

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 556.51/54

Борис КІНДЮК, Валерія ОВЧАРУК, Олександр БІРЮКОВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОПОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЧКИ
СТРВ'ЯЖ

Постановка задачі. Річки, які течуть по території Сано-Дністровського району виконують важливу роль в економіці України. До жаль, навіть в цьому регіоні з великим об'ємом водних ресурсів різко загострилася проблема їх нестачі. Для виходу з ситуації, що склалася, необхідний детальний облік потенціалу цих річок з метою їх раціональнішого використання. Рішення цієї задачі вимагає від фахівців різних напрямів інформації про походження річкових долин, даних про їх гідрографічні і топологічні характеристики.

Аналіз публікацій. На превеликий жаль, питання гідрографії, а також походження річок Стрв'яжа і Болозівки мало розглядалися в спеціальній літературі. Так геоморфологія цих річок вивчалася П.М. Цисем [10], неотектоніка району детально описана в двох монографіях І.Д. Гофштейна [5], а деякі закономірності орографії регіону представлені в роботі К.І. Геренчука [3]. Докладне дослідження гідрографічної мережі Сано-Дністровського межиріччя виконане Н.І. Дроздом [8]. Будова річкових долин Стрв'яжа, Болозівки розглянута в роботах М.С. Демедюка [4], Н.В. Зденюка [6].

Разом з тим у кінці 50-х років з'явилися методи системного аналізу, дозволяючи виконати кількісну оцінку будови річкової мережі. Основоположником цього напряму став американський учений Р.Е. Хортон [12]. Пізніше ідеї Р.Е. Хортон про річкову мережу як безліч супідрядних потоків розвивали Н.А. Ржаніцин, Р.Л. Шреве, А.Н. Шталлер, І.Н. Гарцман [2,9], Б.В. Кіндюк [7] та інші автори [11]. На жаль, розроблені цими авторами методики індикаційних досліджень раніше не застосовувалися до річок досліджуваного району.

Мета роботи: 1) дати оцінку ієрархічної будови гідрографічної мережі р. Стрв'яж; 2) визначити чисельні значення основних топологічних показників річок регіону; 3) використати математичний апарат теорії інформації стосовно досліджуваних річок.

Викладення матеріалів дослідження з повним обґрунтуванням виконаних робіт. Свій початок р. Стрв'яж бере на території Польщі у с. Нижні Устеріки, яке розташоване на висоті 640 м. Впадає в р. Дністер з лівого берега на 1252 км від гирла в районі с. Долобів. Площа водозбору 926 км², довжина річки – 94 км, середній ухил складає 4‰. Основною притокою Стрв'яжа є річка Болозівка величина її басейну складає 271 км², довжина 44 км, ухил 3,68‰.

На першому етапі дослідження виконані підрахунки кількостей приток, їх довжин, площ водозборів, ухилів водотоків. Як початкові дані використані матеріали по типізації річок України, довідкові посібники, а також географічні карти досліджуваного району масштабом 1:200 000. Це дозволило визначити основні показники ієрархічної будови р. Стрв'яж використовуючи методику розроблену Р.Е. Хортоном [12] і вдосконалену І.Н. Гарцманом [2]. Згідно цієї схеми бонітіровки найменший нерозгалужений потік має порядок P_1 . Кожен наступний рівень ієрархії P_i утворюється від злиття двох потоків P_{i-1} і необмеженого числа потоків менших P_{i-1} .

