

31. Gorbachova L.O., Prykhodkina V.S., Khrystiuk B.F., Zabolotnia T.O., Rozlach V.O. Statystychnyj analiz maksimal'nogo stoku vody richky Pivdennyj Bug za metodom «Indicators of Hydrologic Alteration» [Statistical Analysis of Maximum Runoff of the Southern Buh River Using the Method Indicators of Hydrologic Alteration]. Ukraïns'kyj gidrometeorologichnyj zhurnal. 2021. № 27. S. 42-54 DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.27.2021.05>

32. Shakirzanova Zh.R. Analiz ta prostоровo uzagal'nennja strokiv prohodzhennja vesnjanyh vodopil' na rivnyynyh richkah Ukraïny [Analysis and spatial generalization of the passage periods of spring floods on the plain rivers of Ukraine]. Visnyk Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universytetu. 2008. Vyp. 6. S. 157-164.

33. Nastanova z operatyvnoi hidrolohii. Prohnozy rezhyму vod sushi. Hidrolohichne zabezpechennja i obsluhovuvannja [Manual on operational hydrology. Forecasts of land water regime. Hydrological support and maintenance] / Kerivnyj dokument. Kyiv: Ukraïns'kyj gidrometeorologichnyj tsentr, 2012. 120 s.

Long-term forecasting of the start date of spring flood in the upper of the Southern Buh River by teleconnection indices

Khrystiuk B.F., Gorbachova L.O.

The start date of spring flood is an important hydrological characteristic. Insufficient attention is paid to its long-term forecasting, which is due to the complexity and unsolved problem in terms of improving the quality of such forecasting. Most often, quantitative methods are used in long-term forecasting. The most used are statistical, correlation, and regression analysis. Recently, teleconnection indices and patterns are increasingly used in hydrological long-term forecasting. At the same time, the basis of the concept of forecasting by the teleconnection connections is the idea of the influence of distant fluctuations of atmospheric circulation on the hydrological event. So, the teleconnection indices and patterns are used for forecasting and analysis of river flow, atmospheric precipitation, research of snow water equivalent of river basins, forecasting of droughts and ice phenomena.

The objective of this of the study is to develop a methodology of the long-term forecast of the spring flood start date in the upper part of the Southern Buh River using teleconnection indices and patterns.

The method of long-term forecasting of the start date of spring flood was developed for the Southern Buh River - Lelitka village water gauge. The Southern Buh River - Lelitka village water gauge is located in the forest zone and characterizes homogeneous conditions of the formation of spring flood. Information on the start dates of spring flood for the observation period 1966-2015 and teleconnection indices and patterns were used. The start dates of spring flood at the Southern Buh River near Lelitka village are characterized by significant variability. The difference between late and early dates of spring flood is 65 days. 34 teleconnection indices and patterns were used, which the National Oceanic & Atmospheric Administration USA were determined. The best regression relationship with the start dates of spring flood at the South Buh River - Lelitka village water gauge was obtained for the indices WPAC850 in January and AAO in December. The technique corresponds to the "satisfactory" category for the probability of not exceeding the permissible error, which allows it to be used for forecasting. So, the teleconnection indices and patterns can be quite successfully used in the long-term forecasting of the start date of spring flood.

Keywords: spring flood, long-term forecasting, teleconnection indices, Southern Buh River, forecasting equations

Надійшла до редколегії 11.01.2023

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.1.4>

УДК 556.06+.537

Ободовський О. Г.¹, Корнієнко В. О.², Перевозчиков І. М.²

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

² Український гідрометеорологічний центр ДСНС України

СУЧАСНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ РУСЕЛ РІЧОК РАЙОНУ РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ ДНІПРА (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)

Проведено дослідження та класифікування різних підходів в оцінюванні стійкості річкових русел. Підтверджено та виконано додаткове обґрунтування ерозійного показника стійкості Ло. Виконано ретроспективний аналіз його просторово-часових змін коефіцієнта ерозії та ерозійного показника стійкості за даними 17 репрезентативних гідрологічних постів, розташованих на річках району річкового басейну Дніпра (в межах України). Результати досліджень засвідчили слабку змінність показника Ло за останні 30 роки з наявністю тенденції до зростання стійкості русел за цим показником. Порівняльний аналіз із іншими показниками стійкості засвідчим найкраще співпадіння між ерозійним показником стійкості русел Ло і показником відносної інваріантності Мх, які можна рекомендувати для подальшого використання при дослідженні процесів руслоформування вказаних річок.

Ключові слова: стійкість русел річок, ерозійний показник стійкості, коефіцієнт ерозії, показником відносної інваріантності, порівняльний аналіз показників стійкості.

