

Використання ГІС для оцінки просторового розподілу мінімального стоку води річок басейну Тиси в межах України

Олена О. Почаєвець , Олександр Г. Ободовський 

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Use of GIS for spatial distribution of low flow water runoff of Tisza River basins within Ukraine

Olena Pochaievets, Oleksandr Obodovskyi
Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine

ABSTRACT

The article presents the analysis of existing maps of minimum runoff modules for Tisza River basins within Ukraine. The change in the value of the minimum water consumption for the two calculation periods is analyzed - from the beginning of observations to 1975, when preliminary maps of the minimum runoff were created. The second period was taken up to 2015, for the construction of modern maps. It has been found that mean low flow of water flow rates varied from 4.5% to 42% for the summer-autumn limit. For almost the entire territory of the basin, the 30-day low flow water discharges have increased. Only for the catchments of the Golyatynka River, the Pylypets River and the Rika River (Verkhniy Bistriy) the values of 30-day low have decreased. Regarding the winter limit, 30-days low flow changed within 1-29%. In winter, one third of the hydrological posts, all located within the western area, show a decrease in the minimum water flow. Therefore, in most cases, there is a reduction of low flow for summer-autumn and winter periods. The algorithm of using GIS for construction of maps of low water flow is presented. For this purpose, thematic layers of hydrological posts with information on minimum water discharge, a shapefile of meteorological stations with rainfall values were used to account for the moistening of the area, a layer of the hydrographic network, a layer of contours of the basins, and SRTM data for further definitions of catchment centers within the hydrological posts. Maps of modules of 30 days low flow of 80% of exceedance probability were created and the reliability of their construction was evaluated. The close correlation between actual and calculated values of the water runoff was obtained, the correlation coefficient was 0,98 for summer-autumn and 0,97 for winter periods. Taking into account previous studies, the authors found that it is advisable to take the value of the 7-day low flow for mountain rivers. For these values, modern maps of the low flow water runoff of 80% of the of exceedance probability for summer-autumn and winter periods were also constructed. Dependencies obtained indicate a close relationship between the 7-day low flow water runoff calculated on the map and the actual values of observation, which is expressed by the coefficients of determination 0,93 and 0,94 for the winter and summer-autumn periods. Thus, obtained maps make it possible to determine the actual value of the minimum water flow of mountain rivers with missing hydrometric observations.

KEYWORDS

7-day low flow, mountain rivers, water flow module map

1. Вступ

Мінімальний стік води річок басейну Тиси є слабо дослідженим, адже через надмірне зволоження території більша увага приділяється максимальному стоку води цього регіону. Разом з тим, в останній час були відмічені дуже низькі межені на вказаних річках, які, навіть, встановили подекуди історичні мінімуми.

Одним із розповсюджених в науці і практиці методів визначення мінімальної витрати води на ділянках річок, на яких відсутні регулярні гідрометричні спостереження є використання карт розподілу модуля мінімального стоку води. На жаль, в Україні досі діє ДБН "Визначення розрахункових гідрологічних характеристик" (Opredelenye raschetnykh hydrolohycheskykh kharakterystyk, 1983), який був розроблений ще у 1983 році для території всього СРСР. Водогосподарські, будівельні та інші організації

на сучасному етапі досі користуються картами, рекомендованими цим правилами. Наявні карти були побудовані на основі даних за 1975 р.

Виходячи з вище викладеного, виникає необхідність створення нових карт розподілу мінімального стоку. Для цього необхідно проаналізувати, як змінився мінімальний стік окремо в холодний та теплий період з 1975 по 2015 рік, побудувати карти, узгоджені з картою мінімальних за 30 діб витрат води 80% забезпеченості за період від початку спостережень по 2015 рік та проаналізувати зміни розподілу ізоліній модулів стоку.

Згідно з запропонованими підходами оцінки мінімального стоку (Obodovskyi et al., 2016; Obodovskyi et al., 2018) варто також побудувати сучасні карти модулів мінімального за 7 діб стоку води для літньо-осінньої та зимової межені і виконати їх порівняння з картами мінімальних за 30 діб витрат води 80%.

2. Матеріали та методи

Від початку спостережень і до 1980 р. в басейні Тиси діяли 43 гідрологічні пости, період спостереження яких становив від 15 до 35 років. Проте більшість з них на момент побудови карти не перевищували період в 30 років регулярних спостережень, що не охоплює повного циклу водності із маловодною та багатоводною фазою і може впливати на величину норми стоку.

На основі аналізу різницевої інтегральних кривих (Obodovskyi et al., 2016; Obodovskyi et al., 2018) було встановлено, що в період 1974- 1975 рр. на річках басейну Тиси прослідковується закінчення маловодної фази та перехід у 80-х до багатоводної.