Згідно гідрографічної схеми р. Стрв'яж у неї впадає сім основних водотоків, а їх морфометричні показники приведені в табл.1. Це дає можливість використовуючи схему Р.Е. Хортон виконати ідентифікацію приток і всієї річкової системи р. Стрв'яж. Верхня частина водозбору р. Стрв'яж знаходиться у Карпатських горах і характеризується добре розвиненою гідрографічною мережею. На території Польщі найбільшою його притокою є р. Стебник з площею водозбору ($F=59\text{км}^2$), яка відповідає третьому рівню ієрархії. Сам

Стрв'яз, до злиття з річкою Стебник, має другий порядок і тоді, по схемі Р.Е. Хортон, після цієї точки, його порядок стає рівним трьом. Це значення Π збільшується на одиницю і стає рівним чотирьом ($\Pi=4$) від с. Старява, де річка Стрв'яз зливається з іншою притокою - р. Лопушниця ($F=24,7 \text{ км}^2$) яка має також третій порядок. Нижче за течією в основну річку впадає ще декілька приток відповідних третьому рівню ієрархії, але вони не змінюють її порядок і він залишається рівним чотирьом. У районі гідрологічного поста Луки у Стрв'яз впадає р. Болозівка що має четвертий рівень ієрархії. Згідно схеми Р.Е. Хортон злиття двох потоків з однаковими Π приведе до збільшення порядку основної річки і тоді значення рівня ієрархії стає рівним п'яти (табл.1).

Таким чином, р. Болозівка відповідає четвертому рівню ієрархії, р. Стрв'яз п'ятому, а число приток першого порядку рівне відповідно 42 і 129 (табл. .1). Проведена ідентифікація дозволяє виконати розрахунки по порядках водотоків: числа річок S_i , їх середніх довжин L_i , площ водозборів F_i , ухилів I_i , а також середніх кутів злиття водотоків α_i .

Ряди цих характеристик є геометричними прогресіями. З них, середні довжини водотоків, площі водозбору, кути злиття річок утворюють зростаючі послідовності, а число водотоків і ухили – убуваючі геометричні прогресії. На базі великої кількості фактичного матеріалу Р.Е. Хортон виявив три наукових положення, які характеризують будову річкової мережі, які одержали назву закономірностей біфуркації, довжин річок і ухилів. Пізніше, І.А. Шамм ввів закономірність, яка зв'язує площі водозборів річок суміжних порядків, а Б.В. Кіндюк [7] – кути злиття водотоків.

Таблиця 1

Основні гідрографічні і топологічні характеристики річок на водозборі р.Стрв'яз

	Річка-пункт	Площа водозбору $F, \text{км}^2$	Порядок водотоків, Π	Довжина річки $L, \text{км}$	Ухил річки $I, \%$	Середня висота водозбору, $H, \text{м}$	Кількість приток першого порядку S_1	Ентропія річкової системи H_i
	1	2	3	4	5	6	8	9
1	Стебник - с.Краценко	59,0	3	14,3	32,5	638	15	7,24
2	Либухівка-гирло	34,3	3	7,9	22,8	470	6	3,13
3	Лопушниця-гирло	24,7	3	9,3	18,0	457	6	3,13
4	Ясеніна-с.Бисковичи	45,3	3	15,0	2,7	310	8	3,79
5	Рудня-гирло	30,1	3	10,0	5,2	299	4	2,07
6	Без назви	59,8	3	24,1	2,2	297	11	4,93
7	Болозівка-с.Загір'я	271	4	44	3,7	349	42	19,5
8	Стрв'яз-с.Хирів	355	4	31	9,1	500	46	21,5
9	Стрв'яз-с. Луки	908	5	88	4,0	400	127	55,1
10	Стрв'яз-с.Долобів	926	5	94	4,0	452	129	55,4

Аналіз структури річкової мережі досліджуваного водотоку показав, що всі п'ять закономірностей виконуються (табл.2). Наприклад кількість приток р. Стрв'яз створюють ряд: 129, 38, 11, 2, 1. Середні довжини водотоків складають послідовність: 1.3; 3.0; 9.4; 47; 94. Аналогічні результати одержані при дослідженнях рядів, які складаються з площ водозборів, ухилів і кутів злиття водотоків.