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 1 (67)

Актуальність дослідження. Оцінка стійкості русел річок є одним із найважливіших компонентів в аналізі руслових процесів і має велике практичне значення. Разом з тим, вона заключає в собі і екологічний зміст, який пов'язаний передусім із аналізом і прогнозом інтенсивності руслових деформацій, які можуть суттєво впливати на умови життєдіяльності і господарювання у межах русло-заплавного комплексу річок.

При оцінці темпів розвитку руслових деформацій необхідно мати показник, який об'єктивно міг би характеризувати ступінь їх опору річковому потоку, тобто визначати стійкість русла. Завдяки оцінці стійкості русел з'являється можливість порівняння швидкості розвитку руслових деформацій різних річок або ділянок однієї річки. Отже, поняття стійкості русел полягає в їх порівнянні за кількісною оцінкою умов і швидкості прояву руслових деформацій [1]. Умови стійкості в простому математичному вигляді для прямолінійного русла можна виразити за К. В. Гришаниним [2] через незмінності витрати наносів вздовж потоку $G/x = 0$. Для потоку, рух в якому встановився, тоді на нуль перетворюється похідна від площі живого перетину (W) за довжиною русла $W/x = 0$. Разом із тим на ділянках звуження або розширення русла відбуваються його деформації і, тоді, $W/x \neq 0$ [1-2]. Будь-яка річка з часом змінює свої обриси, а тому її загальна стійкість завжди є відносною.

Тому ряд дослідників ставили перед собою завдання щодо встановлення критерію стійкості русла. При цьому дуже часто намагалися виявити головні фактори деформацій русел річок, визначити їх кількісну характеристику, яка і приймається як показник стійкості русла [3].

Мета дослідження - виконати просторово-часове оцінювання стійкості річкових русел району річкового басейну Дніпра в межах України з проведенням порівняльного аналізу різних показників стійкості.

Аналіз виконаних досліджень та методів. Питаннями оцінки стійкості русел річок займалися багато дослідників, і тому існує ціла низка підходів до встановлення її кількісних показників. Аналіз досягнень в цій царині дає підстави намітити кілька напрямків досліджень стійкості русел річок. Серед них можна виокремити наступні.

Морфологічні показники стійкості, які базуються на встановленні морфологічних параметрів русел річок з урахуванням їхніх похилів та крупності руслового алювію. До них можна віднести показники таких авторів як засновника поняття стійкості русла В. Лохтіна [4], а також М.Маккавеева [5], М.Ржаніцина [6], С.Шатаєвої [3] та інших.

Морфо-динамічні показники стійкості, обґрунтування котрих базується на взаємодії морфологічних параметрів русел річок з динамічними показниками їхніх потоків. Їх авторами є М.Веліканов [7], С.Алтунін [8], К.Гришанин [2], І.Карасьов [9], D. Rosgen [10, 11], Hagon, N.A and etc. [12] та інші.

Динамічні показники стійкості, найменш розвинутий напрямок, встановлення стійкості в якому базується на розрахунках в основному динамічних показників потоку здебільшого для гірських річок. Їх репрезентують залежності, які запропоновані В.Талмазою і О.Крошкіним [13], В.Онищук [14], W. Mohammed-Ali and etc. [15] та інші.

Дослідження руслових процесів у річках та умов, які формують їхню стійкість, тісно пов'язане з механізмом водної ерозії в їхніх басейнах. Тому для більш об'єктивної оцінки руслових процесів взагалі і стійкості русел річок зокрема необхідне врахування всіх водно-ерозійних процесів у річковому басейні. Дослідження руслових процесів на річках тісно пов'язане з механізмом водної ерозії в їх басейнах. Ерозійні процеси на поверхні водозборів і руслові процеси водотоків, підпорядковуються єдиній схемі функціонування ерозійно-аккумулятивної системи "схил - яр - балка - струмок - річка - гирло", тобто у ерозійно-русловій системі. Це свідчить про прямий і зворотній зв'язок в ерозійно-аккумулятивному комплексі: схилова ерозія у річковому басейні впливає на формування і розвиток русла, і навпаки, розвиток русла в тій чи іншій мірі може регулювати схилу ерозію [16]. Закономірності прояву водно-ерозійних процесів не можуть розглядатися окремо від інших екзогенних факторів. Безпосередньо руслові процеси проявляються на етапі появи постійного водотоку. В свою чергу, це явище реальне лише при певному складному комбінуванні різноманітних факторів (кліматичних, геолого-геоморфологічних, ґрунтово-ботанічних) і форма їх взаємодії різна в різних природних умовах. В якості

показника стійкості русел, який повинен враховувати прояв ерозії на водозборі, гідравлічні особливості потоку і морфометричні характеристики русла [1,3].

Серед існуючих показників стійкості русел за даними І.П.Шуляренко [17], для малих та середніх річок району річкового басейну Дніпра найбільш достовірним з точки зору його зв'язку з горизонтальними деформаціями є число Лохтіна (1).

$$L = \frac{d}{\Delta H_{KM}}, \quad (1)$$

де d – діаметр донних наносів, мм; ΔH_{KM} – кілометричне падіння відміток русла, м/км.

