

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.2.2>  
УДК 556.06+.537

**Ободовський О.Г.<sup>1</sup>, Корнієнко В.О.<sup>2</sup>, Кузьмочко В.Ю.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup>Український гідрометеорологічний центр ДСНС України

## ОЦІНКА ВЕРТИКАЛЬНИХ РУСЛОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ РІЧОК БАСЕЙНУ ТЕТЕРЕВА

Проведено дослідження вертикальних руслових деформацій основних річок басейну Тетерева за останній 40 річний період за даними 6 гідрологічних постів. Передумовою до цього було встановлення тенденцій змін водності розглядуваних водотоків. Виявлено загальне зниження цих показників, особливо середніх та максимальних показників стоку. Це добре співставимо з раніше проведеними дослідженнями за коливаннями водності досліджуваних річок. З урахуванням викладеного показано, що сучасні вертикальні руслові деформації характеризують акумуляцію наносів в руслах річок басейну середня інтенсивність якої змінюється в межах 0,27-1,31 см/рік. У цілому ця тенденція підтверджується і зміною поздовжніх профілів річок за вказаний період.

**Ключові слова:** річки басейну Тетерева, вертикальні руслові деформації, коливання стоку води, процеси акумуляції наносів, поздовжні профілі річок.

**Вступ.** Вертикальні руслові деформації обумовлюють трансформацію поздовжнього профілю річки шляхом зміни рельєфу русла. Незважаючи на незначні темпи вони впливають на зміну прояву горизонтальних деформацій і складають загальні умови прояву руслових процесів [1].

Наслідком прояву вертикальних деформацій є постійна зміна абсолютних відміток дна русла, що виникають під дією ерозійно-акумулятивних процесів. Зміна відміток дна русла, в свою чергу, впливає на абсолютні відмітки рівнів води, які використовують багато галузей господарства (промислові та комунальні водозабори, робота енергетичних об'єктів, водний транспорт, гідротехнічне будівництво та обслуговування тощо). [2,3].

На сьогодні, існує слабка обізнаність про руслові процеси і, зокрема, про сучасні вертикальні руслові деформації річок басейну Тетерева та тенденції їх прояву. Проте певні дослідження цього питання були виконані ще в кінці 90-х років минулого століття і було б цікаво прослідкувати зміни в характері прояву цих деформацій на вказаних річках.

**Мета дослідження** - оцінювання вертикальних руслових деформацій на річках басейну Тетерева (рис. 1).

До основних **завдань роботи** можна віднести просторово-часову оцінку змін водності річок басейну, побудову та динаміку різночасових поздовжніх профілів річок, аналіз кривих витрат води, встановлення та оцінку вертикальних руслових деформацій досліджуваних річок.

**Вихідні дані та методи дослідження.** Для виконання мети та поставлених завдань використано щоденні рівні та витрати за даними діючих 6 гідрологічних постів, розташованих на 4 річках досліджуваного водозбору (рис. 1).

З метою оцінювання впливу змін водності досліджуваних річок на їх руслові процеси взагалі та вертикальні руслові деформації зокрема були побудовані і проаналізовані графіки ходу змін водності для середніх, максимальних та мінімальних річних витрат води за період 1980-2020рр. (рис.2).

За вказаними побудовами був встановлений часовий тренд (тенденція) змін наведених витрат.

Отримані результати для часових змін вказаних витрат засвідчують загальне зменшення за 40-річний період їхніх показників. Особливо це стосується середньорічних та максимальних витрат води. Така ситуація добре співвідноситься з раніше отриманими

даними стосовно змін фаз водності досліджуваних річок, де в часовому розрізі в цей період переважали маловодні фази [4-6].

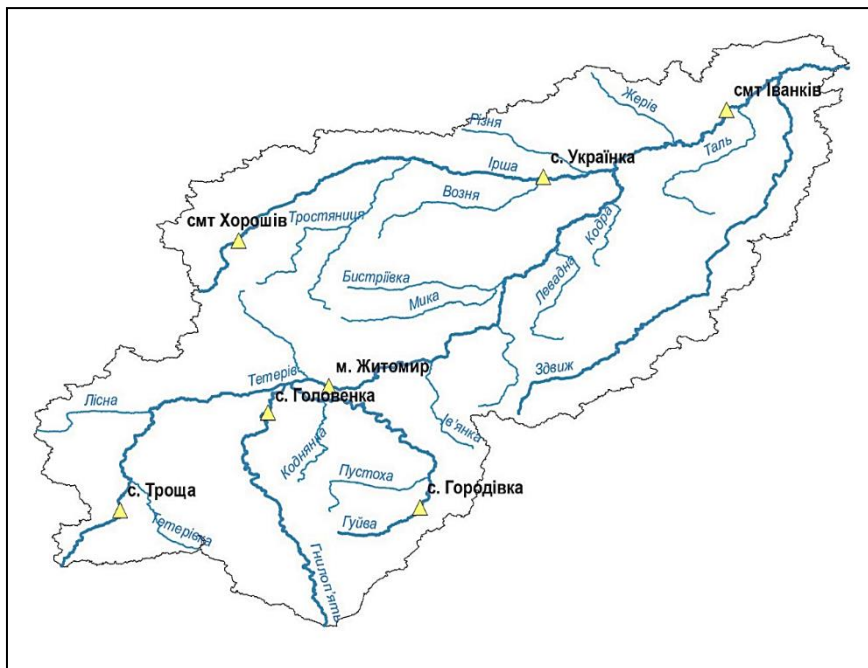


Рис. 1. Схема моніторингової мережі басейну Тетерева ( $\Delta$ - гідрологічний пост)