Це дало можливість на основі рядів цих характеристик виконати розрахунок чисельних

значень основних топологічних показників. Це коефіцієнти біфуркації (σ_0), довжини (λ_0), площ водозборів (φ_0), ухилів (I_0) і кутів (α_0) (табл.2).

Таблиця 2

Топологічні показники р. Стрв'язж

Річка-пункт	Основні топологічні показники				
	σ_0	λ_0	φ_0	I_0	α_0
р. Стрв'язж - с. Долобів	3,58	3,13	2,17	2,44	1,08

Схема запропонована Р.Е. Хортоном ознаменувала своєрідний якісний стрибок в науці гідрографії, оскільки з її допомогою відбувся перехід від описового підходу до кількісної оцінки характеристик річкової мережі. Проте більш поглиблене уявлення про структуру водотоків може бути одержане за допомогою застосування методів системного аналізу. Основоположником впровадження деяких положень теорії графів до річкових потоків є І.А.Гарцман [2], який одним з перших визначив їх чисельні значення структурно-інформаційних вимірів.

В основі цього підходу лежить ідея про те, що розподіл водотоків по території можна розглядати як систему рівно можливих подій при невизначеності наших знань про настання кожного з них. Повною системою подій X_1, X_2, \dots, X_n називається група взаємно несумісних подій, сума ймовірності, якої рівна одиниці.

У теорії інформації для оцінки заходів невизначеності наших знань про повну систему використовуються поняття ентропії, чисельне значення цієї характеристики розраховую за допомогою запропонованої К. Шенном формули:

$$H = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_n) = -P_k \sum_{k=1}^n \lg P_k, \quad (1)$$

де H - величина ентропії, P_i – ймовірність настання події.

Поняття ентропії прийшло в географічну науку з фізики, де воно використовувалося Больцманом для характеристики термодинамічних систем. Дослідження меж значущості цієї функції виконане М.А. Багровим [1]. Цим автором запропонований доказ того, що максимум функції настає коли ймовірності P_i рівні між собою або дорівнюють $1/n$. Величина ентропії приймає нульове значення у випадку, якщо вся ймовірність P_i , окрім однієї рівна нулю.

Для використання цієї характеристики в гідрографії необхідно ввести декілька обмежень на вихідний матеріал досліджень. Перше – розглядається ідеальна річкова мережа, тобто така в якій існує тільки водотоки і відсутні озера, старіці, рукави, протоки. Друге - в системі немає точок де зливаються більше двох водотоків, тобто будь-які дві точки з'єднуються єдиним чином. Практично це означає, що з розгляду виключаються складні дельтові утворення.

При моделюванні природних об'єктів часто використовується метод формалізації [11]. Його застосування будується на розчленуванні абстрактно по компонентах і припускає їх однозначне закріплення на формалізованій мові. Для реалізації такого підходу необхідно ввести метричний крок або міру системи. У науці гідрографії такою характеристикою є потоки першого порядку P_1 . Їх відповідність вимогам формалізації легко встановлюється по двох міркуваннях. По-перше, вони не підлягають дробленню, а, по-друге з них може бути складена будь-яка річкова система.

Це дозволяє, використовуючи раніше одержану інформацію про структуру р. Стрв'язж, побудувати її біфуркаційне ордеререво або повне граф-дерево (рис.1).

Як видно з графічного представлення досліджуваного водотока він характеризується складною гідрографічною структурою. Достатньо могутня мережа простежується у верхів'ях

річки, потім друге ядро утворює ділянку де зливаються річки Ясенія, Рудня і річка без назви. Третя точка концентрації водотоків зафіксована в нижній частині течії у гідрологічного поста Луки, де у річку Стрв'яж впадає р. Болосівка (рис.1).