Цей вираз широко застосовується на практиці і отримав назву "число Лохтіна". Вираз (1) має один суттєвий недолік, зумовлений його лінійною розмірністю (d – величина розмірна, мм, а ΔH_{KM} – відносна величина). Тому на його абсолютні показники впливає порядок та розмір річки. Для малих річок L , як правило, менше, ніж для великих, хоча стійкість останніх фактично може бути меншою. Таким чином, за допомогою числа Лохтіна можна порівнювати стійкість річок лише близьких порядків [3].

Формула (1) за своєю структурою не враховує форми русла. Разом з тим, русла річок різних порядків мають неоднакову форму перерізу. Тому, при переході від малих до середніх та великих річок різке наростання ширини супроводжується не такими значними приростами глибини. Для перших різниця оцінюється в декілька разів, тоді як для других вона може становити і декілька порядків.

З метою більш об'єктивної оцінки стійкості русел був використаний показник розпластаності русла (або відносної ширини) B/h . Вираз B/h відображає середні співвідношення морфометрії русел річок, які протікають у різних фізико-географічних умовах [3,18].

Крім цього, для аналізу стану стійкості русла необхідно врахувати ерозійні умови в басейні, про що вказувалося раніше. Річкові наноси формуються із двох складових - руслової і басейнової, а величина останньої залежить від протиерозійної стійкості підстильних порід та ґрунтів на поверхні водозбору і для рівнинних річок вона, як правило, є більшою [3,19].

Зважаючи на строкатість і різноманітність ґрунтового покриву та факторів, які обумовлюють його протиерозійну здатність, виникають певні труднощі у визначенні такого ерозійного коефіцієнту. Найбільш прийнятним для визначення стійкості русел і відображення ерозійних процесів на водозборі можна вважати коефіцієнт ерозії [3,20]. При дослідженні взаємозв'язку стоку наносів та стоку води річок рівнинної території України була рекомендована залежність:

$$R = A \cdot Q^n, \quad (2)$$

де R - витрата наносів, кг/с; Q - витрата води, м³/с; A - коефіцієнт ерозії, який характеризує зональність річкових басейнів за ступенем еродованості ґрунтів, а показник n враховує вплив різновидності річкового алювію на витрату завислих наносів

Поєднання вказаних параметрів дозволило більш обґрунтовано підійти до оцінки умов взаємодії системи "водозбір-русло-потік".

Таким чином, модифікований показник для визначення стійкості русла (за О.Г. Ободовським) має такий вигляд [3]:

$$L_o = \frac{d}{\Delta H_M} \cdot \frac{B}{h} \cdot A, \quad (3)$$

де d - середньозважений діаметр донних наносів, мм, ΔH_M кілометричне падіння водної поверхні, м; B – середня ширина русла, м, h середня глибина потоку, м; A – коефіцієнт ерозії, який характеризує зональність річкових басейнів за ступенем еродованості ґрунтів.

Для гальки з гравієм він має осереднене значення $A = 0,03$, а для русел складених із суміші мулу, піску і суглинку – 0,04.

Вираз (3) містить у своїй структурі не лише параметр, який характеризує умови транспортування наносів, а й показник форми русла, що робить його більш чутливим до оцінки стійкості. А введення в цей комплекс ерозійного коефіцієнта відображає умови прояву ерозійних процесів на водозборі.

Для показника L_0 розроблена класифікаційна шкала за якісно відмінними між собою гідроморфологічними станами, яка наведена в табл. 1 [3].

Таблиця 1. Шкала стійкості річок для умов вільного та обмеженого руслоформування

Ступінь стійкості	Значення L_0 при:	
	Вільних умовах руслоформування	Переважання обмежених умов руслоформування
Стійкі	<1	>7
Відносно стійкі	1-4	4-7
Відносно нестійкі	4-7	1-4
Нестійкі	>7	<1

Ерозійний показник стійкості L_0 може також успішно використовуватись для оцінки стійкості рівнинних і гірських річок [1, 21-23].

Результати досліджень. Представлений вище ерозійний показник стійкості русел річок був застосований для оцінювання умов стійкості гідродинамічної системи «потік-русло» і для рівнинних річок України. Варто зазначити, що перша така оцінка була виконана ще в кінці 90-х років минулого століття і опублікована в роботі [3]. З того часу відбулись значні зміни у водності вказаних річок, які, зокрема, пов'язані із суттєвими кліматичними змінами [24-25]. Тому науковий і практичний інтереси представляє собою саме сучасна просторово-часова оцінка цього показника у порівнянні із попереднім періодом.