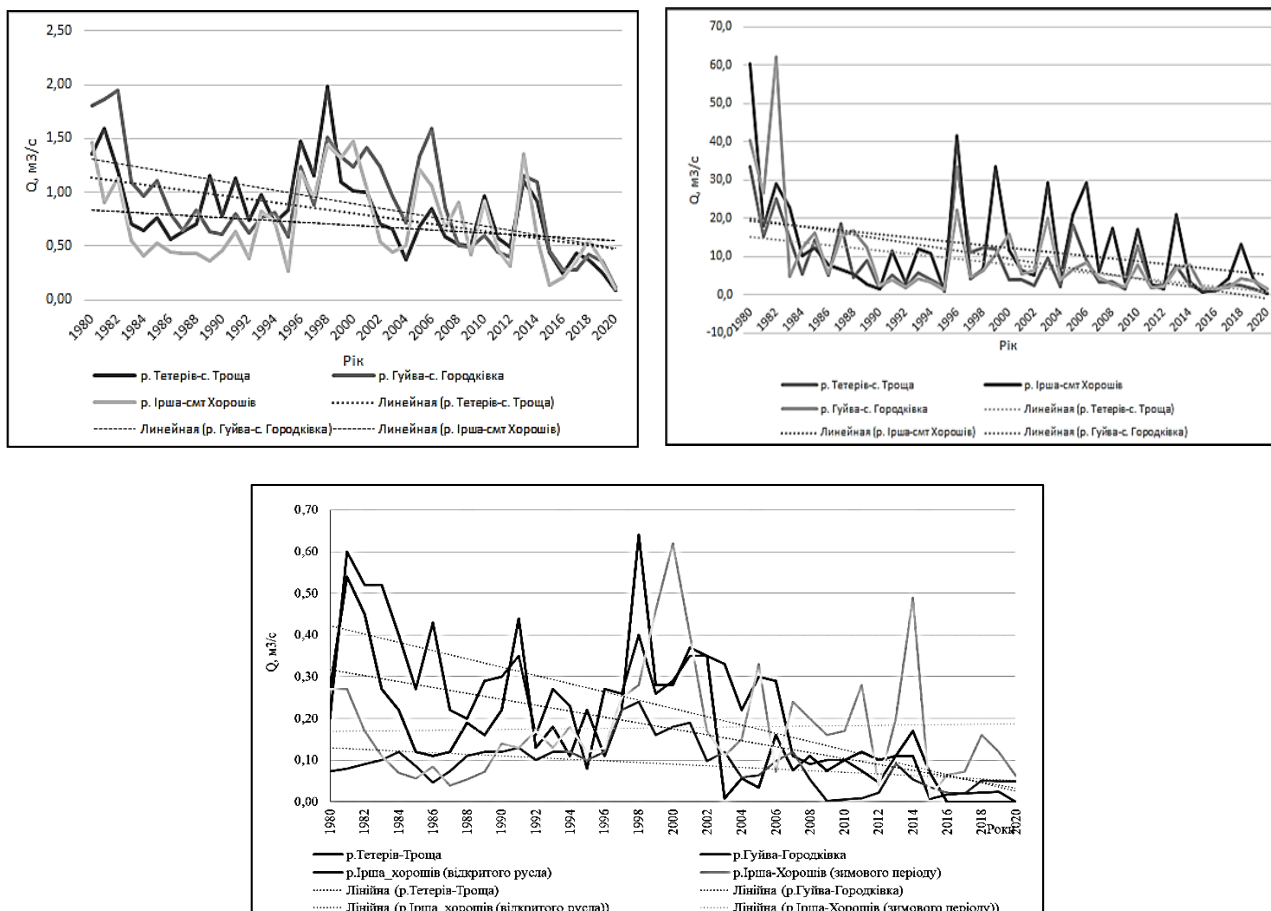
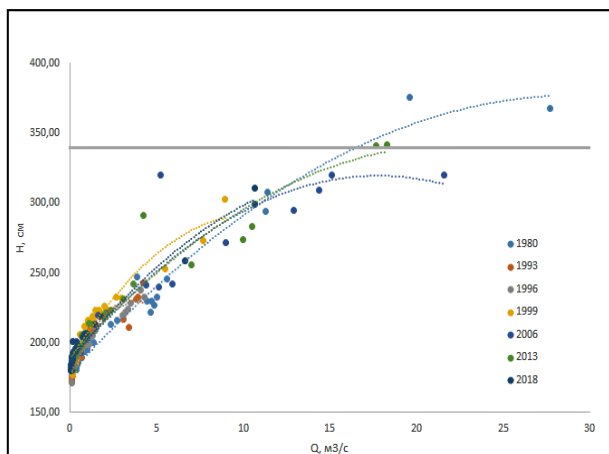
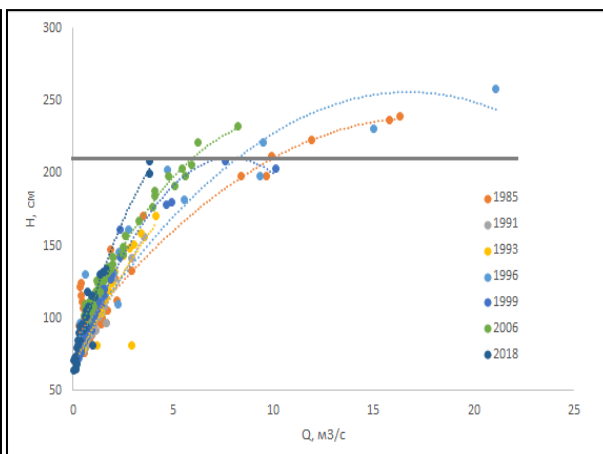