Наступним завданням було встановлення величини середньої багаторічної мінімальної за 30 діб витрати води станом на 1975 та 2015 роки. Для цього були розраховані та проаналізовані наступні графіки і таблиці. Відмінності у порівняльних значеннях можуть слугувати додатковим обґрунтуванням необхідності побудови нової карти мінімального стоку, особливо з огляду на його формування в літньо-осінню та зимову межень (табл. 1).

Аналізуючи таблицю 1, можна помітити, що величини витрат води змінилися в діапазонах від 4,5% до 42% для літньо-осінньої межені.

Для майже всієї території басейну мінімальні 30-тидобові витрати води збільшились. Лише для водозборів р. Голятинки, р. Пилипча та р. Ріки (г/п Верхній Бистрий) відбулося зменшення мінімальної витрати води.

Щодо зимової межені, то тут мінімальні витрати води змінилися в межах 1-29%. В зимовий період вже на третині гідрологічних постів спостерігається зменшення мінімальної витрати води. Ці пости знаходяться в межах західного району. Відповідно для гідрологічних постів східного району відбувається збільшення стоку води. Отже, в більшості випадків має місце зменшення мінімальних витрат для літньо-осінньої та зимової меженей за вказаний період.

Таким чином, отримані зміни середніх значень мінімальних за 30 діб витрат води за багаторічний період засвідчують необхідність побудови нових актуальних карт мінімального за 30 діб стоку окремо для літньо-осінньої та зимової межені.

В роботах (Obodovskyi et al., 2016b; Obodovskyi et al., 2018) описані методичні підходи побудови карт модулів стоку води.

В нашій роботі створення карт просторового розподілу модуля мінімального стоку проводилось з використанням геоінформаційних технологій. Нами запропоновано алгоритм розрахунку ізоліній модуля стоку.

На першому етапі варто оцінити повноту

Таблиця 1. Мінімальні за 30 діб витрати води станом на 1975 та 2015 рр. для літньо-осінньої межені басейну Тиси.
Table 1. 30-day mean low flow of water flow for 1975 and 2015 of the summer-autumn limit of the Tisza basin.

Гідрологічність	літньо-осіння			зимова		
	1975	2015	Δ	1975	2015	Δ
1 Тиса - Рахів	10.9	11.4	0.5	8.4	8.62	0.22
2 Тиса - Вилоч	84.5	73.8	-10.7	58.5	56.7	-1.8
3 Чорна Тиса - Ясіня	1.96	2.31	0.34	1.14	1.31	0.16
4 Біла Тиса -Луки	2.36	2.61	0.24	1.69	1.71	0.01
5 Косівська - Косівська Поляна	1.99	2.11	0.11	1.85	2.01	0.15
6 Тересва - Усть Чорна	6.8	8.86	2.06	5.61	7.25	1.64
7 Ріка - Міжгір'я	4.11	4.29	0.18	4.75	4.61	-0.14
8 Боржава - Довге	2.85	3.51	0.66	6.08	7.38	1.3
9 Латориця - Підполоззя	2.77	2.99	0.22	3.7	3.82	0.12
10 Латориця - Свалява	4.19	5.04	0.85	6.32	6.65	0.33
11 Латориця - Мукачеве	6.05	7.04	0.99	5.89	6.1	0.21
12 Латориця - Чоп	8.91	9.74	0.83	16.1	14.4	-1.7
13 Віча - Неліпино	2.61	2.94	0.34	3.27	3.08	-0.19
14 Стара - Зняцьово	0.26	0.37	0.11	1.07	1.24	0.17
15 Уж - Зарічово	4.19	5.04	0.85	6.32	6.65	0.33
16 Уж - Жорнава	6.05	7.04	0.99	5.89	6.1	0.21
17 Уж - Ужгород	1.8	2.3	0.51	1.63	1.88	0.25
18 Тур'я - Сімер	2.85	3.51	0.66	6.08	7.38	1.3
19 Голятинка - Майдан	0.89	0.75	-0.14	0.99	1.01	0.01
20 Пилипець - Пилипець	0.74	0.61	-0.13	0.88	0.66	-0.22
21 Студений - Нижній Студений	0.22	0.23	0.01	0.22	0.19	-0.03
22 Ріка - Верхній Бистрий	2.08	1.56	-0.52	1.38	1.36	-0.02

гідрологічних даних, провести розрахунки середньорічних характеристик стоку, створити необхідні підготовчі шейп-файли, які б містили базову інформацію по:

- гідрографії;
- гідрологічних постах;
- опадах;
- рельєфу досліджуваного басейну.

Наступним етапом є геоінформаційне моделювання річкових басейнів, де передбачається виділення контурів водозборів для річок, а також для меж гідрологічних постів.

На базі даного моделювання створюються нові шейп-файли:

- «контури водозборів»;
- «центри водозборів з величиною модуля стоку».