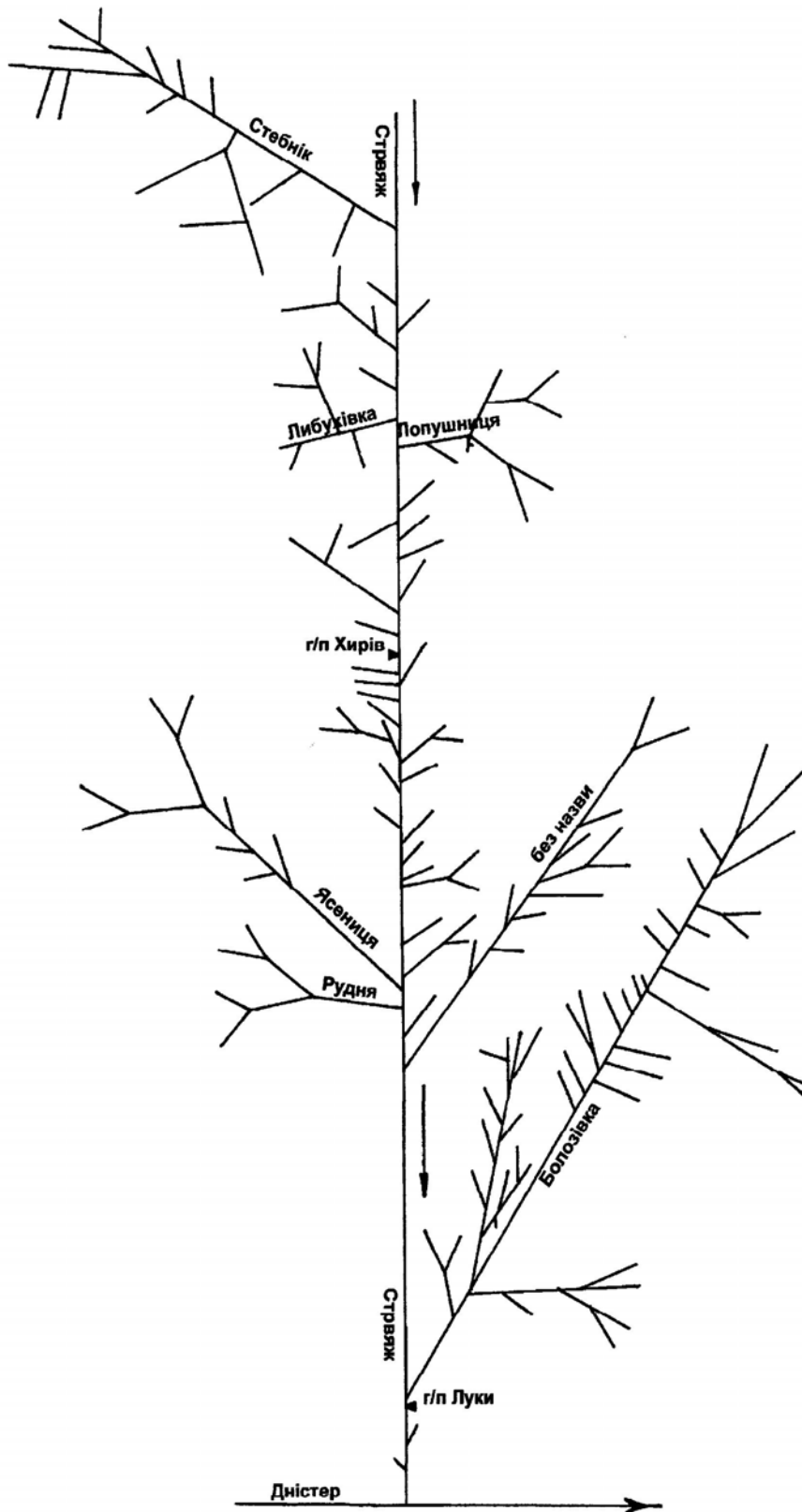


Рис.1. Гідрографічна мережа р. Стрв'яж у вигляді граф-дерева

Перш ніж приступити до розрахунку ентропії для р. Стрв'яж і її окремих частинах, розглянемо порядок таких обчислень на гіпотетичному прикладі. Наприклад, в точці X_1 зливаються два водотоки першого порядку S_1 і S_2 , тоді за формулою К. Шеннона значення ймовірностей розраховується так:

$$P_1 = \frac{S_1}{S_1 + S_2} \text{ та } P_2 = \frac{S_2}{S_1 + S_2}, \quad (2)$$