Рис. 2. Динаміка середніх, максимальних та мінімальних витрат води річок басейну Тетерева за період з 1980 по 2020 роки

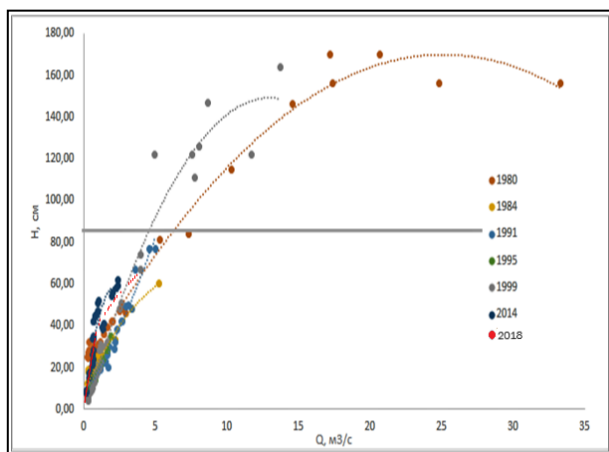
Власне за цей період спостережень (орієнтовно 40 років) були побудовані криві витрат води  $Q=f(H)$  (рис.3).



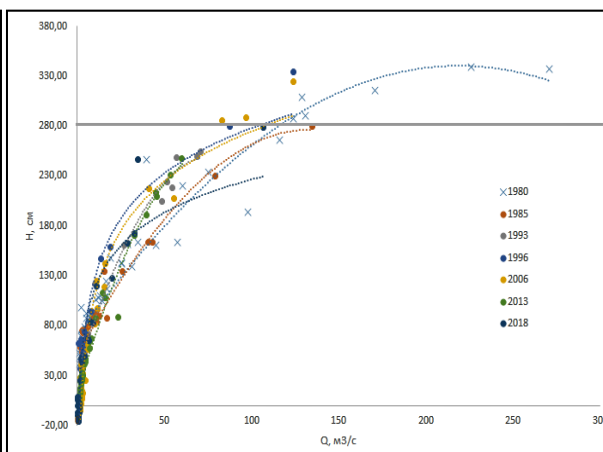
а)



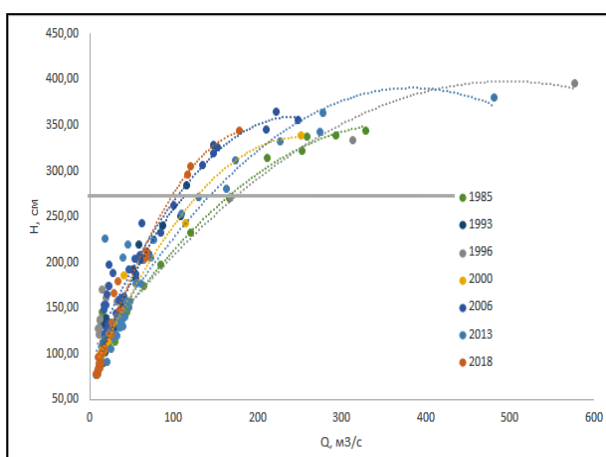
б)



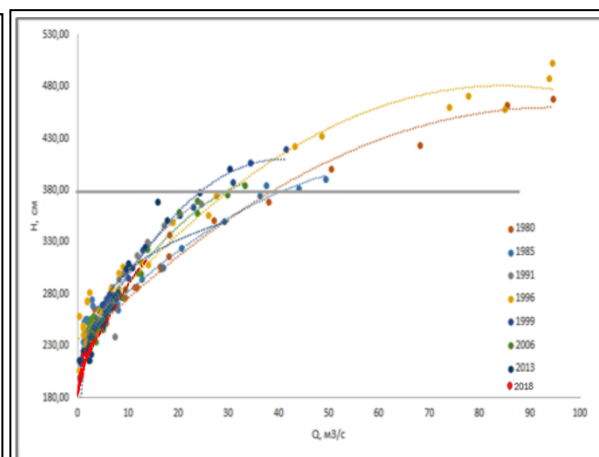
в)



г)



д)



е)

Рис. 3. Суміщені криві  $Q=f(H)$  для: а) р. Ірша -гідрологічний пост Хорошів; б) р. Гуйва -гідрологічний пост Городківка; в) р. Тетерів -гідрологічний пост Троца; г) р. Ірша-гідрологічний пост Українка; д) р. Тетерів -гідрологічний пост Іванків; е) р. Гнилоп'ять – гідрологічний пост Головенка

Указані криві будувались за даними середньодобових витрат і рівнів води. Вибір саме вказаних характеристик обумовлений тим, що для рівнинних річок (до яких можна віднести і досліджувані водотоки), середньодобові та витрати і рівні води практично не відрізняються від вимірених за рахунок певної інерції цих змін. Для гірських та напівгірських річок такий підхід є недоречним із-за швидкоплинних коливальних змін витрат і рівнів води протягом доби [7-9].

З метою більш об'єктивної оцінки прояву вертикальних деформацій були обрані відносно багатоводні роки, щоб можна було залучити до розгляду якомога більший спектр витрат і рівнів води. До таких віднесені наступні роки - 1980, 1985, 1993, 1996, 2006, 2013, 2018. Для гідрологічних постів в с. Троща - р. Тетерів та в с. .Городківка- р .Гуйва вказані роки були незначно змінені. Таким чином було побудовано 6-8 кривих витрат за вказаний період, що дає підстави свідчити про достатньо об'єктивне оцінювання їх часової динаміки. Варто також відзначити, що на кривих витрат встановлений вихід води на заплаву і деякі з них перетирають цю відмітку. Але при затопленій заплаві, враховуючи її ширину, шорсткість та антропогенні видозміни на її поверхні, може суттєво змінитися характер прояву вертикальних деформацій. Тому їхній аналіз проводився лише в межах руслових бровок [1,3]. Вихід води на поверхню заплави представлений на усіх графіках суцільною горизонтальною лінією.

Для встановлення основних тенденцій у динаміці вертикальних руслових деформацій вказаних річок було використано залежність  $Q=f(H)$  для річок басейну (табл. 1). За вказаною залежністю за відомими методами[1-3] було оцінено характер прояву вертикальних руслових деформацій для вищенаведених гідрологічних постів. Оцінки деформацій були приведені до середньостатистичних витрат води, які спостерігалися перед виходом води на поверхню заплави.

Отримані результати засвідчили для річок басейну повсемісне зростання рівнів води при фіксованих витратах у межах руслових бровок. Це є свідченням того, що для всіх досліджуваних русел річок спостерігаються процеси акумуляції, хоча їхня інтенсивність може проявлятися по-різному. Так для верхів'їв річок (Тетерів – с. Троща, Ірша – смт Хорошів) її величини є незначними. Натомість в нижніх течіях розглядуваних водотоків (Тетерів – смт Іванків, Ірша - с.Українка) спостерігається суттєве зростання вказаних процесів. Але, у цілому, має місце накопичення наносів в руслах вказаних річок.

**Таблиця 1. Зміна залежності  $Q=f(H)$  для річок басейну Тетерева**

№	Річка-пункт	Період спостереження	Q, м³/с	$\Delta_{\max}$ , см(+ - акумуляція)	$\Delta_{\max}$ , см/рік	$\Delta_{\text{сер}}$ , см/рік
1	Тетерів – с. Троща	1980-2018	10	+18	+0,48	+0,27
2	Тетерів – смт Іванків	1985-2018	100	+69	+2,09	+1,31
3	Гнилопять -с. Головенка	1980-2018	20	+53	+1,40	+0,80
4	Гуйва –с. Городківка	1985-2018	5,0	+38	+1,15	+0,68
5	Ірша – смт Хорошів	1980-2018	5,0	+22	+0,58	+0,31
6	Ірша – с. Українка	1980-2018	50	+55	+1,45	+0,85

Цікавим, на наш погляд, є порівняльний аналіз отриманих результатів з попередніми дослідженнями [3,9]. Для річок Тетерева та Ірші в 60-80-х роках минулого століття спостерігалися зворотні процеси з превалюванням ерозії в руслах цих річок. В цей же період мала місце їх підвищена водність [5]. Отже, тенденція до змін умов прояву вертикальних руслових деформації, які встановлюються за допомогою кривих витрат води  $Q=f(H)$  превалюючи може бути обумовлена фазами водності, в яких знаходиться річка. Особливо це стосується середнього і максимального стоку, які мають схожу тенденцію у режимі змін фаз водності [5,10].

Оцінка вертикальних руслових деформацій за допомогою кривих витрат води є дискретною і стосується ділянки річки поблизу гідрологічного поста. Для континуального оцінювання цих деформацій можна використати накладання їхніх різночасових поздовжніх

профілів. Тому для вказаних 4 річок басейну були побудовані їх поздовжні похили для початку (1986р.) і закінчення періоду спостережень (2020р.) (рис.3-6). Звісна річ, масштабність побудови поздовжніх профілів не дозволяє встановити їхнє зміщення за вказаний період з точністю до сантиметрів. Натомість тенденцію до розмивання (просідання) дна русла або до акумуляції (накопичення) наносів та його підвищення за порівнянням різночасових поздовжніх профілів можна встановити. Такий підхід був успішно раніше застосований для річок басейну Дністра [11-12].

У цілому, на порівнювальних поздовжніх профілях в районах розміщення гідрологічних постів можна спостерігати незначне зміщення одного відносно іншого з невеликим превалюванням висотних положень поздовжнього профілю за 2020 рік, що підтверджує зростання акумулятивних процесів в руслах річок в сучасних умовах. Але цей процес не є континуальним. На деяких ділянках річок має місце врзання їх русел, зокрема в умовах виходу на денну поверхню порід Українського кристалічного щита (р. Тетерів-Радомишль, р. Гнилоп'ять - Бердичів).

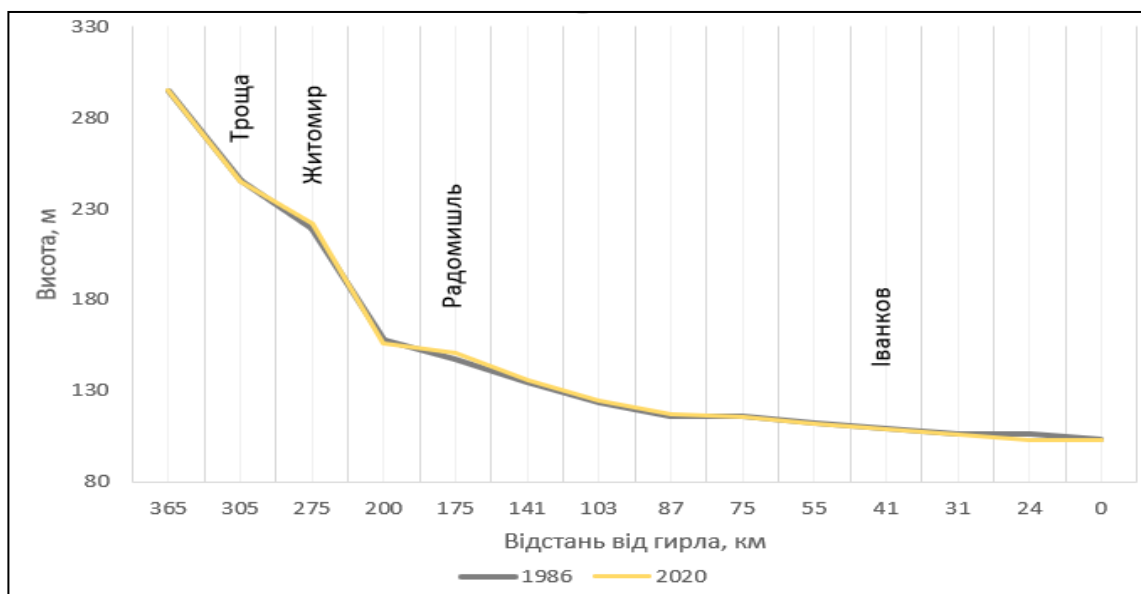


Рис. 3. Поздовжній профіль річки Тетерів

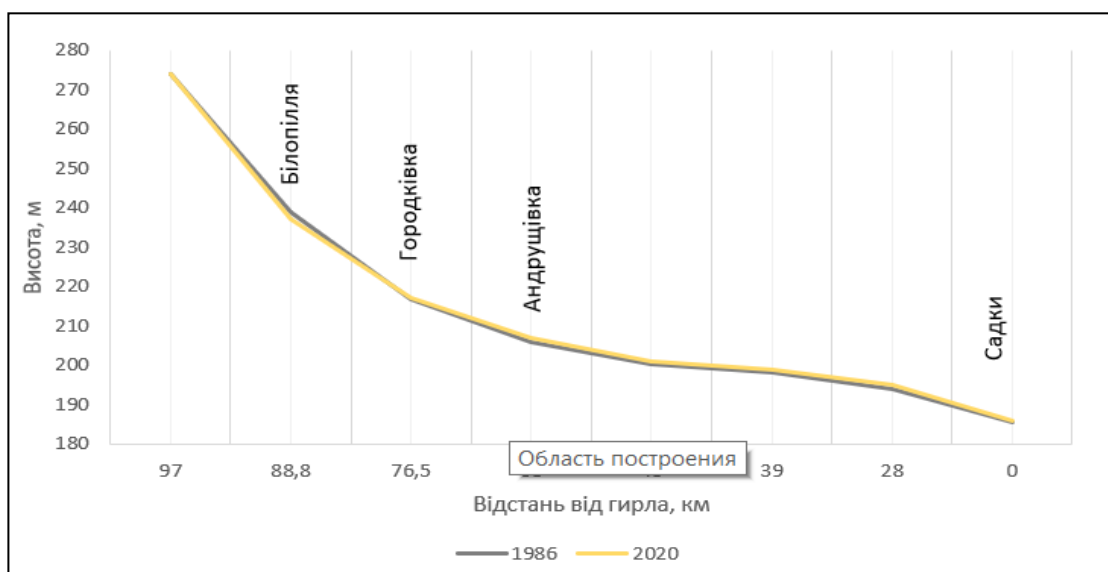


Рис. 4. Поздовжній профіль річки Гуйва

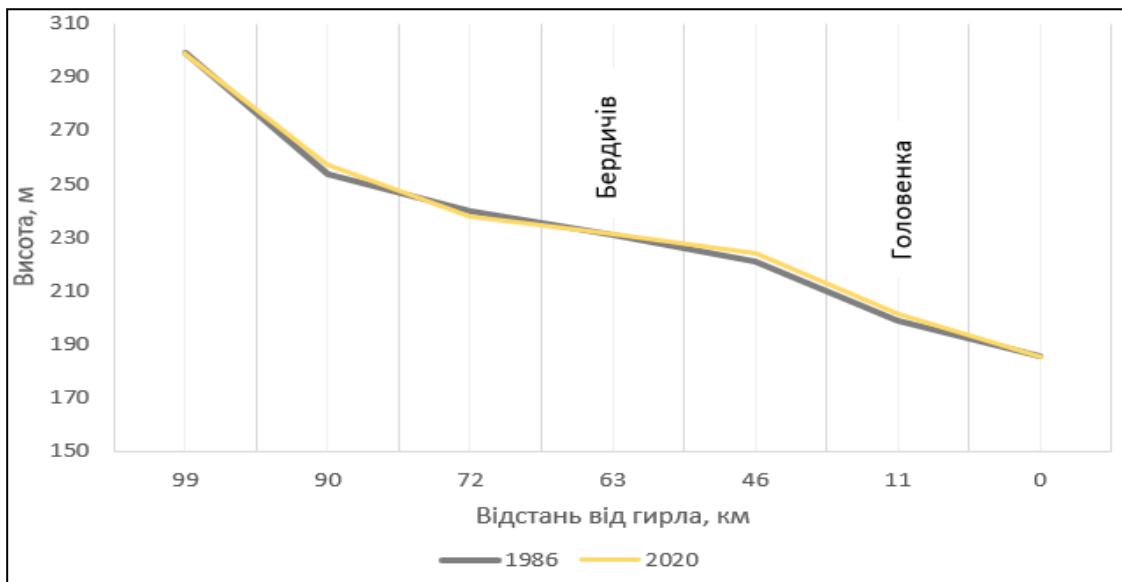


Рис. 5 Поздовжній профіль річки Гнилоп'ять

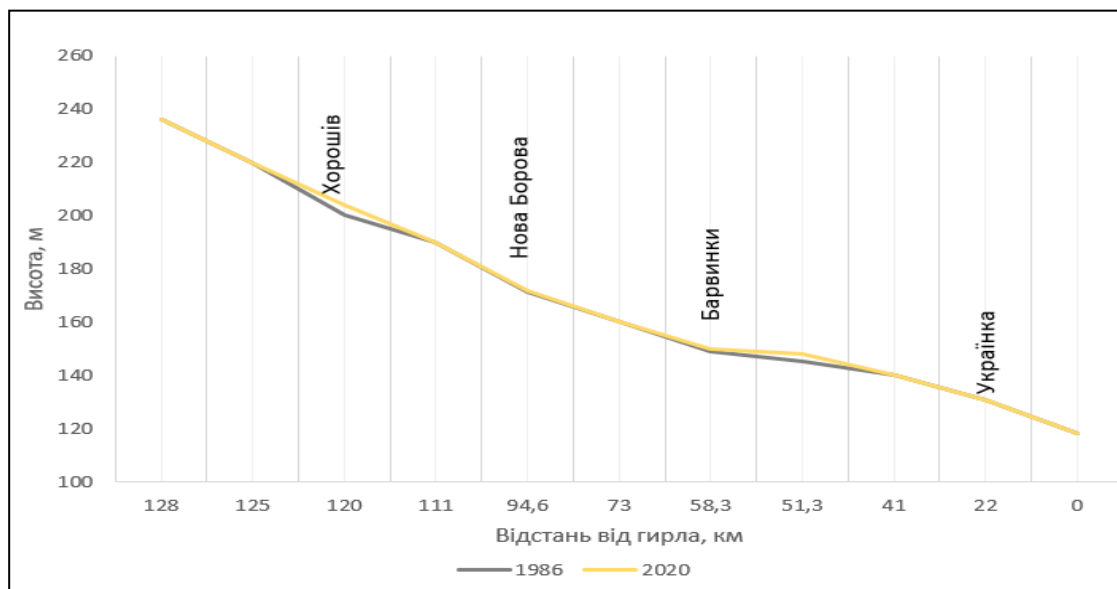


Рис. 6. Поздовжній профіль річки Ірша

**Висновки.** Результати дослідження вертикальних руслових деформацій річок басейну Тетерева засвідчили тенденцію до накопичення наносів в їхніх руслах за останній 40-річний період. Величини акумуляції наносів коливаються в середніх показниках у межах 0,27-1,31 см/рік і їх величини зростають в нижніх течіях. Максимальні показники акумуляції зростають в межах 0,48-2,09 см/рік. Встановлено, що цей процес превалюючи залежить від змін фаз водності досліджуваних річок. Порівняльний аналіз з попередніми дослідженнями засвідчив зміну процесів врізання (ерозії) на акумуляцію в руслах річок.

Порівняльний аналіз дискретних ( за кривими витрат за даними гідрологічних постів) та континуальних (за поздовжніми профілями) оцінок вертикальних руслових деформацій дає можливість більш об'єктивного встановлення тенденцій їхніх проявів.

#### Список літератури

1. Латориця : гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси / Ободовський О. Г., Онищук В. В., Розлач З. В. та ін. ; [за ред. О. Г. Ободовського]. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2012. 319 с.

2. Руслові процеси: підручник / О.Г. Ободовський. К.: ВПЦ «Київський університет», 2017. 511 с.
3. *Ободовський О. Г.* Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів : (на прикладі річок України) / О. Г. Ободовський ; КНУ ім. Тараса Шевченка. К. : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
4. *Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Москаленко С.О., Корнієнко В.О.* Узагальнення середнього річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». 2020. № 51. С. 158-170. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11> .
5. *О.І. Лук'янець, О.Г. Ободовський, В.В. Гребін, О.О. Почаєвець, В.О. Корнієнко* Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. //Український географічний журнал 2021 (1). С. 6-14. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01>.
6. *Лук'янець О.І., Ободовський О.Г., Гребін В.В., Москаленко С.О., Почаєвець, О.О. Корнієнко В.О.* Прогнозні оцінки водного стоку річок України на основі стохастичних закономірностей його багаторічних коливань. Український географічний журнал 2021 (4). С. 18-29 <https://doi.org/10.15407/ugz2021.04>.
7. *Ободовський Ю.О., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г.* Гідроморфоекологічна оцінка руслових процесів річок верхньої частини басейну Тиси (в межах України). За ред.О.Г. Ободовського. К.: Прінт- сервіс. 2018. 193с.
8. *О. Obodovskyi, Іu. Obodovskyi, V. Onischuk* Mountain river dominant formative discharge evaluation (through example of the Upper Tisza basin) // Geography and Tourism. Bydgoszcz, Poland. 2016. Vol. 4. No.2. P. 89-99.
9. *Ободовський О.Г.* Оцінка вертикальних руслових деформацій на рівнинних річках України // Захист довкілля від антропогенного навантаження. Харків-Кременчук, 2001, вип.5(7).- С.49-57.
10. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions. Paperback – July 4, 2020 by Oleksandr Obodovskyi (Editor). LAP LAMBERT Academic Publishing. 180 p.
11. *Ободовський А.Г., Розлач З.В., Легкая Ю.М., Дементенко А.И.* Продольные профили основных водотоков в бассейне Днестра в контексте определения направленности вертикальных русловых деформаций// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. К., ВГГ «Обрії», 2008, т.15. С.43-54.
12. *Розлач З.В., Ободовський О.Г., Самойленко В.М.* Унормування поздовжніх профілів водотоків басейну верхнього та середнього Дністра для завдань районування//Наукові праці УкрНДГМІ, вип.257, К., 2008. С.199-206.

#### References

1. Latoritsa: hydrology, hydromorphology, channel processes / O. G. Obodovskyi, V. V. Onyshchuk, Z. V. Rozlach, etc. ; [edited by O. H. Obodovskyi]. - K.: VOC "Kyiv University", 2012. 319 p.
2. River processes: textbook / O.G. Obodovskyi - K.: VOC "Kyiv University", 2017. 511 p.
3. *Obodovskyi O. G.* Hydrological and ecological assessment of channel processes: (on the example of rivers of Ukraine) / O. H. Obodovskyi; KNU named after Taras Shevchenko. - K.: Nika-Center, 2001. 274 p.
4. *Obodovsky O.G., Lukyanets O.I., Moskalenko S.O., Kornienko V.O.* Generalization of the average annual water flow of rivers in accordance with the hydrographic zoning of Ukraine. Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin, series "Geology. Geography. Ecology". 2020. No. 51. С. 158-170. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-11>.
5. *O.I. Lukyanets, O.G. Obodovskyi, V.V. Grebin, O.O. Pochayevets, V.O. Kornienko* Spatial patterns of changes in the average annual flow of water in the rivers of Ukraine. //Ukrainian Geographical Journal 2021 (1). P. 6-14. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.01>.
6. *Lukyanets O .I., Obodovskyi O. H., Grebin V. V., Moskalenko S. O., Pochayevets, O. O., Kornienko V.O.* Predictive estimates of the water flow of the rivers of Ukraine based on stochastic regularities of its long-term fluctuations. Ukrainian Geographical Journal 2021 (4). P. 18-29 <https://doi.org/10.15407/ugz2021.04>
7. *Obodovskyi Yu.O., Khilchevskiy V.K., Obodovskyi O.G.* Hydromorphoecological assessment of channel processes of rivers of the upper part of the Tisza basin (within Ukraine). Under the editorship of O.G. Obodovskyi K.: Print service. 2018. 193 p.
8. *О. Obodovskyi, Іu. Obodovskyi, V. Onischuk* Mountain river dominant formative discharge evaluation (through the example of the Upper Tisza basin) // Geography and Tourism. – Bydgoszcz, Poland. 2016. Vol. 4 No. 2.P. 89-99.
9. *Obodovskyi O.G.* Assessment of vertical channel deformations on the plain rivers of Ukraine // Environmental protection from anthropogenic load. Kharkiv-Kremenchuk, 2001, issue 5(7).- P.49-57.
10. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions. Paperback – July 4, 2020 by Oleksandr Obodovskyi (Editor). LAP LAMBERT Academic Publishing. 180 p.
11. *Obodovskyi A.G., Rozlach Z.V., Legkaya Yu.M., Dementenko A.I.* Longitudinal profiles of the

main watercourses in the Dniester basin in the context of determining the direction of vertical channel deformations// Hydrology, hydrochemistry and hydroecology. K., VGG "Obrii", 2008, vol. 15. - P.43-54.

12. Rozlach Z.V., Obodovskyi O.G., Samoilenko V.M. Normalization of longitudinal profiles of watercourses of the upper and middle Dniester basin for zoning tasks// Scientific works of UkrNDGMI, issue 257, K., 2008 P.199-206.

#### **Assessment of vertical channel deformations of the Teteriv basin rivers**

**Obodovskyi O.G., Korniienko V.O., Kuzmochko V.Yu.**

*The investigation of vertical channel deformations of the main rivers of the Teteriv basin over the last 40 years according to the data of 6 hydrological stations was carried out. The prerequisite for this was the establishment of trends in changes in the water discharge of the considered watercourses. A general decrease of these indicators, especially the average and maximum flow indicators, was revealed. This is confirmed by previously conducted studies on water level fluctuations of the researched rivers. The results proved a universal increase in water levels for the rivers of the basin at fixed water discharge within the river banks. This is evidence that accumulation processes are observed on all explored riverbeds, although their intensity may be manifested in different ways. It is shown that modern vertical channel deformations characterize the accumulation of sediments in the riverbeds of the basin, the average intensity of which varies within 0.27-1.31 cm/year. In general, this trend is confirmed by the change in the longitudinal profiles of the rivers during the specified period, where in the areas where the hydrological stations are located, a slight shift of one relative to the other can be observed, with the prevailing height positions of the longitudinal profile for the year 2020.*

*Comparative analysis of discrete (according to flow curves based on data from hydrological stations) and continuous (according to longitudinal profiles) estimates of vertical channel deformations makes it possible to more objectively establish the trends of their manifestations.*

**Key words:** rivers of the Teteriv basin, vertical channel deformations, water flow fluctuations, processes of sediment accumulation, longitudinal profiles of rivers.

**Надійшла до редколегії 01.06.2023**

**DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.2.3>**

УДК 556.06+556.535

**Христюк Б.Ф., Горбачова Л.О., Розlach В.О.**

*Український гідрометеорологічний інститут НАН України та ДСНС України, м. Київ*

#### **ДАТИ ПОЯВИ ЛЬДОВИХ ЯВИЩ НА ВОДОСХОВИЩАХ ДНІПРОВСЬКОГО КАСКАДУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ**

*Довгострокове прогнозування дат появи льодових явищ на водосховищах Дніпровського каскаду, особливо із завчасністю не менше 1 місяця, має важливе практичне та наукове значення. Так, на основі саме цієї характеристики льодового режиму визначають строки та глибини осіннього спрацювання кожного з шести Дніпровських водосховищ. Разом з цим, методик довгострокового прогнозування дат появи льодових явищ на водосховищах Дніпровського каскаду не існує. Вочевидь, це пов'язано з тим, що проблема розробки надійних довгострокових прогнозів льодового режиму водних об'єктів є однією з найбільш важких у гідрометеорології, яка і досі ще не отримала в повній мірі задовільного рішення. У довгострокову прогнозуванні льодового режиму використовують статистичний, кореляційний, регресійний аналіз, а в якості предикторів розглядають атмосферні показники. Отже, у роботі досліджено зв'язки між кількісними показниками атмосферних процесів Північної Атлантики і датами появи льодових явищ на водосховищах Дніпровського каскаду. Отримані результати показують, що такі показники атмосферних процесів Північної Атлантики як мінімальний тиск атмосферного повітря у центрі Ісландського мінімуму, паттерн Північно-Атлантичного коливання (ПАК) і паттерн Скандинавського коливання (СКАНД) безсумнівно мають досить значний вплив на формування дат появи льодових явищ на водосховищах Дніпровського каскаду, але такий вплив не є переважачим і такі показники можна тільки частково застосувати в якості предикторів для довгострокового прогнозування. Отже, для отримання більш прийнятних результатів необхідно розширити пошук предикторів атмосферних процесів як у просторі, так і часі.*

**Ключові слова:** Дніпровські водосховища, льодові явища, довгострокове прогнозування, атмосферні процеси, Ісландський мінімум, паттерн ПАК, паттерн СКАНД

**Вступ.** Льодові явища на річках, озерах та водосховищах, які широко поширені в середніх і високих широтах, особливо Північної півкулі, є невід'ємною складовою їхнього гідрологічного режиму [1]. Вони впливають на гідрологічні, геоморфологічні, біологічні, хімічні, екологічні процеси водних об'єктів, а також обумовлюють соціально-економічні аспекти деяких галузей економіки [2-5]. Час від часу на водних об'єктах льодові явища

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2023. № 2 (68)**