Важливим є вибір методу інтерполяції та створення ізоліній. Було проведено оцінку доступних методів інтерполяції та обрано метод Kriging, який найкраще описує просторовий розподіл стоку води. В результаті створюється новий шейп-файл:

- «Ізолінії річкового стоку»

На базовому підготовчому етапі виникали суттєві труднощі, пов'язані з недостатньою кількістю опорних точок. Для побудови достатньо надійної карти необхідно отримати дані по всіх частин басейну Тиси, і навіть по тих, які знаходяться за межами України. Тому для побудови карт стоку були використані дані по 29 гідрологічних постах (з них в межах України – 22, за межами – 7) (Obodovskyi et al., 2018; Obodovskyi, et al., 2019; The Global runoff data centre).

Необхідною умовою для побудови карт стоку є визначення площ водозборів для кожного гідрологічного поста. Визначення контурів водозборів відбувається за допомогою алгоритму, який передбачає обробку цифрової моделі висот (ЦМВ) функціями гідрологічного моделювання, які вбудовані в модуль SAGA (Svidzinska, 2014a;

Svidzinska, 2014b; Bruy, 2015; Obodovskyi et al., 2019). Зручність даного алгоритму полягає в тому, що він дає можливість створення контуру водозбору для кожного елемента гідрографічної мережі, а також для окремих гідрологічних постів.

Всі етапи побудови карти стоку можна логічно об'єднати в алгоритм та створити напівавтоматичну модель побудови карти модулів стоку води (рис. 1)

Для побудови карти гідрологічних характеристик необхідно визначити центри тяжіння водозборів або центроїди водозборів. В якості вхідних даних використовується створений раніше шейп-файл водозбірних басейнів.

Для кожного центроїда водозбірного басейну автоматично визначаються і їх координати (Obodovskyi et al., 2018).

Для центрів водозборів, кожного діючого гідрологічного поста вводилися розраховані дані мінімального модуля стоку води за 7 і 30 діб забезпеченістю 80% у вигляді атрибутивної таблиці. Для подання зазначених модулів стоку води у просторовому їх розподілі проводився попередній аналіз та розраховувались їх величини (див. табл. 1)

На основі обраного методу інтерполяції створюються ізолінії модулів стоку, за допомогою функцій Terrain Analyses.

3. Результати

Використовуючи методичні підходи, ми створили карти мінімальних за 30 діб модулів річкового стоку 80% забезпеченості для басейну Тиси для теплого і холодного періодів (рис. 2, 3).

За результатами аналізу побудованих карт мінімальних модулів стоку води річок здійснена оцінка їх достовірності (рис. 4).

По-перше, за залежністю між фактичними їх значеннями в гідрометричних створах, розрахованими за багаторічний період, та знятими з карти (див. рис. 5) отримано тісний зв'язок

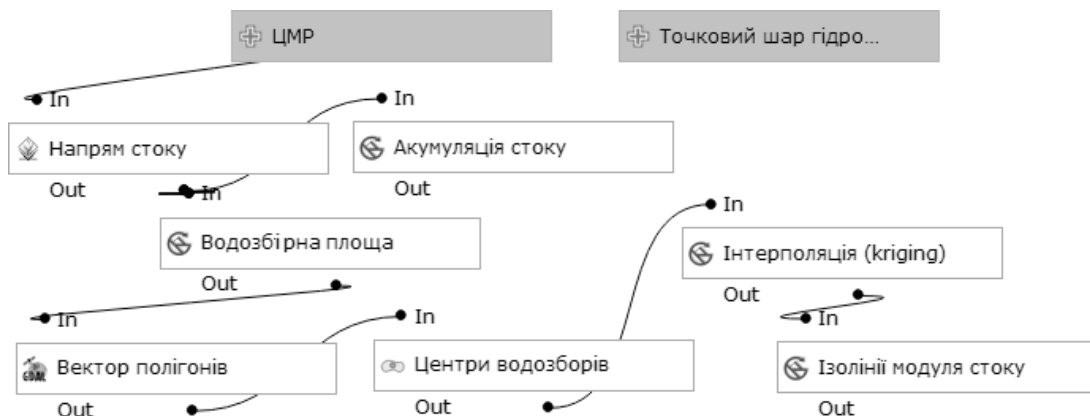


Рис. 1. Алгоритм побудови карти модулів мінімального стоку води в середовищі QGIS.
 Fig. 1. An algorithm for constructing map of modules of mean low flow of water runoff in QGIS environment.

