.17>.

- McManamay R. A., Troia M. J., DeRolph C. R., Olivero Sheldon A., Barnett A. R., Kao S.-C., Anderson M. G. A stream classification system to explore the physical habitat diversity and anthropogenic impacts in riverscapes of the eastern United States // PLoS ONE. 2018. Vol. 13, No. 6: e0198439. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198439> .
- Leopold L. B., Wolman M. G. River channel patterns – braided, meandering and straight // U.S. Geological Survey Professional Paper 262-B. 1957. 48 p.
- LeRoy J. Z., Heimann D. C., Hix K. D., Cigrand C. V., Burk T. J. Geomorphic change, hydrology, and hydraulics of Caulks Creek, Wildwood, Missouri // U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2024. No. 2024-5079. 118 p. DOI: <https://doi.org/10.3133/sir20245079>.
- Rosgen D. Applied river morphology. Colorado. Wildland Hydrology. 1996.
- Schumm S. A. A tentative classification of alluvial river channels. Washington : United States Geological Survey, Circular 477, 1963.
- Schumm S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains // Geological Society of America Bulletin. 1963. Vol. 74.
- Schumm S. A. The fluvial system. New York : Wiley, 1977. 338 p.
- Schumm S. A., Khan H. R. Experimental study of channel patterns // Geological Society of America Bulletin. 1972. Vol. 83, no. 6. P. 1755–1770.
- Sediment control methods // Journal of the Hydraulics Division. ASCE. 1972. Vol. 98, no. HY-7. P. 1295–1326.
- Sediment transportation mechanics: F. Hydraulic relations for alluvial streams // Journal of the Hydraulics Division. ASCE. 1971. Vol. 97, no. HY-1. P. 101–141.
- Shen H. W., Schumm S. A., Doehring D. O. Stability of stream channel patterns // Transportation Research Record. 1979. No. 736. P. 22–28.
- Simons D. B., Richardson E. V. Forms of bed roughness in alluvial channels // Proceedings of the American Society of Civil Engineers. 1961. Vol. 87, no. HY-3.
- Simons D. B., Richardson E. V., Nordin C. F. Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels // SEPM Special Publication. 1966. No. 12. P. 48–67.

Стаття надійшла в редакцію 02.03.2026

Прийнято до друку 29.04.2026

Дата публікації 19.05.2026