Об'єктом досліджень були обрані річки району річкового басейну Дніпра (в межах України) (рис.1), на яких виконувались спостереження за стоком води і наносів. Крім того було б цікаво прослідкувати відповідність отриманих результатів за даним показником з результатами оцінок стійкості русел річок за іншими показниками стійкості.



Рис.1. Розташування досліджуваних репрезентативних гідрологічних постів в районі басейну р. Дніпро в межах України

Для досягнення поставлених задач були задіяні дані за стоком води і стоком завислих наносів за інформацією 17 репрезентативних гідрологічних постів (рис.1, табл. 1). Вказані пости обрані з урахуванням таких чинників, як – а) протяжність і репрезентативність періоду спостережень за стоком води і наносів, б) їх функціонування в сучасний період; в) розташування в різних суббасейнах району річкового басейну Дніпра, г) вплив природних та антропогенних умов на формування стоку завислих наносів. Для вказаних постів були оцінені коефіцієнти ерозії A і встановлені рівняння зв'язків витрат води і завислих наносів $R=f(Q)$ [26].

Виконана оцінка зміни цих показників за інформацією вказаних гідрологічних постів за 2 періоди 1980-2000рр, 2000-2020 рр. засвідчила зменшення коефіцієнта ерозії A і незначне зростання показника ступеня n , що обумовлено, перш за все, зміною водності вказаних річок, яка мала тенденції до зниження в останні десятиліття [25]. Це підтверджується і загальним зменшенням стоку наносів на досліджуваних річках більш як на 15% за вказані періоди [26].

Наведені дослідження дали змогу встановити кількісні значення ерозійного показника стійкості Lo для русел досліджуваних річок в певних часових відрізках за вказані періоди, табл.2.

Таблиця 2. Порівняння ерозійних показників стійкості $Lo1$, $Lo2$, $Lo3$ *

№	Річка	Пункт	$Lo1$	$Lo2$	$Lo3$
1	Вижівка	с.Руда	0,54	0,03	0,03
2	Стир	с.Цуровичі	2,35	3,79	3,51
3	Іква	с.Вел. Млинівці	1	3,07	4,00
4	Горинь	смт Ямпіль	0,32**	0,38**	0,16**
5	Случ	с.Громада	0,65**	0,94**	0,92**
6	Случ	м.Сарни	0,79	2,5	4,82
7	Уборть	с.Перга	1,19	1,71	1,23
8	Норин	с.Славенщина	0,3	0,26	0,07
9	Тетерів	смт.Іванків	19,92	10,68	9,45
10	Десна	с.Розльоти	39,03	38,15	41,26
11	Десна	м.Чернігів	8,91	17,54	62,36
12	Сейм	с.Мутин	0,75	2	5,33
13	Рось	с.Фесюри	1,55**	1,51**	1,01**
14	Псел	м.Гадяч	5,07	6,73	10,84
15	Ворскла	с.Чернещина	3,51	1,88	1,71
16	Оріль	смт Царичанка	3,1	3,67	9,18
17	Самара	с.Кочеріжки	0,65	1	0,52

Стан річкового русла за показником стійкості:

стійкий
відносно стійкий
відносно нестійкий
нестійкий

Примітки: * $Lo1$ -1990-1995рр., $Lo2$ -2000-2005 рр., $Lo3$ - 2015-2020рр.

** - обмежені умови русло формування

Наведені в табл.1 результати дозволили встановити певні закономірності просторово-часової зміни стійкості обраних до дослідження річок. У цілому прослідковується загальна тенденція до більш-менш стабільної ситуації стосовно стійкості русел річок за ерозійним показником. Можливо це обумовлено наявністю майже повного циклу водності за вказаний період [25] Разом з тим, для більшості з них характерним залишається стійкий стан русла. Варто також зазначити певне зменшення стійкості русел річок Десни, Сейму, Псла, Орелі, тобто лівобережних приток Дніпра, що може бути обумовлено загальним зменшенням стоку наносів та їх крупності на цих річках.

Іншим важливим питанням, стосовно оцінки стійкості річкових русел є порівняння різних показників стійкості, розрахованих за різними підходами.

Для встановлення об'єктивності в цьому питанні, нами були використані додаткові морфологічний (число Лохтіна L) та морфо-динамічний (показник відносної інваріантності К.В.Гришаніна M_x) показники стійкості.

.Форма представлення числа Лохтіна наведена у виразі (1). Оціночні значення числа Лохтіна щодо стійкості русел можна охарактеризувати наступним чином: Абсолютно нестійкі - $L < 1,0$; Нестійкі – $L=1,0-2,5$; Слабкостійкі - $L= 2,5-5$; Відносно стійкі – $L=5-10$; Стійкі – $L=10-50$; Абсолютно стійкі – $L > 50$ [1].