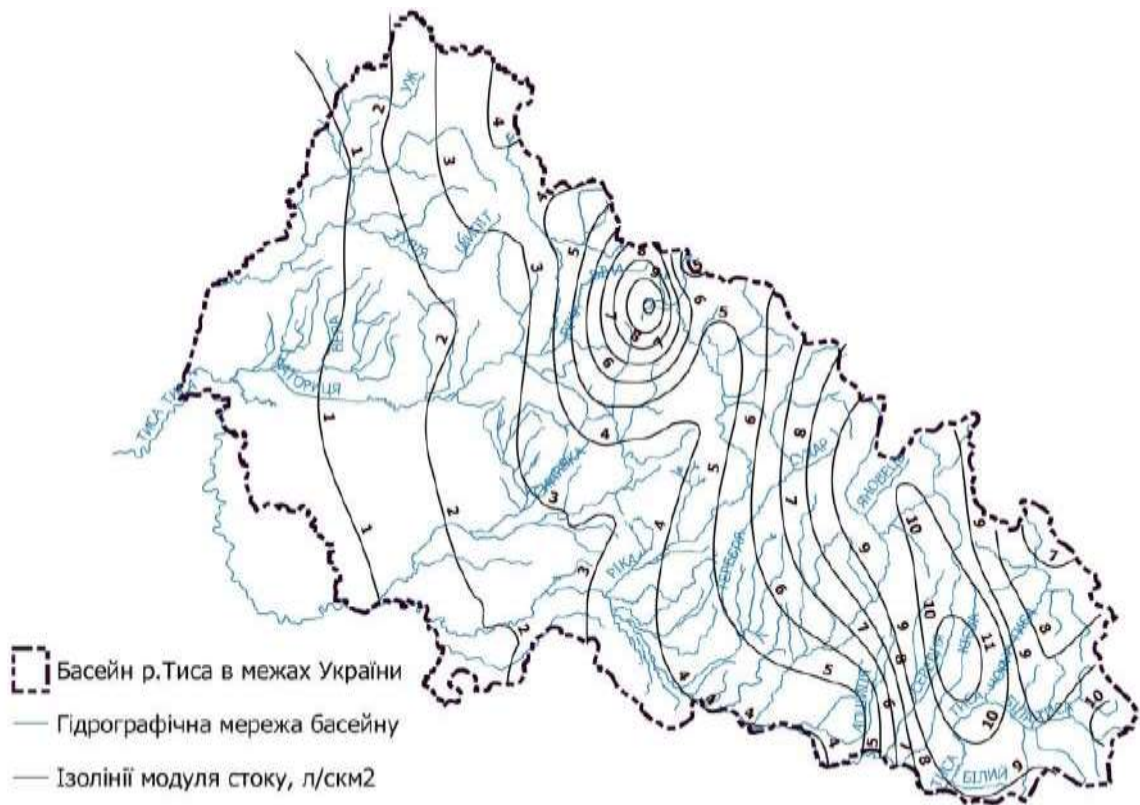


Рис. 2. Карта модулів мінімального за 30 днів стоку води 80% забезпеченості для літньо-осінньої межні.

Fig. 2. Map of modules for a minimum of 30 days of water runoff 80% security for summer and autumn border..