де $S_1=S_2=1$. Величина ентропії цієї системи виходячи з формули (1) дорівнює:

$$H_1 = -P_1 \log P_1 - P_2 \log P_2 = -(P_1 \log P_1 + P_2 \log P_2) = -(0.5 \log 0.5 + 0.5 \log 0.5) = 0.30$$

Аналогічним чином розраховуються H_i у разі складніших гідрографічних систем.

Маючи в своєму розпорядженні дані про будову гідрографічної мережі р. Стрв'яж нескладно зробити розрахунок величини ентропії по всіх основних її притоках (табл.1).

Згідно виконаних розрахунків, з річок, які впадають у Стрв'яж, найбільше значення ентропії доводиться на р. Болозівку $H=19,5$, потім йде р. Стебник у якій - $H=7,24$ (табл.2). У решти п'яти водотоків величини ентропії приблизно однакові, а значення (H) всієї мережі р. Стрв'яж склало 55,4 (табл.1). Окрім цих водотоків, розрахунки ентропії виконані для двох гідрологічних постів – Хирів і Луки що знаходяться на досліджуваному водотоці. Їх значення H_i склали, відповідно 20.5 і 55.1 (табл.1).

Наступним питанням, яке розв'язане у дійсному дослідженні є задача про те, яке практичне застосування може мати нова характеристика річкових систем - H_i . Виходячи з цього, будувалися графіки зв'язку між значеннями ентропії і такими характеристиками річкових басейнів, як їх площа водозбору F , довжина річки - L , ухил русла I , середня висота басейну. Так, оказалось, що найвищий кореляційний зв'язок відмічений між ентропією і площею водозбору ($R=0,97$). На другому місці по значущості йде залежність $H=f(L)$, у якої коефіцієнт кореляції склав $R=0,95$. Практично відсутній зв'язок між ентропією та ухилом водотоків, а також з висотою над рівнем моря.

Результатом дослідження є:

1. Виконана ідентифікація гідрографічної мережі р. Стрв'яж по схемі Р.Е.Хортон - І.Н. Гарцмана, яка показала що річка має п'ятий рівень ієрархії;
2. Визначені чисельні значення п'яти топологічних показників досліджуваної річки - коефіцієнти біфуркації, довжин, площ, ухилів, а також кутів злиття водотоків;
3. Вперше для річок Карпатського регіону розраховані значення структурної оцінки водотоків - їх ентропії або H -функцій;
4. Показана наявність зв'язку величин ентропії з такими морфометричними показниками річкових систем, як їх площа водозбору і довжина водотоків.

Задачею подальших досліджень є пошук зв'язків ентропії річкових систем з площами живого перетину водотоків і використання їх в розрахунках запасів води при проходженні весняних водопіль.

Література:

1. Багров Н.А. Статистическая энтропия как мера неопределенности и связности случайных явлений. Метеорология и гидрология. – №9, 1957. – С.43-50.
2. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические индикаторные исследования. Водные ресурсы №3, 1973. - С. 109 – 123.
3. Геренчук К.И. Тектонические закономерности в орфографии и речной сети Русской равнины.
4. Геренчук К.И., Демедюк М.С., Зденюк М.В. До четвертинної палеогеографії Сано-Дністровського міжріччя “палеогеографічні умови території України в пліоцені та антропогені”, Київ, “Наукова думка”, 1996, С.5-19.
5. Гофштейн И.Д. Неотектоника западной Вольно-Подоллии. Киев “Наукова думка” 1979 – 154с.
6. Зденюк М.В. Матеріали до палеогеографії Сансько-Дністровського межиріччя. Вісник Львівського університету, серія географічна.3,- Видавництво Львівського університету, 1966. – С.61-64