Натомість показник відносної інваріантності К.В.Гришаніна встановлюється за наступною залежністю

$$M_x = \frac{h_{pф} \cdot (q \cdot B_{pф})^{0.25}}{Q_{pф}^{0.5}} = const, \quad (4)$$

де $Q_{pф}$ - руслоформувальна витрата води, $B_{pф}$, $h_{pф}$ - ширина та глибина русла при проходженні руслоформувальної витрати води відповідно.

Для рівнинних річок динамічно стійкий стан русла характеризується нерівністю $0,75 < M_x, 0,5$. Якщо значення M_x перевищує 1,05, то ділянка річки характеризується недостатньою транспортувальною здатністю, і в його межах може відбуватися акумуляція наносів. За умов, коли $M_x < 0,75$ транспортувальна здатність значна і русло розмивається [2].

За залежностями (1) і (4) для сучасного періоду (2015-2020 рр.) були обраховані вищезазначені показники, які разом з $Lo3$ зведені в порівняльну табл. 3.

Таблиця 3 Порівняння основних показників загальної стійкості досліджуваних постів річок басейну Дніпра в межах України

№	Річка	Пункт	Lo3	L	Mx
1	Вижівка	с.Руда	0,03	0,95	0,98
2	Стир	с.Цуровичі	3,51	1,28	0,76
3	Іква	с.Вел. Млинівці	4,00	3,14	1,03
4	Горинь	с.мт Ямпіль	0,16**	0,11	0,94
5	Случ	с.Громада	0,92**	1,40	1,04
6	Случ	м.Сарни	4,82	1,90	0,95
7	Уборть	с.Перга	1,23	0,90	0,80
8	Норин	с.Славенщина	0,07	0,17	0,89
9	Тетерів	с.мт.Іванків	9,45	2,09	0,75
10	Десна	с.Розльоти	41,26	10,60	1,51
11	Десна	м.Чернігів	62,36	21,33	1,08
12	Сейм	с.Мутин	5,33	3,56	1,05
13	Рось	с.Фесюри	1,01**	0,48	1,03
14	Псел	м.Гадяч	10,84	4,83	1,53
15	Ворскла	с.Чернеччина	1,71	3,33	1,75
16	Оріль	с.мт Царичанка	9,18	3,89	1,25
17	Самара	с.Кочеріжки	0,52	0,75	1,46

Стан річкового русла за показником стійкості:

стійкий
відносно стійкий
відносно нестійкий
нестійкий

Примітка: ** - обмежені умови русло формування

Для більш наглядної оцінки стану стійкості русел річок за ерозійним показником стійкості О.Г. Ободовського Lo , числом Лохтіна L та показником відносної інваріантності К.В.Гришаніна M_x було відображено їхні значення на картосхемі досліджуваного басейну (рис.2).

Результати розрахунків, які узагальнені в табл.2 засвідчують певну неузгодженість в оцінюванні стійкості русел за різними підходами. Але найкраще співпадіння отримано між ерозійним показником стійкості русел $Lo3$ і показником відносної інваріантності M_x . Так, за ерозійним показником стійкості стійкі та відносно стійкі русла характерні для 10 (59%) досліджуваних річок, а за показником відносної інваріантності таких річок - 9 (53%). Тут

варто зазначити, що певну збіжність між цими показниками обумовлює саме ерозійний показник A . Так, для ерозійного показника Lo він враховує зв'язок між стоком води і наносів, а для показника відносної інваріантності Mx він опосередковано представлений через руслоформувальну витрату води, яка характеризує максимальний стік наносів. Подібні результати збіжності вказаних показників були отримані нами і для Карпатських річок, [22-23].

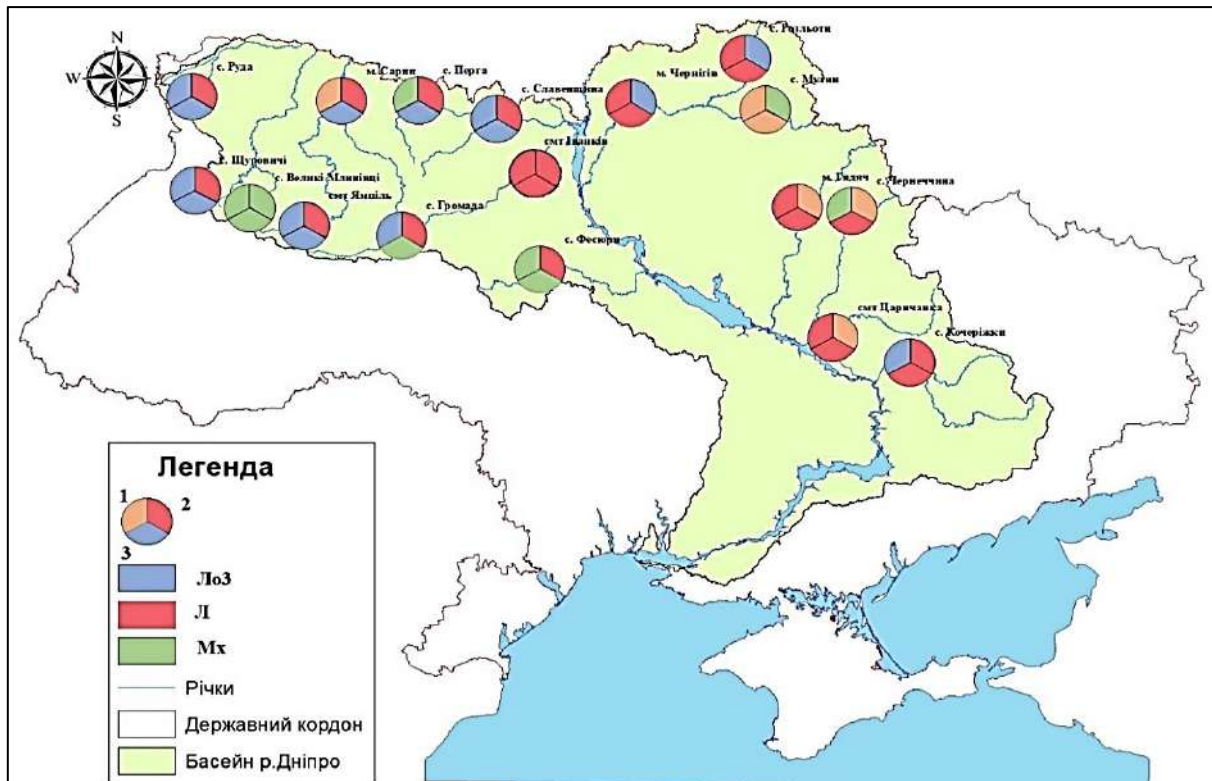


Рис.2. Картохема оцінки стійкості русел річок за даними репрезентативних гідрологічних постів у районі басейну р. Дніпра в межах України за ерозійним показником стійкості О.Г. Ободовського Lo , числом Лохтіна L та показником відносної інваріантності К.В.Гришаніна Mx

Що стосується числа Лохтіна, то його значення в більшості випадків не співпадають з вказаними вище показниками. Тут можна долучити дві його вади: розмірність, яка не дає можливість порівнювати річки різних порядків і

те, що для малих річок його значення будуть зазвичай меншими, ніж для середніх і великих. Тому їхні русла, як правило, є нестійкими.

Висновки. Отримані результати засвідчили, що за ерозійним показником стійкості, розробленим для річок України, стійкість русел річок змінилась доволі слабо за останні 30 років з незначною тенденцією до зростання.

Поряд з цим, порівняльний аналіз отриманих результатів ерозійного показника стійкості Lo з морфологічним (число Лохтіна L) та морфо-динамічним (показник відносної інваріантності К.В.Гришаніна Mx) показниками, які характеризують стійкість русел річок, показали значну схожість між Lo та Mx . Це дає підстави рекомендувати обидва показники для подальших подібних оцінок на рівнинних річках України.

Список літератури

1. Ободовський О.Г. Руслові процеси підручник. К.:ВПЦ "Київський університет", 2017. 511 с.
2. Гришанин К.В. Устойчивость русел рек и каналов. Л.:Гидрометеиздат, 1974. 144с.
3. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). К.: Ніка-Центр, 2001. 274с.
4. Лохтин В.М. О механизме речного русла. Казань, 1985. 76с.
5. Маккавеев Н.И. Русло реки и ерозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346с.

6. Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Л. : Гидрометеоздат, 1960. 285 с.
7. Великанов М.А. Русловой процесс. М: Госфизматиздат, 1958. 369 с.
8. Алтунин С.Т. Деформации русловых каналов. М. : Колос, 1972.
9. Карасев И.Ф. Русловые процессы при переброске стока. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 272с.
10. Rosgen D. Applied river morphology. Colorado : Wildland Hydrology. 1996
11. David L. Rosgen, P.H. A Stream channel stability assessment methodology. Wildland Hydrology Pagosa Springs, CO 81147. Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference, March 25 to 29, 2001, Reno, Nevada. P. 18-27.
12. Haron, N.A.; Yusuf, B.; Sulaiman, M.S.; Razak, M.S.A.; Nurhidayu, S. Morphological Assessment of River Stability: Review of the Most Influential Parameters. Sustainability 2022, 14, 10025. <https://doi.org/10.3390/su14161002>.
13. Талмаза Н.Ф., Крошкин А.Н. Гидроморфологические характеристики горных рек. Фрунзе : Кыргызстан, 1968.-204с.
14. Онищук В.В. Методика и некоторые результаты исследований неразмывающих скоростей потока для русел, сложенных из неоднородных несвязных грунтов. Мелиорация и водное хозяйство. 1975. Вып. 35.-С.83-92.
15. W. Mohammed-Ali, C. Mendoza, R. R. Holmes Jr. Influence of hydropower outflow characteristics on riverbank stability: case of the lower Osage River (Missouri, USA) Hydrological Sciences Journal Volume 65, 2020. <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1772974>.
16. Ободовский А.Г. Руслоформирующая деятельность рек равнинной части Украины и ее экологический аспект // Экологические проблемы эрозии почв и русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1992. С.134- 141.
17. Шуляренко І.П. Оцінка стійкості русел річок середнього та нижнього Придніпров'я. Меліорація і водне господарство. 1997. Вип.84. С. 131-137.
18. Ободовський О.Г., Шуляренко І.П. Сучасні підходи до визначення стійкості річкових русел. // Меліорація і водне господарство, вип..86. 1999.С.105-112.
19. Швебс Г.И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка: на примере Украины и Молдавии. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 184 с.
20. Ободовский А.Г., Цайтц Е.С. Исследование взаимосвязи твердого и жидкого расходов рек равнинной части Украины. Физическая география и геоморфология. К.: Изд-во КГУ, 1985. С.124 128
21. Ободовський О.Г. Руслові процеси річки Лімниця / О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, В.В. Гребінь та ін. ; за ред. О.Г. Ободовського. К. : Ніка-Центр, 2010. 256 с.
22. Латориця: гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси : монографія / О.Г. Ободовський, В.В. Онищук, З.В. Розлач та ін. // за ред. О.Г. Ободовського. К. : ВПЦ "Київський університет", 2012. 317с.
23. Ободовський Ю.О. Гідроморфоекологічна оцінка руслових процесів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України): монографія / Ободовський Ю. О., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г.; за ред. О. Г. Ободовського. К. : Прінт сервіс, 2018. 193 с.
24. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions. Paperback July 4, 2020 by Oleksandr Obodovskiy (Editor). LAP LAMBERT Academic Publishing. 180 p.
25. Лук'янець О.І., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Корнієнко В.О. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. Український географічний журнал 2021 (1). С. 6-14. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01>.
26. O. G. Obodovskiy, I. M. Perevozchikov, V. V. Grebin, V. O. Korniienko Spatio-temporal dynamics of sediment runoff as an integrated indicator of changes in the stability of riverbeds (on the example of rivers of the Dnipro basin within Ukraine)/ XVI International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment». Nov 2022, Volume 2022, p.1 – 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580224>.

References

1. Obodovskiy O.G. Ruslovi protsesy [Channel processes]: pidruchnyk. K.: VPTS "Kyivskyy universytet", 2017. 511 s. 2.
2. Hryshanyin K.V. Ustoychivost' rusel rek y kanalov [Stability of riverbeds and canals]. L.:Hydrometeoyzdat, 1974. 144s.
3. Obodovskiy O.G. Hidroloho-ekolohichna otsinka ruslovykh protsesiv (na prykladi richok Ukrayiny) [Hydrological and ecological assessment of channel processes (on the example of rivers of Ukraine)]. K.: Nika-Tsent, 2001. 274s.
4. Lokhtyn V.M. O mekhanyzme rechnoho rusla [On the mechanism of the river bed] . Kazan', 1985.-76s.
5. Makkaveev N.Y. Ruslo reky y yerozyya v ee basseyne [River bed and erosion in its basin]. M.: Yzd-vo AN SSSR, 1955. 346s.

6. *Rzhanytsyn N.A.* Morfolohycheskye y hydrolohycheskye zakonomernosti stroenyia rechnoy sety [Morphological and hydrological patterns of the structure of the river network]. L.: Hydrometeoyzdat, 1960.-285s.
7. *Velykanov M.A.* Ruslovoy protsess [The riverbed process]. M, Hosfyzmatyzdat, 1958. 369s.
8. *Altunyn S.T.* Deformatsyyi ruslovykh kanalov [Deformations of the channel channels]. M. : Kolos, 1972.
9. *Karasev Y.F.* Ruslovye protsessy pry perebrozke stoka [Channel processes during the diversion of runoff]. L.: Hydrometeoyzdat, 1975. 272 s.
10. *Rosgen D.* Applied river morphology. Colorado: Wildland Hydrology. 1996
11. *David L. Rosgen, P.H.* A Stream channel stability assessment methodology. Wildland Hydrology Pagosa Springs. CO 81147. Proceedings of the Seventh Federal Interagency Sedimentation Conference, March 25 to 29, 2001, Reno, Nevada. P. 18-27.
12. *Haron, N.A.; Yusuf, B.; Sulaiman, M.S.; Razak, M.S.A.; Nurhidayu, S.* Morphological Assessment of River Stability: Review of the Most Influential Parameters. Sustainability 2022, 14, 10025. <https://doi.org/10.3390/su14161002>.
13. *Talmaz N.F., Kroshekyn A.N.* Hydromorfolohycheskye kharakterystyky hornykh rek [Hydromorphological characteristics of mountain rivers]. Frunze: Kyrghyzstan, 1968. 204 s.
14. *Onyshchuk V.V.* Metodyka y nekotorye rezul'taty yssledovanyy nerazmyvayushchykh skorostey potoka dlya rusel, slozhennykh yz neodnorodnykh nesvyaznykh hruntov [Methodology and some results of studies of non-erosive flow velocities for channels composed of heterogeneous non-cohesive soils]. Melyoratsyya y vodnoe khozyaystvo. 1975. Vyp. 35.S.83-92.
15. *W. Mohammed-Ali, C. Mendoza, R. R. Holmes Jr.* Influence of hydropower outflow characteristics on riverbank stability: case of the lower Osage River (Missouri, USA) Hydrological Sciences Journal Volume 65, 2020 <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1772974>.
16. *Obodovskiy O.G.* Rusloformyuyushchaya deyatel'nost' rek ravnynnoy chasty Ukrainy i y ee zkolohycheskyy aspekt [Channel-forming activity of the rivers of the flat part of Ukraine and its ecological aspect] // Zkolohycheskye problemy zrozyi pochv y ruslovykh protsessov. M.: Yzd-vo MHU, 1992. S.134-141.
17. *Shulyarenko I.P.* Otsinka stiykosti rusel richok seredn'oho ta nizhn'oho Prydniprov'ya [Assessment of the stability of the riverbeds of the middle and lower Dnieper]. Melioratsiya i vodne hospodarstvo. 1997. Vyp.84. S. 131-137.
18. *Obodovskiy O.G., Shulyarenko I.P.* Suchasni pidkhody do vyznachennya stiykosti richkovykh rusel [Modern approaches to determining the stability of riverbeds]. Melioratsiya i vodne hospodarstvo, vyp.86. 1999. S.105-112.
19. *Shvebs H.Y.* Formyrovanye vodnoy erozyi stoka nanosov y ykh otsenka: na prymeri Ukrainy y Moldavy [Formation of water erosion of sediment runoff and their assessment: on the example of Ukraine and Moldova]. L.:Hydrometeoyzdat. 1974. 184 s.
20. *Obodovskiy O.G., Tsaytts E.S.* Yssledovanye vzaymosvyazy tverdoho y zhydkoho raskhodov rek ravnynnoy chasty Ukrainy [Investigation of the relationship between solid and liquid discharges of rivers in the flat part of Ukraine. i Physical geography and geomorphology. Fyzycheskaya heohrafiya y heomorfolohyya. K.: Yzd-vo K·HU, 1985. S.124-128
21. *Obodovskiy O.G.* Ruslovi protsesy richky Limnytsya [Channel processes of the river Limnytsia]/ Obodovskiy O.G., Onyshchuk V.V., Hrebin V.V. ta in. ; za red. Obodovskogo O.G. K. : Nika-Tsentr, 2010 256 s.
22. *Latorytsya: hidrolohiya, hidromorfolohiya, ruslovi protsesy* [Latoritsa: hydrology, hydromorphology, channel processes]: monohrafiya / O.H. Obodovskiy, V.V. Onyshchuk, Z.V. Rozlach ta in. // za red. O.H. Obodovskoho. K.: VPTS "Kyyivskyy universytet", 2012. 317s.
23. *Obodovskiy YU. O.* Hidromorfoekolohichna otsinka ruslovykh protsesiv richok verkhnoyi chastyny baseynu Tysy (v mezhakh Ukrainy) [Hydromorphoecological assessment of channel processes of rivers of the upper part of the Tysa basin (within Ukraine)] : monohrafiya / Obodovskyy YU. O., Khil'chevskyy V. K., Obodovskyy O. H.; za red. O. H. Obodovskoho. K.: Print servis, 2018. 193 c.
24. *River Runoff in Ukraine Under Climate Change. Conditions.* Paperback. July 4, 2020 by Oleksandr Obodovskiy (Editor). LAP LAMBERT Academic Publishing. 180 p.
25. *Lukianets O.I., Obodovskiy O.G., Grebin V.V., Pochaievets O.O., Korniienko V.O.* Spatial regularities of change in average annual water flow of rivers of Ukraine [Spatial regularities of changes in the average annual water flow of Ukrainian rivers]. Ukr. geogr. z. 2021, N1:06-14 <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01.006>
26. *O. G. Obodovskiy, I. M. Perevozchikov, V. V. Grebin, V. O. Korniienko* Spatio-temporal dynamics of sediment runoff as an integrated indicator of changes in the stability of riverbeds (on the example of rivers of the Dnipro basin within Ukraine)/XVI International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment». Nov 2022, Volume 2022, p.1-5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580224>