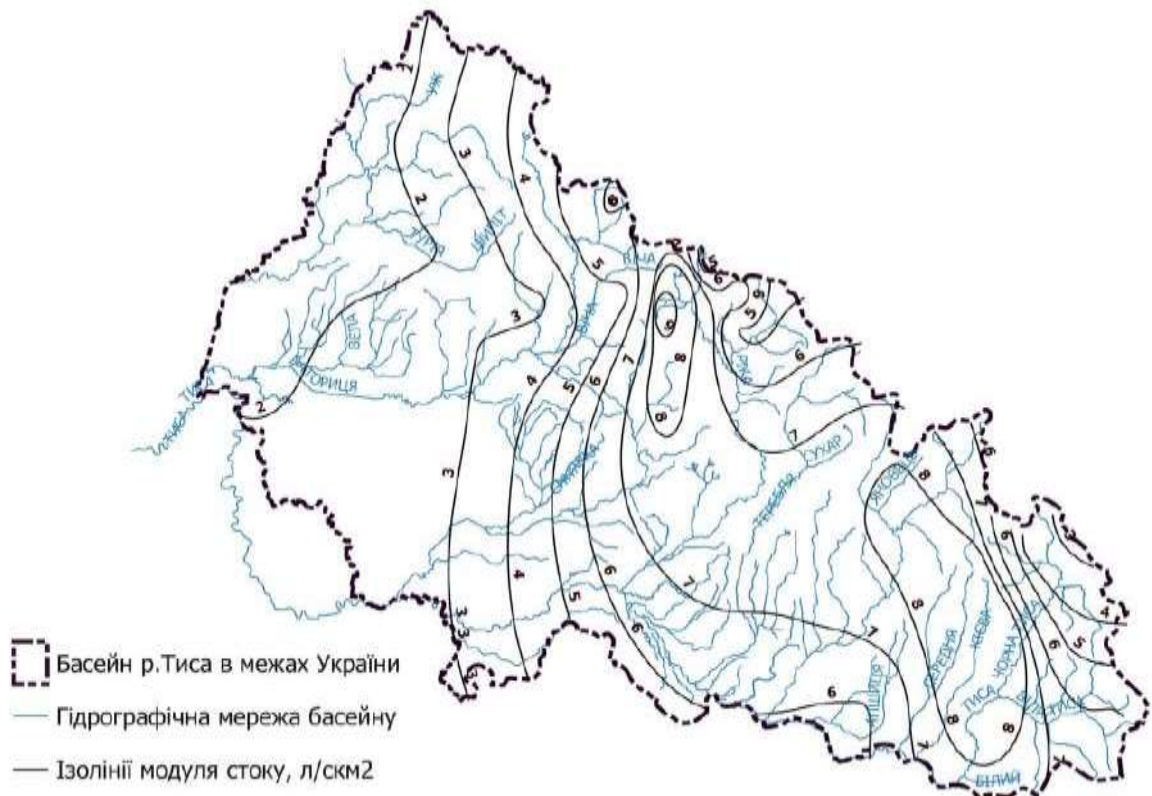


Рис. 3. Карта модулів мінімального за 30 днів стоку води 80% забезпеченості для зимової межні.

Fig. 3. Map of modules for a minimum of 30 days of water runoff 80% security for winter limit.

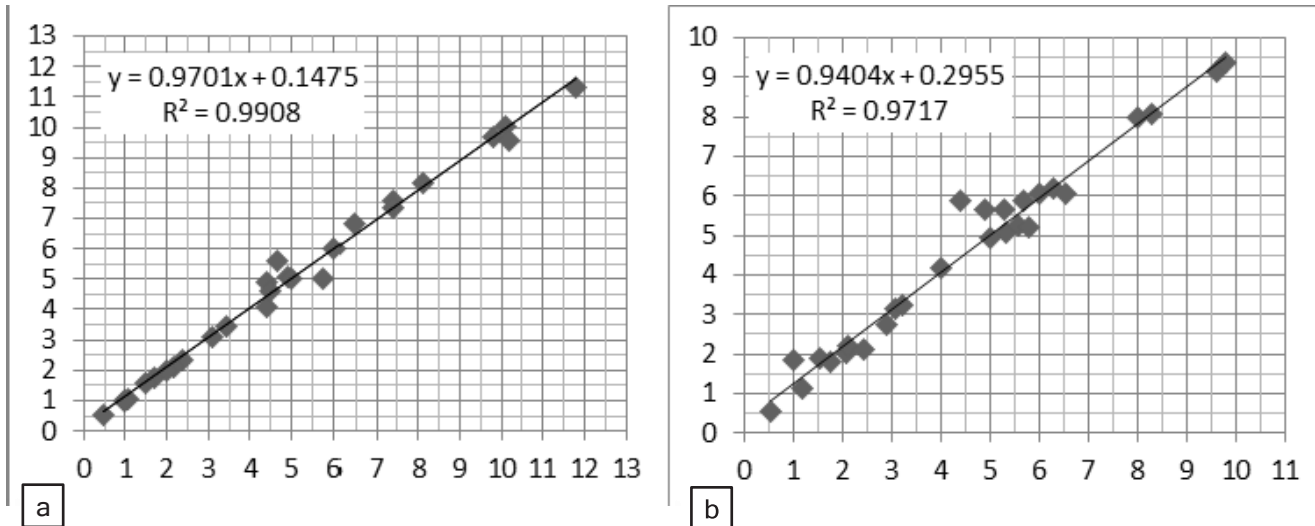


Рис. 4. Залежність між розрахованими та картографованими мінімальними за 30 днів модулями стоку води річок басейну Тиси в межах України за літньо-осінню (а) і зимову межени (б).

Fig. 4. Relationship between the calculated and mapped 30-day minimum runoff modules of the Tisza River basins within Ukraine during the summer-autumn (a) and winter boundary (b).

– коефіцієнт кореляції склав $r=0,98$ для літньо-осінньої та $0,97$ для зимової. Причому, лінія зв'язку співпадає з лінією рівних значень. Відхилення розрахованих і картографованих значень середньорічних модулів стоку води знаходяться в межах відносних похибок розрахунку мінімальних витрат.

Все це вказує на досить високу достовірність просторового узагальнення середньорічних модулів стоку води річок басейну Тиси Українських Карпат та можливість застосування розробленої карти у практичних та наукових цілях.

Аналізуючи отримані карти, можна прослідкувати, що модулі мінімальних витрат води за 30 днів як для літньо-осінньої, так і для зимової межени зменшуються з північного сходу на південний захід басейну. Якщо характеризувати його по районах, то максимальні значення модулів мінімального стоку припадають по одному на кожний район. Для західного – це витoki річок басейнів Ріки, Боржави та Латориці, де спостерігаються максимальні значення модуля мінімального літньо-осіннього стоку близько $10 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$, а зимового – $8-9 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$. Інший максимум простежується на витоках річок, що беруть свій початок на Свидовецькому та Чорногірському хребтах, а саме – Косівська, Тересва, Чорна та Біла Тиса, Шопурка. Так для літньо-осіннього сезону мінімальний стік на високогір'ї становить близько $10 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$, а для зимового – $8 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$.