7. Киндюк Б.В. Гидрографическая сеть и ливневой сток рек Украинских Карпат. Одесса, «ТЭС», 2003. – 221с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6, вып.1. Западная Украина и Молдавия. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 492с.
9. Ржаницин Н.А. Морфометрические и гидрологические закономерности строения речной сети. Л., Гидрометеоздат, 1960. – 238с.
10. Цись П.М. Геоморфологія УРСР. Вид-во Львівського ун-ту, 1962. – 233с.
11. Хаггерт П. Сетевые модели в географии. – «Модели в географии». М: «Прогресс», 1971. – С.287-343.
12. Хортон Р.Э. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. – М. Изд-во иностр. лит., 1948.

Summary:

Boris Kinduk, Valeria Ovcharuk, Alexander Birukov. RESEARCH DESCRIPTIONS OF TOPOLOGIES OF THE RIVER STRVYAGH.

The questions of a structure of a hydrographic network are considered and the basic topological characteristics of Strvyagh are determined, the accounts entropy are executed and the connection with morphometric parameters is shown

УДК 631.434:631.445.2.

Тетяна ЦВИК, Іван СМАГА, Зоряна ХАПЦЬКА

ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ РУХОМИХ СПОЛУК ТА ФОРМУВАННЯ БУФЕРНОЇ ЗДАТНОСТІ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО ФОСФОРУ В ҐРУНТАХ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКО-ЛІСОВОЇ ПРОВІНЦІЇ

Своєрідність факторів та умов ґрунтоутворення в Карпатській гірсько-лісовій провінції обумовили відповідну специфіку ґрунтового покриву. Останній формується за переважаючого впливу буроземоутворення, яке поєднується з низкою інших процесів: опідзолення, оглеєння, лессиваж, глеєселювіювання та інші [5, 6, 7].

Ґрунтам регіону, сформованим як у горах так і на передгірних рівнинах притаманна висока кислотність, ненасиченість основами, буре, або сірувато-палеве забарвлення гумусового горизонту, підвищений вміст рухомого алюмінію та закисного заліза [2]. Така специфіка ґрунтоутворення та властивостей ґрунтів обумовлює переважно утворення фосфатів заліза і алюмінію які й переважають у фракційному складі [3, 4, 8]. Проявляється залежність показників фосфатного стану буроземів і бурувато-підзолистих ґрунтів, зокрема забезпеченості рухомими фосфатами від вмісту обмінних основ та обмінного кальцію. Формування фракційного складу обох цих підтипів пов'язане з показниками кислотно-основного стану [8], що теж свідчить про специфіку ґрунтоутворення.

Мета досліджень – прослідкувати географо-генетичні особливості накопичення рухомих сполук та формування буферної здатності по відношенню до фосфору в ґрунтах Карпатської гірсько-лісової провінції.

Об'єктом досліджень були ґрунти буроземного типу в межах Чернівецької області 1) бурий гірсько-лісовий оглеєний важкосуглинковий ґрунт на елювіальному суглинку (хвойний ліс); 2) бурий гірсько-лісовий оглеєний на елювіальному суглинку (сіножать); 3) буроземно-підзолистий глибинно-глеюватий на стародавньому алювії на пасовищі; 4) бурувато-підзолистий оглеєний середньо суглинковий, на елювіально-делювіальному суглинку під ріллею; 5) бурувато-підзолистий глеєвий середньосуглинковий ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку під пологом мішаного лісу; 6) бурувато – підзолистий оглеєний ґрунт на елювіально-делювіальному суглинку під пологом широколистяного лісу.

Нижче наводимо морфологічний опис деяких розрізів: