

УДК 556.537:551.435.13(477.85); DOI [10.30970/gpc.2024.1.4428](https://doi.org/10.30970/gpc.2024.1.4428)**ГІДРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ РІКИ ІКВИ (БАСЕЙН ПІВДЕННОГО БУГУ)****Людмила Костенюк, Наталія Заблотовська***Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці**l.kosteniyk@chnu.edu.ua; orcid.org/0000-0002-1828-7084**n.zablotoskaja@chnu.edu.ua; orcid.org/0000-0002-7669-6118*

**Анотація.** Розкрито питання детального вивчення гідрологічного режиму малих рівнинних річок за наявності даних регулярних спостережень. Річка Іква як об'єкт нашого дослідження належить до басейну Південного Бугу і є його невеликою притокою, на якій з 1939 року функціонує пункт моніторингу за гідрологічними показниками. З 1955 року на ній проводять безперервні спостереження, що дає нам змогу детально проаналізувати та описати основні гідрологічні характеристики рівнів (Н, см) та витрат води ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с), оцінити їхні коливання в часі, циклічність та зв'язок  $Q=f(H)$ .

Завдяки відповідним графікам, з'ясовано, що р. Іква відзначається циклічним коливанням стоку і починаючи з 1965 року ми спостерігаємо уже два повних цикли коливання водності тривалість близько 30 років. Станом на 2022 р. показники стоку фіксують мінімум маловодної фази другого циклу, отож можна очікувати збільшення стоку у найближчий час та перехід до нового циклу.

Нами визначено, що амплітуда коливань рівнів води р. Ікви на посту в смт Стара Синява за багаторічний період становить 60 см, тобто змінюється загалом трохи більше ніж 0,5 метра, від мінімальної 75 см (1957) до 135 см (1981), тобто. Це доволі добре узгоджується з літературними даними та оцінкам інших авторів, враховуючи рівнинний характер та малі розміри досліджуваного об'єкту.

Для багаторічного коливання рівнів води р. Ікви характерне незначне зростання, багаторічні ж коливання середніх витрат води на цьому посту фіксують теж невелику амплітуду: від 0,66 м<sup>3</sup>/с (2020) до 3,64 м<sup>3</sup>/с (1979), тобто 2,98 м<sup>3</sup>/с. При цьому загальна лінія тренду для багаторічних коливань витрат показує, навпаки, тенденцію до їхнього зменшення. Отже, ми можемо стверджувати про відсутність тісного зв'язку на графіках ходу багаторічних витрат і рівнів, що є свідченням прояву вертикальних руслових деформацій на ділянці поста. За зростання ходу рівнів зменшення витрат води є прямою ознакою замулення русла на ділянці досліджування та підняття рівня днища за рахунок акумулятивних процесів за тривалий період часу.

Найбільшими амплітудами характеризуються параметри максимального стоку, тобто амплітуди максимальних рівнів ( $\Delta H_{\max}=168$  см) та максимальних витрат ( $\Delta Q_{\max}=92,9$  м<sup>3</sup>/с), що очікувано, адже йдеться про характеристику періоду паводків та водопілля, які завжди вирізняються значними коливаннями в часі.

Нами вперше з'ясовано, що характеристики мінімального стоку закритого періоду русла відзначаються вищими амплітудами ніж характеристики відкритого періоду. Отже, літня межень більше виражена, ніж зимова, оскільки в теплий період (літо) відсутність опадів виразніше позначається на зменшенні рівнів та витрат води в русловій системі, ніж під час зимового періоду. Причиною можуть бути як зимові відлиги, так і специфіка режиму ґрунтових вод.

**Ключові слова:** гідрологічний режим; рівень води; витрати води; гідрологічний цикл; маловодна фаза; багатоводна фаза; зв'язок  $Q=f(H)$ .

**HYDROLOGICAL REGIME OF THE IKVA RIVER (SOUTHERN BUG BASIN)****Liudmyla Kosteniuk, Natalia Zablotoska***Chernivtsi Yurii Fedkovich National University, Ukraine*

**Abstract.** This article reveals the issue of a detailed study of the hydrological regime of small plain rivers in the presence of data from regular observations. The Ikva River, the object of our study, belongs to the Southern Bug basin and is its small tributary, on which a hydrological indicators monitoring station has been operating since 1939. Since 1955, a continuous series of observations has been available, which allowed us to carry out a detailed analysis and description of the main hydrological characteristics – levels (H, cm) and water flows (Q, m<sup>3</sup>/s), to evaluate their fluctuations in time, cyclicity and the relationship  $Q=f(H)$ .

The construction of the corresponding graphs confirmed that the Ikva River is characterized by cyclic flow fluctuations, and since 1965 we have already observed two complete cycles of fluctuations in water level lasting about 30 years. At the moment (2022), the flow indicators record the minimum of the low-water phase of the second cycle, so we can expect an increase in the flow in the near future and the transition to a new cycle.

We have also determined that the amplitude of water level fluctuations of the Ikva River at the post in the village of Stara Sinyava over many years is 60 cm, and varies from a minimum of 75 cm (1957) to 135 cm (1981), that is, a little more than 0.5 meters in total. This agrees quite well with the literature data and estimates of other authors, considering the plain nature and small size of this object.

The long-term course of the water levels of the Ikva River is characterized by a slight increase, while the long-term fluctuations of the average water flow at this station also do not have a large amplitude: from 0.66 m<sup>3</sup>/s (2020) to 3.64 m<sup>3</sup>/s (1979) i.e. 2.98 m<sup>3</sup>/s. At the same time, the general trend line for multi-year cost fluctuations shows, on the contrary, a tendency to decrease them. Therefore, we can state that the graphs of multi-year costs and levels are not synchronous, which is evidence of the manifestation of vertical channel deformations in the area of the post. As the water level increases, the decrease in water consumption is a direct sign of siltation of the riverbed in this area and the raising of the bottom level due to accumulative processes over a long period.

The largest amplitudes are characterized by the parameters of the maximum runoff, that is, the amplitudes of the maximum levels ( $\Delta H_{\max} = 168$  cm) and maximum flows ( $\Delta Q_{\max} = 92.9$  m<sup>3</sup>/s), which is not surprising, because we are talking about the characteristics of the period of floods and inundations, which are always marked by significant fluctuations in time.

An interesting fact, identified for us for the first time, is that the characteristics of the minimum flow of the closed period of the channel are characterized by higher amplitudes than the characteristics of the open period. Therefore, the summer low water is more pronounced than the winter low water, which means that in the warm period (summer), the lack of precipitation more clearly provokes a decrease in water levels and flows in the channel system than during the winter period. The reason can be both winter thaws and the specifics of the groundwater regime.

**Key words:** hydrological regime; water level; water flows; hydrological cycle; low water phase; high water phase; relationship  $Q=f(H)$ .

**Вступ.** Дослідження та оцінка гідрологічного режиму малих та середніх водотоків завжди залишається недостатньо вивченим та гострим питанням, якому тільки наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. почали приділяти увагу окремі дослідники та науковці (Ободовський, 2001; Вишневський і Косовиць, 2003; Гребінь, 2010). Значною мірою це стосується малих річок, адже за відсутності регулярних спостережень доволі важко отримати гідрологічні показники, окрім вибіркового експедиційних чи оглядових даних, які б давали змогу зробити репрезентативні та обґрунтовані висновки.

Звісно, залучення нових технологічних можливостей, таких як опрацювання

даних ДЗЗ за допомогою GIS, відкриває завісу додаткових можливостей отримання гідрологічних характеристик, проте основою і надалі залишаються дані регулярних спостережень Українського гідрометеорологічного центру, який володіє найбільшим масивом інформативних даних необхідних для якісного аналізу гідрологічного об'єкта за наявності постійного пункту моніторингу (Гідрологічний щорічник, 1946–1950, 1952–2022).

Дослідженням особливостей гідрологічного режиму малих річок, які чітко репрезентують зміни природних умов і найбільше піддаються антропогенному впливу водними об'єктами, присвячено не так уже багато праць, оскільки їх частіше розглядають в комплексі як частину більших річкових басейнів (Геренчук, 1973; Докус, 2019; Ковальчук, 1997; Овчарук, 2020). А можливість детальнішого аналізу їхніх особливостей і специфіки як окремих, хоча і невеликих водних об'єктів, або підтверджує загальні тенденції гідрологічних змін, або дає змогу визначити їхні регіональні особливості в межах одного великого річкового басейну (Шакірзанова і Докус, 2021).

Метою нашого дослідження є детальний аналіз та визначення особливостей гідрологічного режиму р. Ікви, яка є частиною гідромережі р. Південний Буг і може слугувати прикладом за рахунок того, що на цьому об'єкті безперервно провадять спостереження за тривалий період часу.

Досліджуваний нами об'єкт – річка Іква – знаходиться у межах Хмельницької області і є лівою притокою р. Південний Буг, верхів'я якого формується в межах згаданого адміністративного регіону (рис.1).

#### Басейн Дніпра



Рис. 1. Басейн Південного Бугу в межах Хмельницької області  
Fig. 1. The Southern Bug Basin in the Khmelnytskyi Region

Територіально Хмельниччина відіграє роль своєрідного гідрологічного вузла: річки досліджуваної території належать до басейнів Дністра, Південного Бугу та

Дніпра, що є одними з найбільших річкових басейнів України. Безперечною ознакою того, що цей регіон є вузловим вододільним центром, слугує специфічне положення згаданих басейнів у межах Хмельниччини: ріки басейну *Дністра* течуть строго на південь, паралельно одна до одної; ріки центральної частини області (*Південний Буг*, *Случ* і *Хомора* (притоки *Горині*)) течуть на схід, а ріки північної частини (*Горинь*, *Корчик*) – на північ.

У межах Хмельницької області формуються витoki гідромережі басейну Південного Бугу, при цьому всі його притоки – малі річки. Серед найбільших приток можна виокремити такі річки, як Бужок, *Іква* (об'єкт нашого дослідження) та Вовк. Гідромережа всіх цих річок має багато спільних рис: незначні похили, рівнинний характер, значну зарегульованість ставками та невеликими водосховищами, пункти регулярних спостережень є тільки на р. Бужок – смт Меджибіж та власне на р. Ікви – смт Стара Синява.

**Матеріали і методи досліджень.** Як уже зазначено вище, окремих публікацій про р. Ікву надто мало, найчастіше про неї згадують у комплексних роботах як про частину гідромережі р. Південний Буг в окремих публікаціях (Хільчевський, Чунарьов і Ромась, 2009; Шакірзанова і Докус, 2021; Ободовський, 2002, Голченко, Швобс і Ігошин, 2003). Наша публікація міститиме чимало нової, цікавої інформації, яка може слувати прикладом до подальших гідрологічних досліджень малих рік Хмельниччини. Базові гідрологічні показники, використані нами для аналізу гідрологічного режиму – це дані регулярних спостережень на посту в смт Стара Синява, який функціонує з 1939 року (Гідрологічний щорічник, 1946).

Методи *математичної статистики* є головними засобами для кількісної оцінки різних гідрологічних явищ і набули широкого використання в гідрології. Вони дають змогу в імовірній формі прогнозувати зміни різноманітних характеристик стоку без урахування часу їхнього настання і розкриття фізичної сутності. Головним завданням розрахунків стоку є визначення його характеристик на період експлуатації створених гідротехнічних та інших споруд у руслах і на водозаборах річок тощо. Наявність нерегулярних коливань стоку, тобто відхилень від середніх значень, зумовлює необхідність здійснення оцінки таких змін (Хільчевський та ін., 2009).

Для характеристики та визначення особливостей гідрологічного режиму досліджуваного об'єкта ми використовували графічні методи представлення – гідрографи, графіки ходу рівнів та витрат, а також метод плинучого осереднення для визначення циклічності гідрологічних змінних, що набув широкого використання в гідрології (наприклад, під час просторово-часового аналізу гідрологічних величин).

Методика побудови графіків подвійного плинучого осереднення витрат води дає змогу розмежувати багатоводні та маловодні періоди в загальному циклі зміни витрат протягом усього періоду спостережень. Додатково на графіки наноситься логарифмічна лінія тренду, що дає змогу визначити зростання чи спад водності рік за певний період спостережень.

Ще однією з важливих методик гідрологічного аналізу є побудова кривих  $Q=f(H)$ , яка демонструє безпосередній зв'язок між рівнями та витратами води протягом тривалого періоду за наявності відповідних даних.

**Результати досліджень.** Загальні відомості про досліджуваний об'єкт:

довжина р. Ікви – 56 км; площа басейну – 514 км<sup>2</sup>, похил – 1,3 ‰ (Гопченко та ін., 2003). Протікає р. Іква у доволі широкій заболоченій долині, хоча в межах нижньої течії (після смт Стара Синява) на процеси руслоформування починають впливати обмежуючі чинники – ріка перетинає зону кристалічних порід Українського щита. Середні витрати за період спостережень на гідропосту в смт Стара Синява становлять - 2,0 м<sup>3</sup>/с, а максимальні витрати сягають 95 м<sup>3</sup>/с (Гідрологічний щорічник, 2022).



Рис. 2. Басейн річки Ікви

Fig. 2. Ikva river basin

Пост на р. Ікви закладено ще 1939 року, проте якісні безперервні дані, якими можна оперувати під час оцінки гідрологічного режиму, отримують з 1946 року (рівні / температурний режим / льодові явища) та 1950 року (виміряні та щоденні витрати води).

Гідропост розташований на південно-східній околиці селища Стара Синява, на лівому березі ріки. Як зазначають у гідрологічних виданнях, на режим головної ріки істотний вплив має зарегулювання ставками та водосховищами. В басейні р. Ікви, згідно з каталогом річок і водойм України (Гопченко та ін., 2003), їх налічують 46 (близько 40 малих ставків та 6 водосховищ). Значна кількість водорегулюючих засобів та рівнинний характер річки значно спотворюють природні коливання витрат води в основному руслі. Цьому сприяє також значне заболочення території, оскільки природні чинники накопичення ґрунтової вологи підсилюються штучним зарегулюванням русла. Важливо також : що воду з основного русла та його приток забирають для господарських потреб – зрошення. У таблицях 1.1 – 1.3 представлено основні гідрологічні дані з поста спостереження в смт Стара Синява:

Таблиця 1. Характерні рівні води на р. Ікви – смт Стара Синява  
(Гідрологічний щорічник, 2022)

Table 1. Characteristic water levels on the Ikva River – v. Stara Sinyava

Ріка - пункт	Період спостережень	Відмітка "0" графіка, м	Середній рівень $H_{сер}$ , см	Максимальний рівень		Мінімальний рівень	
				$H_{max}$ , см	дата	$H_{min}$ , см	дата
р. Іква – смт Стара Синява	1939-1941; 1946-досі	262,25	106	327	04.04.1956	6	20.12.1948

На жаль спостереження за русловими наносами на посту відсутні, що зумовлено значною мірою впливом зарегульованості стоку та рівнинним характером течії річки. Для річок такого типу характерні здебільшого піщані наноси як руслоформуючі, а значне зарегулювання спричиняє часте замулення річища чи окремих його ділянок поблизу ставків. Також ми бачимо (рис. 2), що чимало приток головної ріки є пересихаючими, тимчасовими водотоками, а долини головної ріки та її приток часто заболочені.

Таблиця 2. Характерні витрати води на р. Ікви – смт Стара Синява  
(Гідрологічний щорічник, 2022)

Table 2. Characteristic flow of water on the Ikva River – v. Stara Sinyava

Ріка - пункт	Період спостережень	Площа басейну, км <sup>2</sup>	Середня витрата $Q_{сер}$ , м <sup>3</sup> /с	Максимальна витрата		Мінімальний рівень	
				$Q_{max}$ , м <sup>3</sup> /с	дата	$Q_{min}$ , м <sup>3</sup> /с	дата
р. Іква – смт Стара Синява	1945 – досі	439	1,93	95,0	04.04.1956	0,14	31.12.1962

Таблиця 3. Опис гідрологічного поста на р. Ікви – смт Стара Синява  
(Гідрологічний щорічник, 2022)

Table 3. Description of the hydrological post on the Ikva River – v. Stara Sinyava

Ріка - пункт	Індекс поста	Дата відкриття поста	Відмітка "0" графіка, м	Площа басейну, км <sup>2</sup>	Відстань від гирла, км
р. Іква – смт Стара Синява	81381	01.09.1939	262,25	439	12

*Водний режим* досліджуваного басейну, тобто коливання в часі рівнів і об'ємів стоку води, має загалом рівнинний характер, що зумовлюється тектонічними умовами та особливостями рельєфу досліджуваної території. Це означає, що на річках басейну повинна бути чітко виражена весняна повінь, літня та зимова межень і зимовий льодостав. Живлення річок басейну Ікви змішане: снігове, дощове та підземне (Геренчук, 1973).

Басейн Ікви характеризується вираженим весняним водопіллям і низькою меженню, яка порушується літніми та зимовими паводками. Підземний стік порівняно невеликий. Найсприятливіші умови поверхневого живлення спостерігаємо у верхній течії річки, де середні багаторічні суми опадів сягають 600–650 мм, втрати вологи на випаровування найменші, зважаючи на помірний температурний режим у теплий період року. З просуванням до гирла умови поверхневого живлення погіршуються (Шакірманова і Докус, 2021).

Значний вплив на природний стік басейну р. Ікви, передусім у його південній частині, має господарська діяльність, яка перерозподіляє стік протягом року завдяки зарегульованості його ставками та водосховищами.

Водний режим р. Ікви характеризується нерівномірністю розподілу стоку протягом року та по території басейну. Навесні спостерігаємо пік повені, у решту часу – стійку низьку межень з незначним збільшенням її восени та окремі зимові відлиги.

*Внутрішньорічний розподіл* стоку характеризується такими величинами: у весняний сезон (березень – травень) стікає до 40 – 50% річного стоку, в літньо-осінній період (червень – листопад) – близько 40 %, взимку (грудень – лютий) – приблизно 10 – 20 %. Максимальні витрати води у річках формуються як весняним водопіллям, так і внаслідок літніх зливових дощів.

Найповноводніші місяці – березень і квітень, у багатоводний період 5 % забезпеченості їхня частка в загальному розподілі стоку протягом року становить 32,4 та 12,54 %, відповідно. В середні (p=50 %) та маловодні (p=95 %) роки частка березневих витрат зменшується до 22,3 – 18,6 %, натомість дещо зростає частка квітневих витрат, яка становить близько 14 % (Шакірманова і Докус, 2021).

В окремі роки багатоводним буває місяць лютий. Наймаловодніші місяці – липень і серпень. У багатоводний період загальна їхня частка у стоку не перевищує 8 %, а в середні і маловодні роки вона збільшується до 8,5 – 9,6 %.

*Льодовий режим* характеризується появою так званих сала, шуги, заберегів, шугоходу, льодоставу, зажорів, заторів тощо. Наприкінці листопада – на початку грудня на річках і ставках утворюються сало, забереги та шуга, коли температура повітря падає нижче нуля. Стійкий льодостав з'являється на ріках і ставках наприкінці грудня – на початку січня, однак окремі роки, коли стійкий льодостав не утворюється. Лід скресає упродовж третьої декади лютого – середини березня, проте траплялися роки, коли цей процес відбувався наприкінці березня і навіть на початку квітня (Вишневецький та ін., 2003).

*Особливості гідрологічного режиму річки Ікви.* Для багаторічних коливань водності р. Ікви властивий циклічний характер, тобто спостерігається послідовна зміна багатоводних і маловодних періодів, різних за своєю тривалістю і за величиною відхилення від середнього багаторічного значення. Повний цикл складається з однієї багатоводної та маловодної фази.

Як зазначено вище на річці Ікви з 1939 року закладений і продовжує функціонувати гідрологічний пост у смт Стара Синява. На цьому посту провадять регулярні спостереження за такими гідрологічними показниками: щоденні рівні води, щоденні витрати води, виміряні витрати з певною періодичністю (не щороку), температурний режим та льодові явища.

Хоча пост закладений 1939 року, практично безперервні спостереження за

рівнями відбуваються з 1946 р., а за витратами води – з 1950 р. Втрачені дані за період з 1953–52 р., також період з 1939 по 1946 роки характеризується неповними рядами, коли вимірювання рівнів проводились нерегулярно, зі значними пропусками по кілька місяців, або дані вимірювань недостатньо точні через брак інструментальних спостережень або втрату записів у той хронологічний період.

За 1955–2022 р., маємо повний ряд даних, основних гідрологічних показників, що дає нам змогу достатньо обґрунтовано проаналізувати гідрологічний режим р. Ікви за тривалий період.

Для більшості річок України, незалежно від їхніх розмірів, притаманний циклічний характер коливань водності. Для нашого об'єкта досліджень завдяки тривалому періоду спостережень на посту в смт Стара Синява маємо можливість проаналізувати коливання середньорічних рівнів та витрат за тривалий період часу.

На рисунках 3–4 представлено графіки ходу *середніх* рівнів (1946–2022рр.) та витрат (1950–2022 рр.) води р. Іква – смт. Стара Синява за період спостережень.

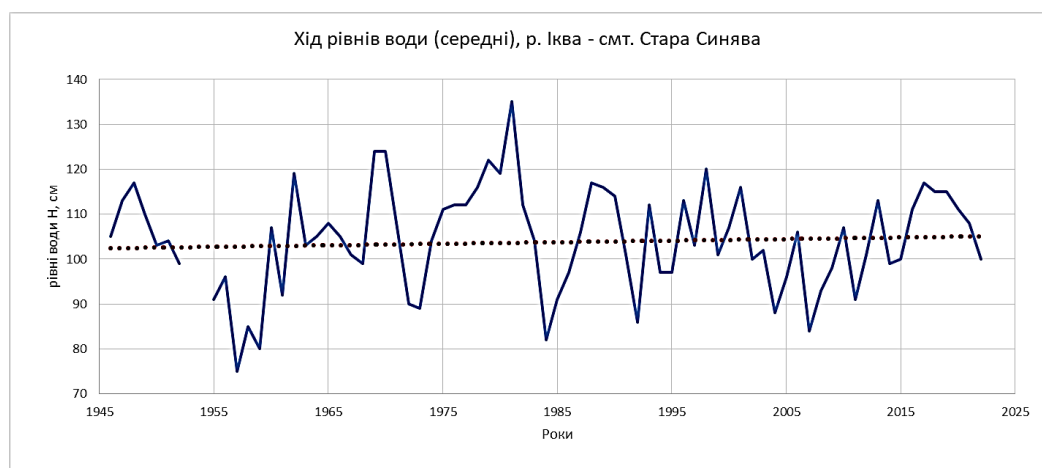


Рис. 3. Графік ходу середньорічних рівнів води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig. 3. The graph of the average annual water levels of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

Для оцінки змін за досліджуваний період на графіки нанесено також лінії трендів (емпіричні), що дає змогу практично оцінити тенденції до змін за наявний період спостережень.

Отже, завдяки аналізу графіків ми можемо констатувати, що амплітуда коливань рівнів води р. Ікви на посту в смт Стара Синява за багаторічний період становить 60 см, від мінімальної 75 см (1957) до 135 см (1981) – загалом трохи більше 0,5 метра. Це доволі добре узгоджується, адже р. Іква є рівнинною невеликою притокою.



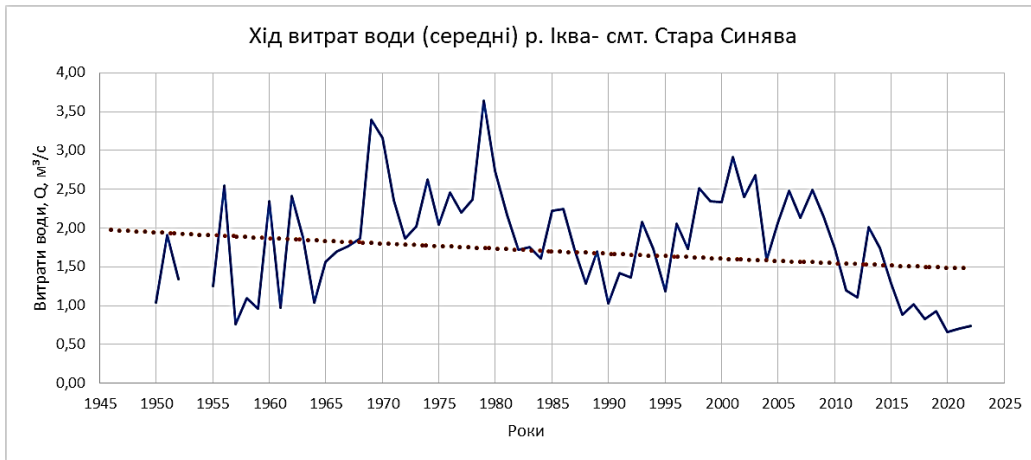


Рис. 4. Графік ходу середньорічних витрат води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig. 4. The schedule of the average annual water consumption of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

Для багаторічного ходу рівнів води характерним є незначне зростання, як показує лінія тренду (див рис. 3). Багаторічні ж коливання середніх витрат води на цьому посту фіксують теж невелику амплітуду: від  $0,66 \text{ м}^3/\text{с}$  (2020) до  $3,64 \text{ м}^3/\text{с}$  (1979) тобто  $2,98 \text{ м}^3/\text{с}$ . При цьому загальна лінія тренду для багаторічних коливань витрат ілюструє, навпаки, тенденцію до їхнього зменшення (див. рис. 4).

Отже, уже на цьому етапі, ми можемо стверджувати про *слабкий зв'язок* графіків ходу багаторічних витрат і рівнів, що є свідченням прояву вертикальних руслових деформацій на ділянці поста. За зростання ходу рівнів зменшення витрат води є прямою ознакою замулення русла на досліджуваній ділянці та підняття рівня днища за рахунок акумулятивних процесів за тривалий період часу.

Завдяки порівнянню даних графіків виявлено синхронність коливань рівнів та витрат на початку спостережень упродовж 1950 – 1985 рр., а вже після 1985 р. графіки ходу мають певні відмінності, що свідчить про значні переформування русла на ділянці гідрологічного поста, пов'язані із зарегулюванням стоку або поблизу пункту спостережень або нижче за течією, що веде до поступового замулення річища на досліджуваній ділянці.

Враховуючи, що основне русло р. Ікви протягом тривалого періоду часу регулюється ставками по всій довжині, результатом таких змін може слугувати не тільки регулювання стоку водоймами по довжині ріки. Причини цієї аномалії повинні критись у спорудженні нових гідротехнічних споруд або посиленні процесів акумуляції на цій ділянці через надмірне надходження твердого стоку в результаті посилення ерозійних процесів вище за течією.

Характеристики часових змін середніх показників витрат та рівнів недостатньо для повної оцінки їхніх тенденцій, отож нами додатково побудовано хронологічні графіки ходу річних максимумів і мінімумів (рис. 5–10).

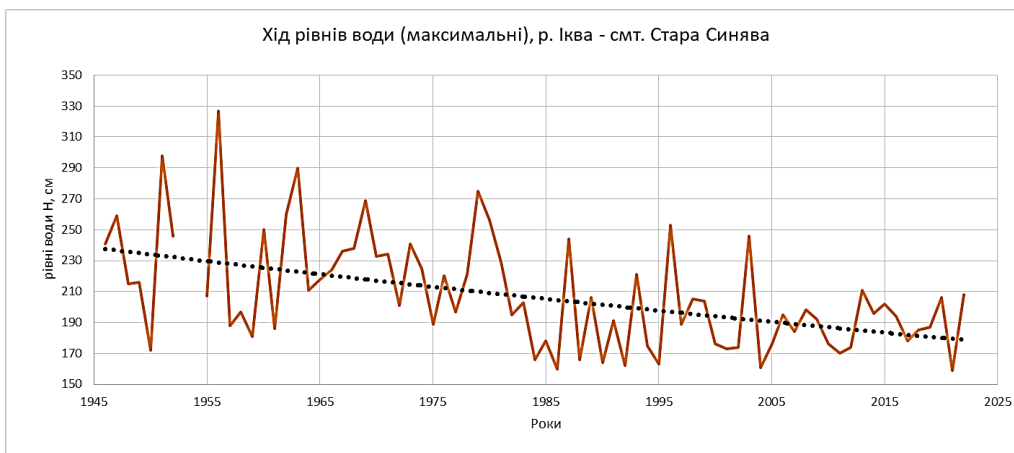


Рис. 5. Графік ходу максимальних рівнів води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig. 5. The graph of the maximum water levels of the Ikva River River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

Як бачимо, хронологічним графікам максимальних гідрологічних характеристик (рівнів і витрат) притаманна більша синхронність, ніж для попередніх показників, та однакова тенденція до зниження значень як витрат ( $Q_{\max}$ ) так і рівнів ( $H_{\max}$ ) води.



Рис. 6. Графік ходу максимальних витрат води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig.6. Flow chart of the maximum flow of water of the Ikva river – v. Stara Sinyava with an applied trend line

При цьому яскраво помітна значна амплітуда витрат води протягом 1950–1982 рр. ( $91,16 \text{ м}^3/\text{с}$ ) порівняно з наступним періодом 1983–2022 рр. ( $24,5 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Це засвідчує, що від 1980 року і до цього часу на р. Ікви не проходили значні по водності паводки, порівняно з попереднім періодом першої половини ХХ сторіччя. Такі факти можуть бути пов'язані як із глобальними кліматичними змінами, тобто зменшенням кількості опадів на цій території (оскільки басейни малих річок дуже чутливі до таких змін), так і циклічними коливаннями водності, притаманними для всього басейну Південного Бугу. Останнє твердження можна перевірити тільки завдяки комплексному аналізу циклічних коливань водності на багатьох притоках та власне головній річці – Південний Буг. Не менш цікавими виявились хронологічні зміни мінімального стоку:

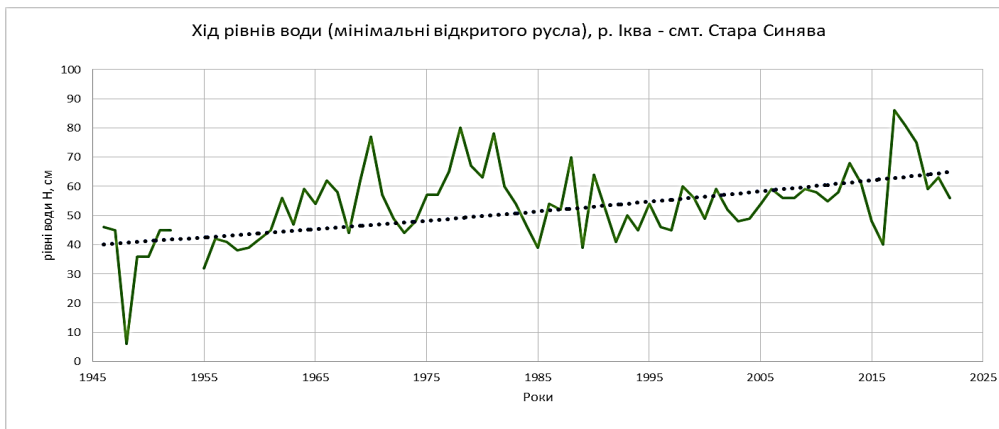


Рис. 7. Графік ходу мінімальних рівнів (відкритого русла) води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig. 7. Flow chart of the minimum water levels (open channel) of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

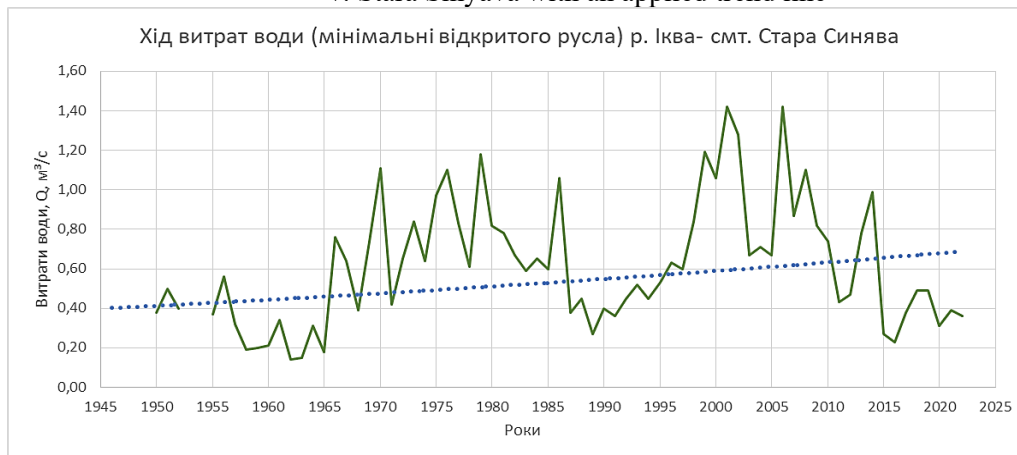


Рис. 8. Графік ходу мінімальних витрат (відкритого русла) води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду

Fig. 8. Flow chart of the minimum consumption (open channel) of water of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

Як відомо, на гідрологічних постах з середини минулого сторіччя почали окремо фіксувати мінімальний стік для періодів відкритого і закритого русла

окремо. Для досліджуваного поста окремо мінімуми рівнів та витрати зимового періоду фіксують з 1966 р. Отож графіки мінімального стоку для теплого періоду (рис. 7–8) мають тривалішу хронологію ніж графіки мінімальних показників за зимовий період (рис. 9–10).

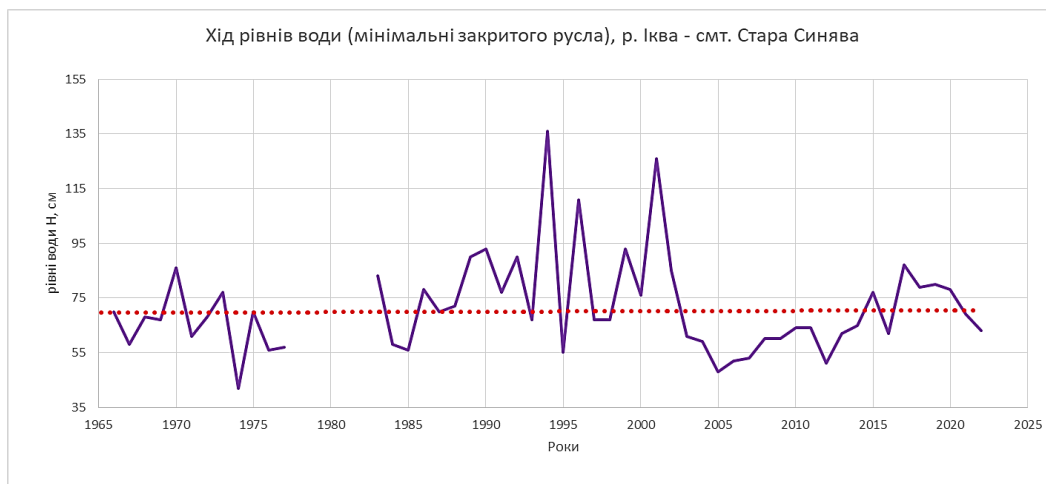


Рис. 9. Графік ходу мінімальних рівнів (закритого русла) води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду  
Fig. 9. Flow chart of the minimum water levels (closed channel) of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line



Рис. 10. Графік ходу мінімальних витрат (закритого русла) води р. Ікви – смт Стара Синява з нанесеною лінією тренду  
Fig. 10. Flow chart of the minimum consumption (closed channel) of the water of the Ikva River – v. Stara Sinyava with an applied trend line

Якщо для зимового періоду тенденції мінімального стоку та ходу рівнів залишаються стабільними (див. рис. 9–10), то для періоду відкритого русла ми

бачимо на графіках помітну тенденцію до зростання як рівнів, так і витрат води, що вкотре засвідчує наявність посиленних акумулятивних процесів на ділянці поста, причини яких можуть бути як природного, так і антропогенного характеру.

Відсутність динамічних змін у період закритого русла пояснюємо не тільки зарегульованістю стоку головної ріки, а й її рівнинним характером. Для малих рівнинних річок зимовий період зрідка є періодом інтенсивних переформувань через стабільну тривалість межені та льодоставу. За рахунок незначних глибин і малих швидкостей течії процес замерзання русла протікає інтенсивніше, а незначні похили не спричиняють формування зажорів та заторів чи проходження стоку по льодовій поверхні, як це часто трапляється на гірських річках Українських Карпат.

Основні характеристики гідрологічного режиму р. Ікви на посту в смт Стара Синява за багаторічний період наведено в таблиці 4.

Як бачимо, найбільшими амплітудами характеризуються параметри максимального стоку, тобто амплітуди максимальних рівнів ( $\Delta H_{max}=168\text{см}$ ) та максимальних витрат ( $\Delta Q_{max}=92,9\text{ м}^3/\text{с}$ ), що й не дивно, адже мова йдеться про характеристику періоду паводків та водопілля, які завжди відзначаються значними коливаннями в часі.

Таблиця 4. Амплітуди коливання основних гідрологічних характеристик р. Ікви за період спостереження з 1946– 022 рік  
Table 4. Fluctuation amplitudes of the main hydrological characteristics of the Ikva River during the observation period from 1946–2022

Параметри	Максимальне значення	Рік	Мінімальне значення	Рік	Амплітуда
$H_{сер}, \text{см}$	135	1981	75	1957	60
$H_{max}, \text{см}$	327	1956	159	2021	168
$H_{min}(\text{в.р.}), \text{см}$	86	2017	6	1948	80
$H_{min}(\text{з.р.}), \text{см}$	136	1994	42	1974	94
$Q_{сер}, \text{м}^3/\text{с}$	3,64	1979	0,66	2020	2,98
$Q_{max}, \text{м}^3/\text{с}$	95,0	1956	2,10	2021	92,9
$Q_{min}(\text{в.р.}), \text{м}^3/\text{с}$	1,42	2001, 2006	0,14	1962	1,28
$Q_{min}(\text{з.р.}), \text{м}^3/\text{с}$	2,76	1994	0,26	1969	2,5

Примітка:

(в.р.) – період відкритого русла;

(з.р.) – період закритого русла;

Зазначимо, що характеристики мінімального стоку закритого періоду русла відзначаються вищими амплітудами, ніж характеристики відкритого періоду. Отже, літня межень більше виражена, ніж зимова. Відповідно в теплий період (влітку) відсутність опадів більш виразно провокує зменшення рівнів та витрат води в русловій системі, ніж під час зимового періоду. Причиною можуть бути як зимові відлиги, так і режим ґрунтових вод.

Циклічні зміни гідрологічного режиму річки Ікви. Багаторічні коливання

водності річок досліджуваної території відзначаються циклічністю, тобто спостерігається послідовна зміна багатоводних і маловодних періодів, різних за своєю тривалістю і за величиною відхилення від середнього багаторічного значення. Повний цикл водності налічує дві фази – багатоводну та маловодну, які послідовно змінюють одна одну.

Відстежити циклічні зміни водності ми можемо на основі даних регулярних спостережень на гідрологічному посту в смт Стара Синява. Як відзначалось вище, неперервний ряд спостережень ми маємо з 1955 року, тобто повних 68 років. Для визначення циклів водності, згідно з методикою, потрібно мати безперервний ряд не менше 50 років, тобто маємо достатній ряд гідрологічних даних для визначення циклічних змін на посту р. Ікви – смт Стара Синява.

На рис. 11 наведено графік циклічних змін усереднених витрат води за даними поста р. Ікви – смт Стара Синява. Показники для графіка визначали шляхом подвійного плинучого осереднення середньорічних витрат води за 5 років, що дає змогу відкинути їх екстремальні значення та визначити загальну динаміку зростання чи спаду водності за даний період спостережень.

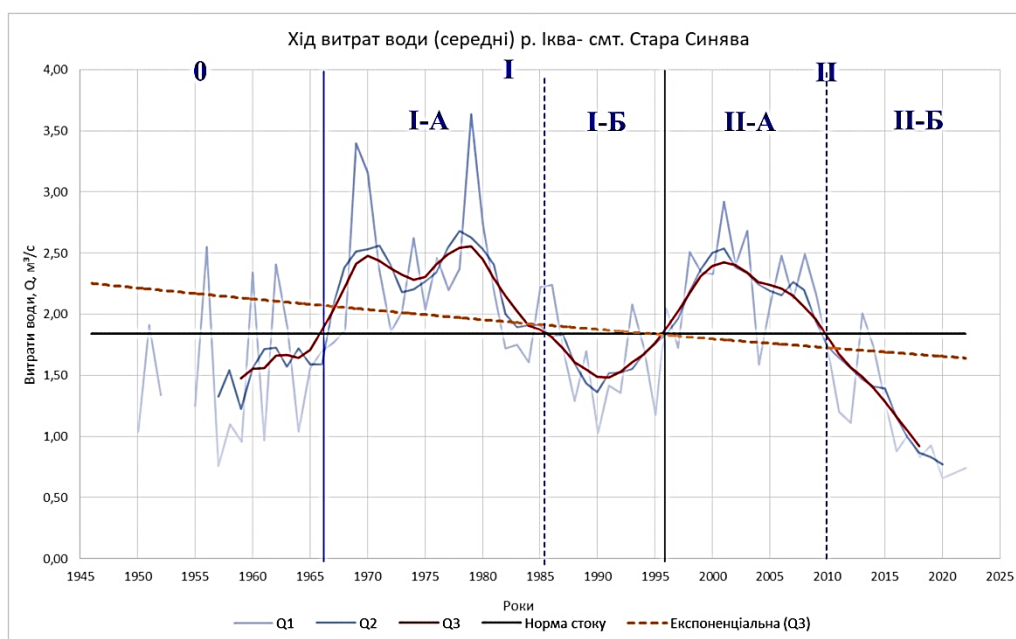


Рис. 11. Циклічні зміни усереднених витрат води на р. Ікви – смт Стара Синява

Fig. 11. Cyclical changes in average water consumption on the Ikva river – v. Stara Sinyava

Методика побудови графіків подвійного плинучого осереднення витрат води дає змогу розмежувати багатоводні та маловодні періоди в загальному циклі зміни витрат протягом усього періоду спостережень. Додатково на графіки нанесено логарифмічну лінію тренду, що дає змогу визначити зростання чи спад водності рік за період спостережень.

За даними графіку бачимо, що період спостережень починається із завершення (маловодна фаза) 0 циклу. Чітко його ми не можемо виділити, через відсутність даних до 1945 року. Цей неповний цикл завершився 1965 року, а протягом 1966–1995 рр. фіксуємо перший повний цикл (I). Він налічує дві фази: багатоводну I-A за 1966–1985 рр.; маловодну I-B за 1986–1995 рр. Тривалість цих фаз 19 та 10 років, відповідно. Отже, загалом повний цикл тривав 29 років.

З 1996 р. почався новий цикл багатоводної фази (II-A) яка тривала до 2010 р. (14 років поспіль). З 2011 р. розпочалась маловодна фаза, яка триває уже 12 років і досі не завершена.

Тобто ми зараз спостерігаємо мінімум маловодної фази другого циклу водності, яка сильно затягнулась у часі і підтверджена лінією тренду, що ілюструє тенденції до зменшення витрат води р. Ікви.

З огляду на графік циклічності, варто очікувати найближчим часом поступове плавне зростання водності, що сигналізуватиме завершення цієї маловодної фази.

Зміна циклів для цього пункту спостережень не є аномальною. Навпаки, вона ілюструє плавну циклічність хоч і не з яскраво вираженими піками, що дає змогу доволі чітко розмежувати багатоводні та маловодні періоди.

Отже, ми можемо визначити 1991 рік як пік мінімальної фази водності, за даними щоденних витрат води побудувати гідрограф стоку, що характеризуватиме маловодний період (рис. 12).

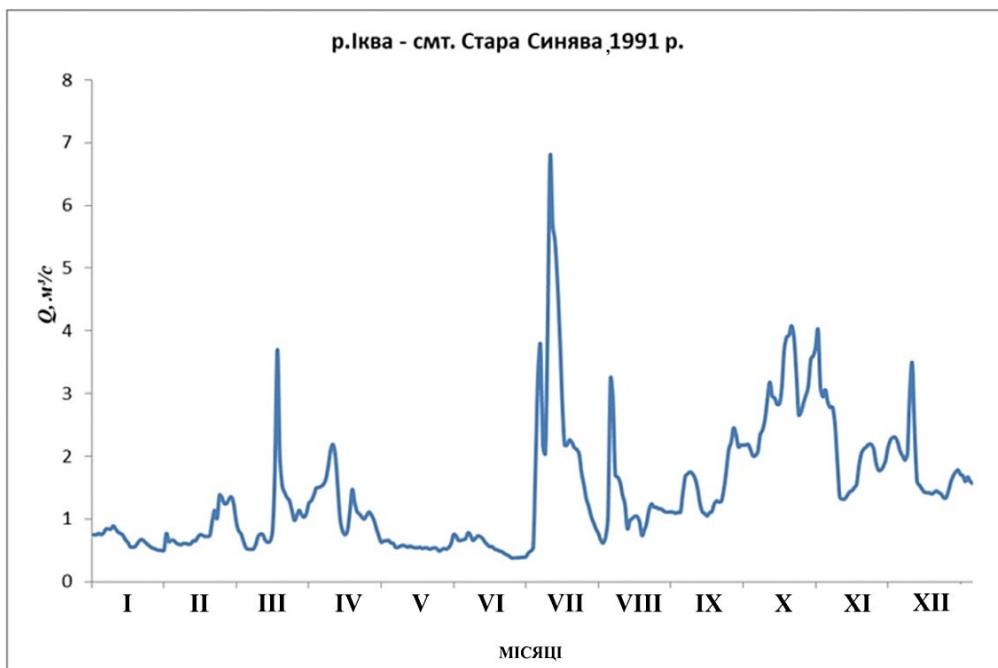


Рис. 12. Гідрограф стоку р. Ікви – смт Стара Синява за 1991 рік  
(маловодна фаза)

Fig. 12. Hydrograph of the flow of the Ikva River – v. Stara Sinyava for 1991  
(low-water phase)

Як бачимо з гідрографу маловодного періоду, максимальний об'єм стоку не

пов'язаний із весняним водопіллям, а припадає на літньо-осінні паводки. При цьому переважає саме стік осінніх дощових паводків, пов'язаний зі значним випаданням опадів саме в цей період. Хоча максимальні значення витрат води спостерігали під час літніх паводків (липень–серпень).

Типовим гідрографом багатоводної фази ми обрали гідрограф за 2003 рік. І, як бачимо, саме багатоводні періоди вирізняються чітким переважанням стоку весняного водопілля за рахунок снігових запасів. Зимові відлиги та весняне танення вирізняються максимальними піками витрат води.

На паводкові води багатоводних періодів уже не припадає основний відсоток внутрішньорічного розподілу стоку, при цьому знову тривалість осінніх паводків перевищує літні дощові паводки.

Як бачимо, для маловодних періодів характерними є максимальні зростання витрат води в період літньо-осінніх паводків. При цьому період весняного водопілля не надто чітко виражений за рахунок незначних запасів снігу та частих відлиг.

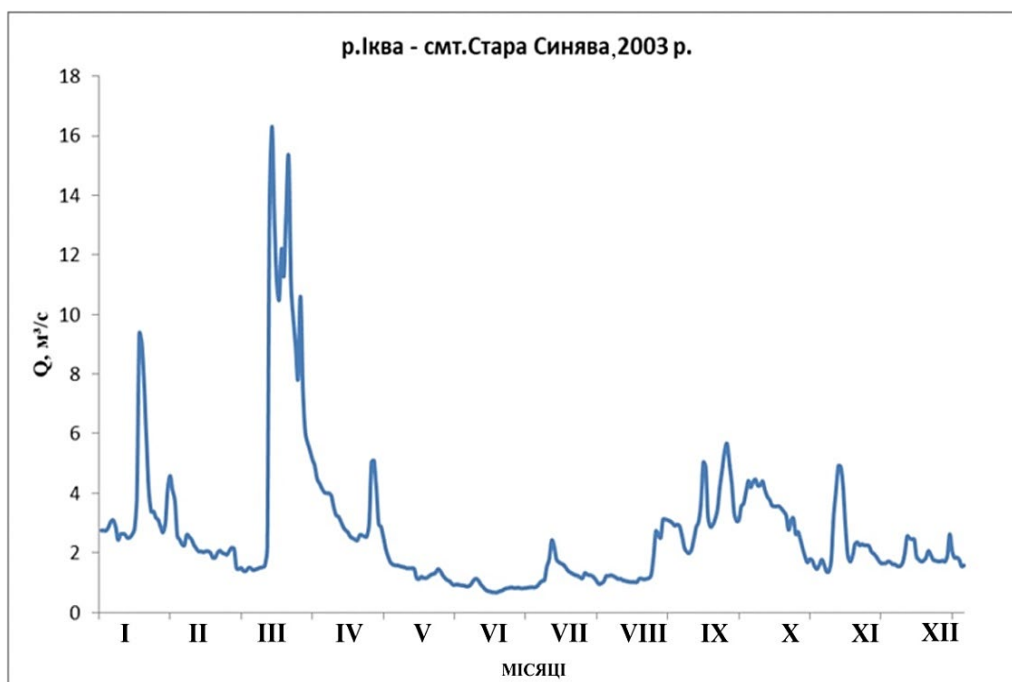


Рис. 13. Гідрограф стоку р. Ікви – смт Стара Синява за 2003 рік  
(багатоводна фаза)

Fig. 13. Hydrograph of the flow of the Ikva River – v. Stara Sinyava for 2003  
(polyhydric phase)

Розглянемо також гідрограф сучасної маловодної фази за 2020 рік:



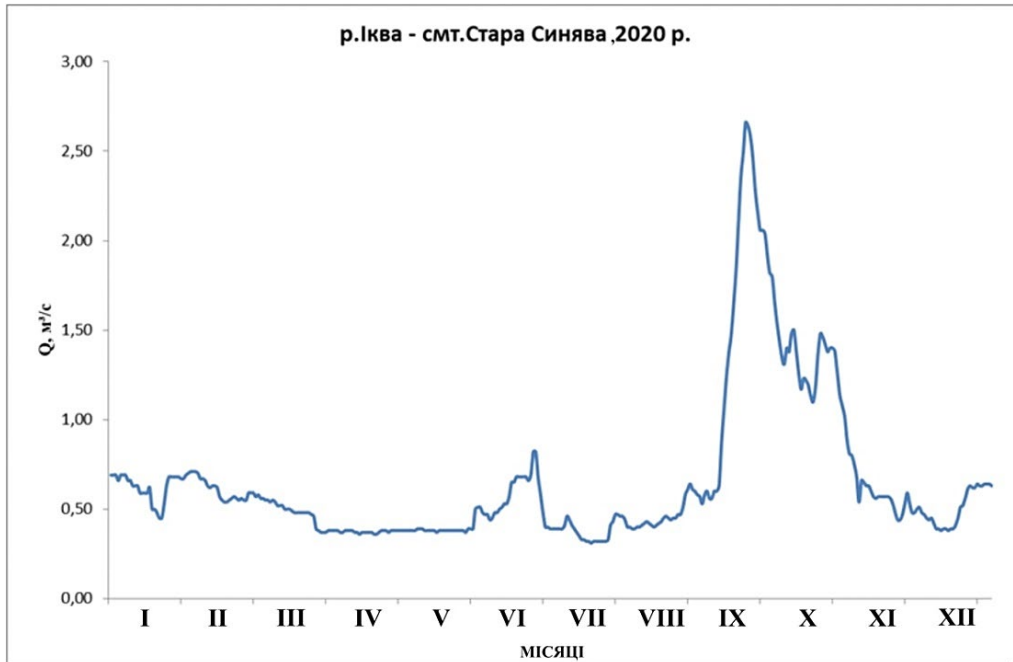


Рис. 14. Гідрограф стоку р. Ікви – смт Стара Синява за 2020 рік  
(маловодна фаза)

Fig. 14. Hydrograph of the flow of the Ikva River – v. Stara Sinyava for 2020  
(low-water phase)

Характерним для усіх гідрографів останнього циклу водності (з 1996 р. до сьогодні) є стабільне значення підземного живлення на рівні 0,3–0,4 м<sup>3</sup>/с, що орієнтовно відповідає від  $9\,461 \cdot 10^3$  до  $12\,614 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup> за рік.

Лінія тренду, що демонструє поступове зниження середньорічних витрат води (див. рис. 4) засвідчує, що цей процес, найімовірніше, пов'язаний зі зменшенням кількості опадів холодного періоду року, що прямо впливає на зниження об'ємів весняного водопілля та, відповідно, зменшення сумарного стоку за рік. Як бачимо, літньо-осінні паводки відіграють ключову роль тільки в маловодних фазах циклу, і їхнє значення зрідка перевищує максимальні втрати весняних періодів.

*Характеристика взаємозв'язку витрат та рівнів води р. Ікви.* Характер акумулятивно-ерозійних процесів на окремих ділянках русла можна визначити також на основі аналізу кривих  $Q=f(H)$  за даними спостережень на гідрологічних постах. Зміни положення кривих характеризують направленість вертикальних деформацій та темпи їхнього розвитку. Суміщення кривих за багаторічний період дає змогу визначити процеси розмиву дна чи акумуляції наносів. Така методика опирається на матеріали регулярних спостережень за рівнями води та вимірювань витрат води на гідрологічних постах.

Вимірювання витрат води на річці Ікві провадять із середини минулого століття, з 1946 р. маємо дані вимірювання витрат у декількох гідростворах.

Нас найбільше цікавлять дані кривих  $Q=f(H)$  за останній період

спостережень. На основі отриманих даних нами побудовано графіки зв'язку рівнів і витрат, за 2015–2022 рр. (рис. 15–16).

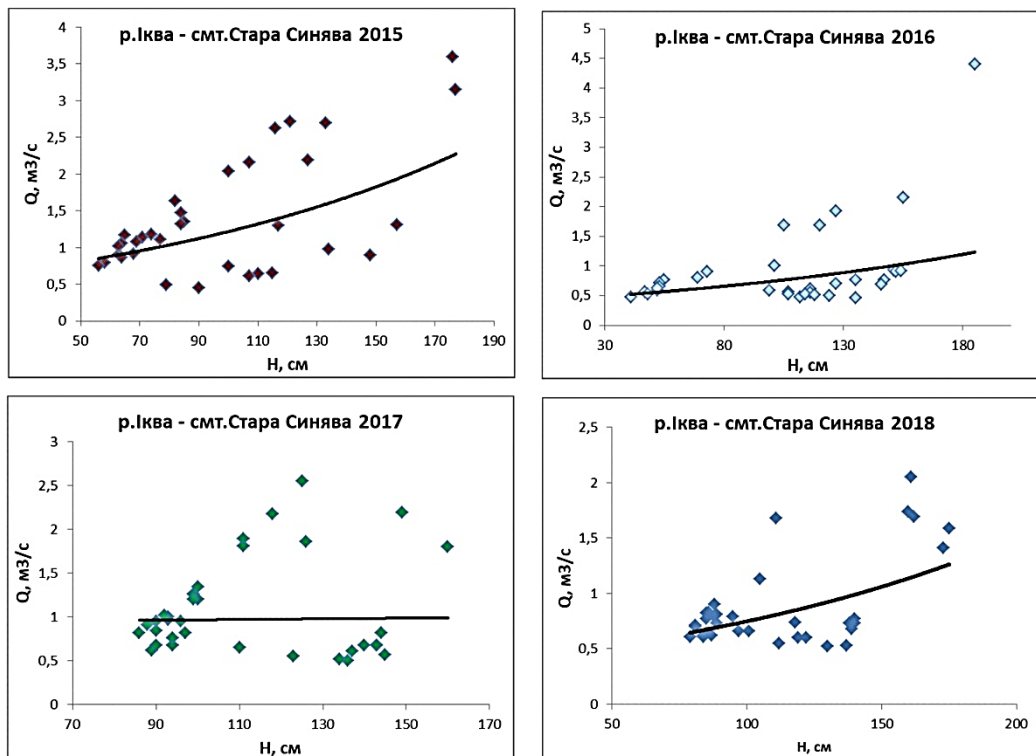


Рис. 15. Графіки залежності  $Q=f(H)$  на р. Ікви – смт Стара Синява за період 2015–2018 рр.

Fig. 15. Graphs of the dependence of  $Q=f(H)$  on the Ikva River – v. Stara Sinyava for the 2015–2018 years

Усім представленим кривим притаманні зміни, пов'язані із природними чинниками, сезонними коливаннями водності ріки та зарегульованістю стоку штучними водоймами вище та нижче за течію.

Завдяки аналізу графіків ми помітили, що усім кривим  $Q=f(H)$  притаманний близький до параболи вигляд. Простежуємо роки чіткішого зв'язку (2022), і навпаки, коли поле точок більше розсіяне (2017, 2021).

Такий нечіткий зв'язок рівнів і витрат на посту, що проявляється за даними виміряних витрат води, демонструє значний вплив на гідрологічний режим р. Ікви регулювання стоку ставками та малими водосховищами як у верхів'ях річки, так і нижче за течією відносно гідрологічного поста.

Саме тому під час розрахунків щоденних витрат застосовують постійні уточнюючі параметри та додаткові розрахунки.

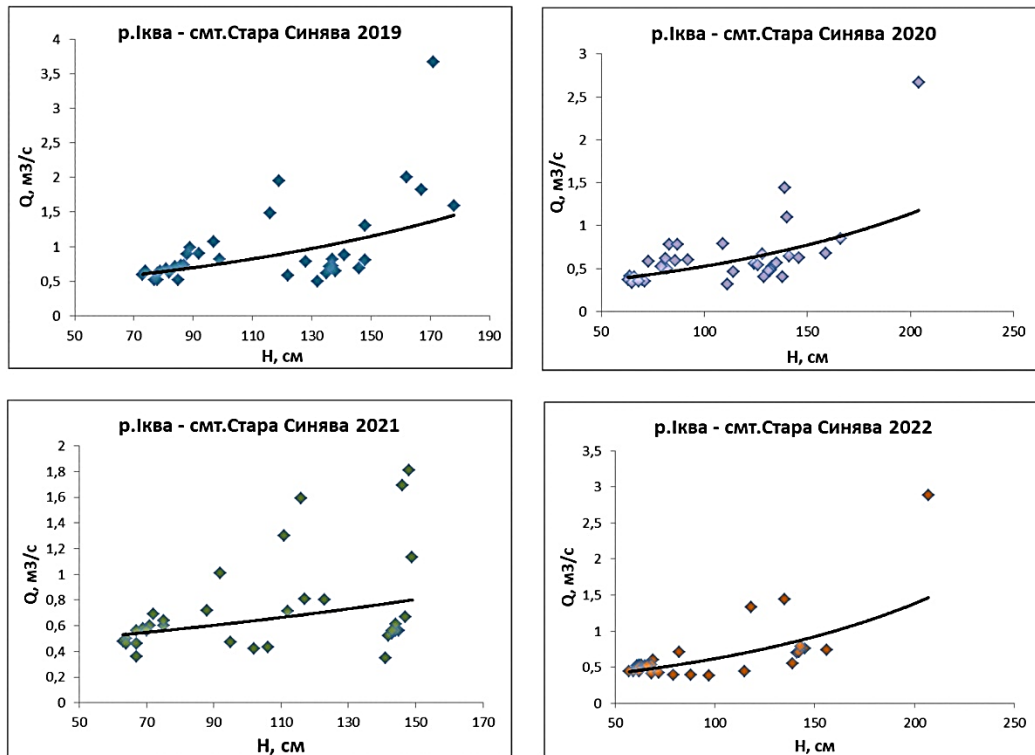


Рис. 16. Графіки залежності  $Q=f(H)$  на р. Ікви – смт Стара Синява за 2019–2022 р.р.

Fig. 16. Graphs of the dependence of  $Q=f(H)$  on the Ikva River – v. Stara Sinyava for the 2019–2022 years

На жаль, спостережень за наносами на гідропосту не провадять, отож визначити характер твердого стоку не маємо змоги. Єдині проби, відібрані для оцінки мутності води в межах гідроствору на р. Ікви, зафіксовано 1966 р., проте цього недостатньо.

**Обговорення.** Дискусійним залишаються причини зменшення параметрів максимального стоку після 1985 р. Причину, на нашу думку, варто шукати у кліматичних змінах, пов'язаних з зменшенням кількості опадів. Значні обсяги забору води та надмірне зарегулювання русла, найімовірніше не є причиною таких змін, оскільки млини та греблі на р. Ікви та її притоках функціонують ще з кінця ХІХ ст., а також за даними (Хільчевський та ін., 2009, с. 15) "...за останні майже півтора десятиріччя, у басейні р. Південний Буг спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і забруднюючих речовин", причому автор аналізував дані усіх гідрологічних постів досліджуваного басейну.

Отож, у перспективі подальших досліджень перед авторами постає завдання: визначити та всебічно обґрунтувати причину зменшення амплітуд максимального стоку на р. Ікви.

**Висновки.** Багаторічним коливанням водності р. Ікви притаманний циклічний

характер, тобто спостерігається послідовна зміна багатоводних і маловодних періодів, різних за тривалістю і величиною відхилення від середнього багаторічного значення. Повний цикл налічує дві фази – багатоводну та маловодну.

Нами визначено, що амплітуда коливань рівнів води р. Ікви на посту в смт Стара Синява за багаторічний період становить 60 см і змінюється від мінімальної 75 см (1957) до 135 см (1981), тобто загалом трохи більше 0,5 м. Це доволі добре узгоджується з літературними даними та оцінками інших авторів, враховуючи рівнинний характер та малі розміри об'єкта дослідження.

Для багаторічного ходу рівнів води р. Ікви характерне незначне зростання, багаторічні ж коливання середніх витрат води на цьому посту фіксують теж невелику амплітуду – від 0,66 м<sup>3</sup>/с (2020) до 3,64 м<sup>3</sup>/с (1979) тобто 2,98 м<sup>3</sup>/с. При цьому загальна лінія тренду, для багаторічних коливань витрат ілюструє, навпаки, тенденцію до їхнього зменшення. Отже, можемо стверджувати про *слабкий зв'язок* ходу графіків багаторічних витрат і рівнів, що є свідченням прояву вертикальних руслових деформацій на ділянці поста. За зростання ходу рівнів, зменшення витрат води є прямою ознакою замулення русла на досліджуваній ділянці та підняття рівня днища унаслідок акумулятивних процесів за тривалий період часу.

Найбільшими амплітудами характеризуються параметри максимального стоку, тобто амплітуди максимальних рівнів ( $\Delta H_{max}=168$  см) та максимальних витрат ( $\Delta Q_{max}=92,9$  м<sup>3</sup>/с), що й не дивно, адже йдеться про характеристику періоду паводків і водопілля, які завжди вирізняються значними коливаннями в часі.

Уперше визначено нами те, що характеристики мінімального стоку закритого періоду русла відзначаються вищими амплітудами, ніж характеристики відкритого періоду. Отже, літня межень є більш вираженою, ніж зимова, тобто в теплий період (влітку) відсутність опадів більшою мірою впливає на зменшення рівнів та витрат води в русловій системі, ніж під час зимового періоду. Причиною можуть бути як зимові відлиги, так і специфіка режиму ґрунтових вод.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Вишневецький В. І., Косовиць О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
- Геренчук К. І. Природа Хмельницької області. Львів : Вища школа, 1973. 159 с.
- Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
- Гідрологічний щорічник. Том 2. Басейн Чорного та Азовського морів (без Кавказу). Вип. 0,1. ЦГО, 1946 – 1950, 1952 – 2022 р.р.
- Гопченко Є. Д., Швєбс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України : навч. довід.- посіб. Одеса : Астропринт, 2003. 390 с.
- Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. Київ : Національний центр "Мала академія наук України", 2020. 268 с.
- Докус А. О. Районування басейну Південного Бугу за умовами формування весняного водопілля річок // "Рельєф, клімат та поверхневі води як об'єкти

- природничо-географічних досліджень (до 70-річчя кафедр землезнавства та геоморфології, метеорології та кліматології, гідрології та гідроекології)" Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції : 2-4 жовтня. Київ, 2019. С. 42–44.
- Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів : Інститут українознавства, 1997. 440 с.
- Лобода Н. С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2010. 184 с.
- Мартинів О. І. Особливості водного режиму малих річок басейну Південного Бугу // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету. Одеса : ОДЕКУ, 2022. С. 242–243.
- Національний атлас України. Київ : Картографія, 2007. 440 с.
- Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ : Ніка-Центр, 2001. 274 с.
- Ободовський О. Г. Регіональний гідролого-екологічний аналіз руслових процесів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геогр. наук : спец. 11.00.07 "Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія". Київ, 2002. 31 с.
- Овчарук В. А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України : Монографія. Одеса : Гельветика, 2020. 300 с.
- План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / Афанасьєв С., Бедзь Н., Боднарчук Т., Васильєв С., Вікторов М., Власова Т., Войтюк І., Гавриков Ю., Гайдук К., Дмитришина В., Коноваленко О., Коржик О., Крижанівський Є., Летицька О., Лисюк О., Манівчук В., Марушевська О., Мокін В., Мудра К., Осадча Н., Скоблей М., Сташук В., Чунар'єв О., Ярошевич О. За ред. С.Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука та О. Ярошевича. Київ : НВП "Інтерсервіс", 2014. 188 с.
- Хільчевський В. К., Чунар'єв О. В., Ромась М. І. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу. Київ : Ніка-Центр, 2009. 184 с.
- Шакірманова Ж. Р., Докус А. О. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг : монографія. Одеса : Бондаренко М. О., 2021. 244 с.
- Шакірманова Ж. Р., Докус А. О. Районування басейну річки Південний Буг за умовами формування весняного водопілля річок. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Одеса, 2021. С. 8–18.

## REFERENCES

- Vishnevsky, V., Kosovits, O., 2003. *Hydrological characteristics of rivers of Ukraine*. Kyiv: Nika-Center, 324. (In Ukrainian).
- Gerenchuk, K., 1973. *Nature of the Khmelnytsky region*: Lviv: Higher School. 159. (In Ukrainian)
- Hrebin, V., 2010. *Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis)*. Kyiv: Nika-Center, 316. (In Ukrainian).
- Hydrological yearbook. Volume 2. Basin of the Black and Azov Seas (without the Caucasus). Vol. 0.1. TsGO, 1946 - 1950, 1952 - 2022 (In Ukrainian).
- Hopchenko, E., Shwebs, G., Igoshyn, M., 2003. *Catalog of rivers and reservoirs of Ukraine: academic. argument. manual* Odessa: Astroprint, 390. (In Ukrainian)

- Remote sensing of the Earth: analysis of space images in geoinformation systems: training method. manual 2020. S. Dovgiy, S. Babiichuk, T. Kuchma and others (Eds.). Kyiv: National Center "Small Academy of Sciences of Ukraine", 268. (In Ukrainian).
- Dokus, A., 2019. Zoning of the Southern Bug basin according to the conditions of spring waterlogging of rivers. In *Materials of the International scientific and practical conference "Relief, climate and surface waters as objects of natural and geographical research (to the 70th anniversary of the departments of earth science and geomorphology, meteorology and climatology, hydrology and hydroecology)"*. October 2–4. Kyiv, 42–44. (In Ukrainian).
- Kovalchuk, I. P., 1997. Regional ecological and geomorphological analysis. Lviv: Institute of Ukrainian Studies, 440. (In Ukrainian).
- Loboda, N. S., 2010. Methods of statistical analysis in hydrological calculations and forecasts: training manual. Odesa: Ekologiya, 184. (In Ukrainian).
- Martynov, O. I., 2022. Peculiarities of the water regime of small rivers of the Southern Bug basin. In *Materials of the student scientific conference of the Odessa State Environmental University*. Odesa: ODEKU, 242–243. (In Ukrainian).
- National atlas of Ukraine. Kyiv: DNVP "Cartography", 2007. 440. (In Ukrainian)
- Obodovsky, O. G., 2001. Hydrological and ecological assessment of channel processes (on the example of rivers of Ukraine). Kyiv: Nika Center, 274. (In Ukrainian).
- Obodovsky, O. G., Regional hydrological and ecological analysis of channel processes. (Doctor of Sciences' thesis). Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv. (In Ukrainian)
- Ovcharuk, V. A. 2020. *The maximum runoff of spring irrigation of lowland rivers of Ukraine*: Monograph. Odesa: Helvetica Publishing House, 300. (In Ukrainian).
- Management plan for the Southern Bug river basin: analysis of the state and priority measures. 2014. Afanasyev S., Bedz N., Bodnarchuk T., Vasiliev S., Viktorov M., Vlasova T., Voytiuk I., Gavrykov Y., Hayduk K., Dmytryshina V., Konovalenko O., Korzyk O., Kryzhanivskiy E., Letytska O., Lysyuk O., Manivchuk V., Marushevskaya O., Mokin V., Mudra K., Osadcha N., Skoblei M., Stashuk V. , Chunaruyov O., Yarosevich O. Ed. S. Afanasyeva, A. Peters, V. Stashuk and O. Yarosevicha. Kyiv: Publishing House "NVP "Interservice", 188. (In Ukrainian).
- Khilchevskii, B. K., Chunaruyov, O. B, Pomaz, M. I. 2009. *Water resources and quality of river waters of the Southern Bug basin*. Kyiv: Hika-Center, 184. (In Ukrainian).
- Shakirzanova, Zh. R., Dokus, A. O. 2021. *Long-term forecasting of the characteristics of spring irrigation in the basin of the Pivdenny Bug River: monograph*. Odesa: M.O. Bondarenko, 244. (In Ukrainian).
- Shakirzanova, Zh. R., Dokus, A. O. 2021. Zoning of the Pivdenny Bug river basin according to the conditions of the formation of spring waterlogging of rivers. In *Man and environment. Problems of neoecology*. Odesa, 8–18. (In Ukrainian).