Значення модуля стоку зменшується по басейну від гірських вершин на рівнинну територію басейну до $1 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$ в теплий період і $2 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{км}^{-2}$ в холодний. Такими чином мінімальний стік літньо-осінньої межени є більш мінливими та залежить від висоти водозбору, в той час як стік зимової межени є більш стійким по висоті водозборів. Це може

пояснюватися тим, що в теплий період року на формуванням мінімумів значно впливають опади, які дуже нерівномірно випадають по території басейну. Що ж стосується зимового періоду, то оскільки мінімальний стік спостерігається за наявності від'ємних температур, розподіл яких по території є більш однорідним за розподіл опадів, які в зимовий час мають значно менший вплив, то і зміна величини мінімального стоку по території басейну в цей період є менш мінливою.

Наступним кроком була побудова карт модуля мінімального стоку води за 7 днів для літньо-осінньої та зимової межени. При цьому використані ті самі методичні підходи та вихідні дані, щодо і карт мінімальних витрат води за 30 днів. В результаті були отримані карти модуля мінімального стоку води за 7 днів для літньо-осінньої та зимової межени (рис. 5, 6)

Як і для карт модуля мінімального стоку за 30 днів для карт, побудованих за даними про модулі мінімального стоку за 7 днів, було проведено оцінку достовірності.

Проведено порівняння між фактичними значеннями в гідрометричних створах та знятими з карти значеннями (рис. 7).

Представлені на рис. 8 залежності засвідчують тісний зв'язок між розрахованими за картою модулями мінімального стоку за 7 днів та фактичними модулями мінімального стоку за 7 днів, який виражається коефіцієнтами детермінації $R^2 = 0,93$ та $0,94$ для зимової та літньо-осінньої межени відповідно. Причому, лінія зв'язку співпадає з лінією рівних значень. Відхилення розрахованих і картографованих значень середньорічних модулів стоку води знаходяться в межах відносних похибок розрахунку норм стоку.

Як видно з отриманих карт розподілу модулів мінімального стоку води за 7 днів, він у цілому

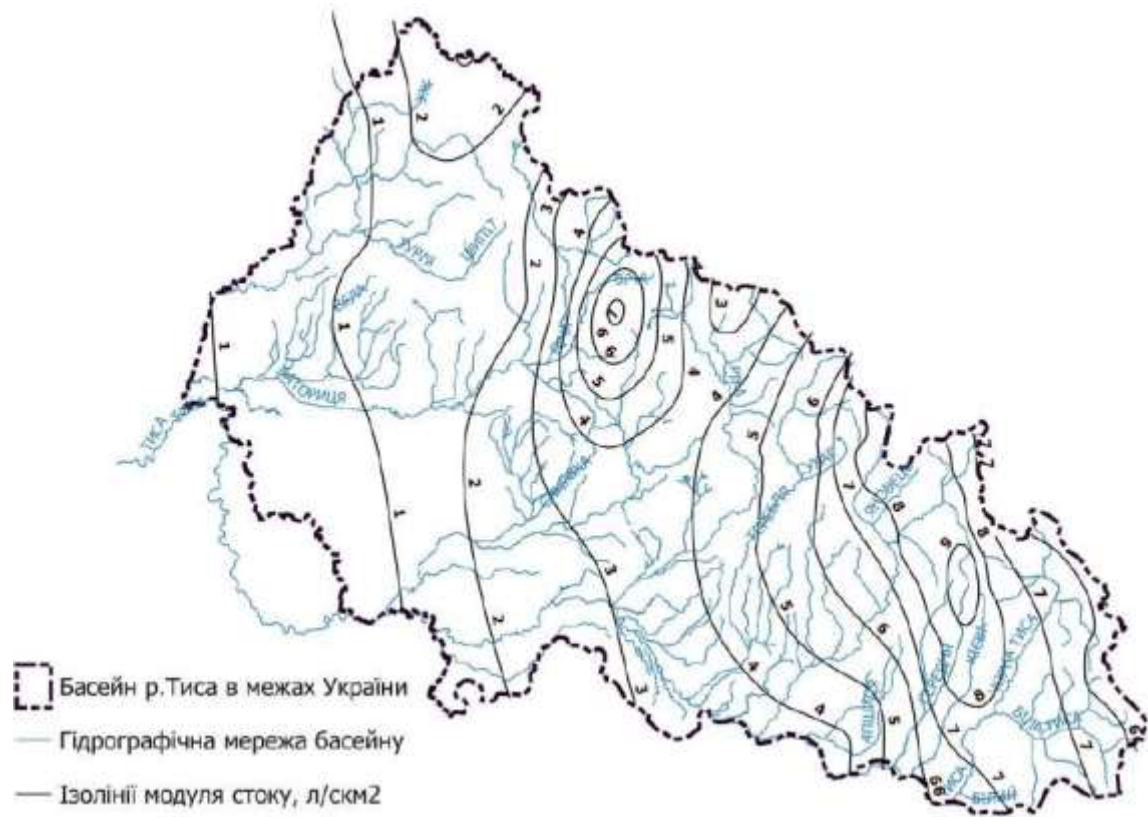


Рис. 5. Карта модуля мінімально за 7 днів стоку води для літньо-осінньої межени забезпеченістю 80% річок басейну Тиси в межах України.

Fig. 5. Module map for a minimum of 7 days of water runoff for the summer-autumn boundary with 80% of the Tisza River basins within Ukraine.

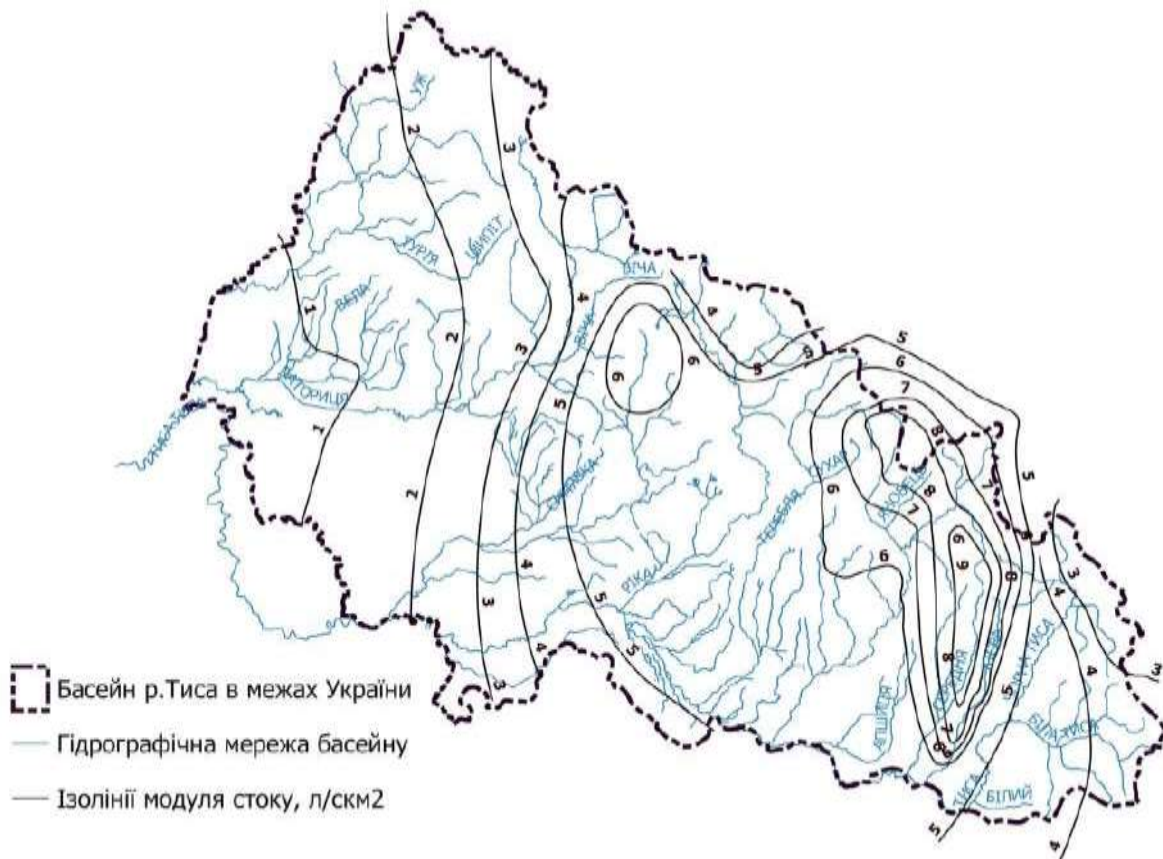


Рис. 6. Карта модуля мінімально за 7 днів стоку води для зимової межени забезпеченістю 80% річок басейну Тиси в межах України.

Fig. 6. Module map for a minimum of 7 days of water runoff for the winter border with 80% of the Tisza River basins within Ukraine.

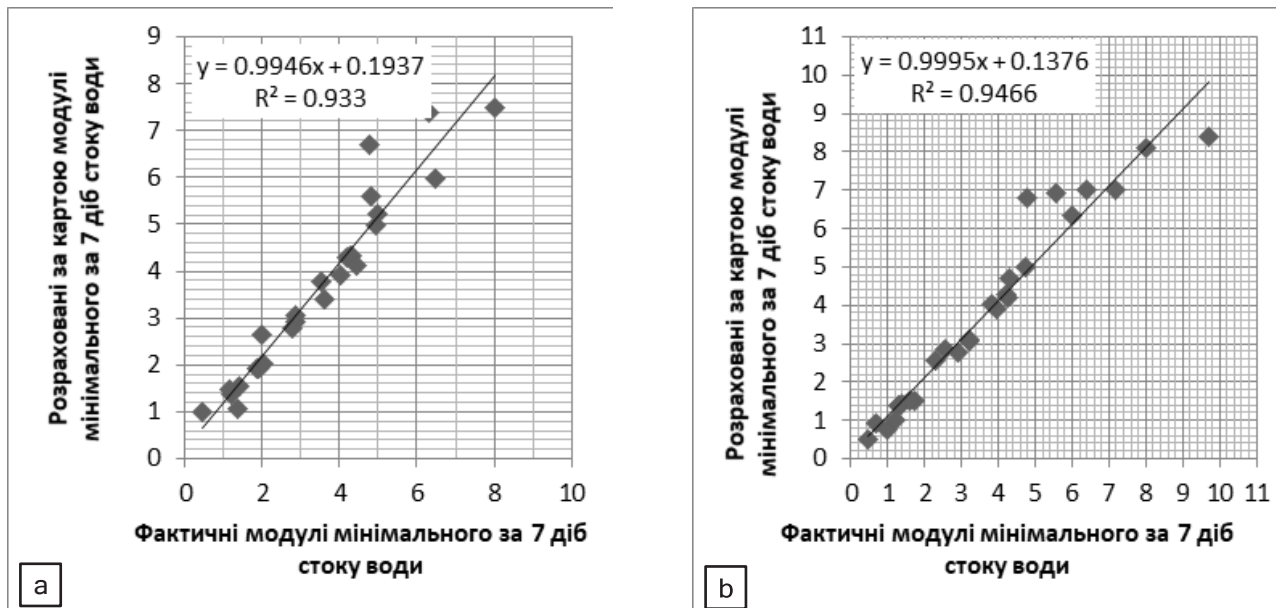


Рис. 7. Оцінка відповідності розрахованих модулів стоку фактичним за літньо-осінню (а) і зимову межени (б).
Fig. 7. Assessment of compliance of calculated runoff modules with summer-autumn (a) and winter boundary (b).

повторює просторовий розподіл як карти для 30-ти добового періоду, так і карт модуля середнього стоку. Щодо значень, то величина модулів за 7 днів дещо нижча, ніж за 30 днів, що і пояснюється власне тим, що мінімальні витрати води в цей семиденний період формуються без впливу опадів, які випадають в басейні.

Використання на практиці нових карт залежить від конкретних задач. Для потреб, які враховують мінімальний стік 95% забезпеченості, доцільніше користуватися величиною мінімального стоку за 7 днів відповідної забезпеченості, адже ця величина дає можливість врахувати найменші витрати. Також карти 7-добових витрат рекомендується використовувати для розрахунків в гірській місцевості, особливо в теплий період, де частіше спостерігаються паводки, вплив яких є більш значним на мінімальні витрати.

4. Висновки



Для підтвердження необхідності створення сучасних карт мінімального стоку проведено оцінку зміни мінімальних витрат води. Було взято два періоди. Перший – від початку спостережень по 1975 року, другий – по 2015 рік. 1975 рік було обрано як період, по який були зібрані дані для створення нині діючих карт модулів мінімального стоку.

Встановлено, що середнє багаторічне значення мінімальної витрати води за 30 днів змінилося порівняно з 1975 роком від 4,5% до 42% для літньо-осінньої межени і в межах 1-29% в зимовий період.

Були описані загальні методичні підходи побудови карт стоку модулів мінімального стоку для літньо-осінньої та зимової межени, з

урахуванням особливості гірської місцевості. Карты створювалися в середовищі QGIS та візуалізовані у вигляді ізоліній модуля мінімального стоку за 30 та за 7 днів 80% забезпеченості. Для всіх карт проведена оцінка достовірності їх побудови. Коефіцієнти кореляції між фактичними та розрахованими за картами значеннями мінімальних модулів стоку перевищують 97%, а лінії зв'язку лежать на лінії рівних значень, що підтверджує можливість їх використання для подальших розрахунків мінімального стоку невивчених територій.

ORCID iD

Olena Pochaievets  <https://orcid.org/0000-0003-4521-9922>
Oleksandr Obodovskiy  <https://orcid.org/0000-0002-5475-3222>

Список посилань

- Bruy, D. Svidzinska, D. (2015). *QGIS By Example*. Birmingham: Packt Publishing.
- Opredelenye raschetnykh hydrolohycheskykh kharakterystyk SNyP [Determination of calculated hydrological characteristics BR] 2.01.14-83 (1983). Moscow: Hoskom SSSR po delam stroytel'stva (In Russian).
- Obodovskiy, O.G. Pochaievets, O.O. Zavarzin, M.A. (2016). Otsinka zviyazkiv minimalnogo ta serednogo stoku vody richok Ukraynskykh Karpat [Estimation Relation between Low Flow and Average Water Flow of the Ukrainian Carpathians Rivers]. *Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia*, 1, 60-69 (In Ukrainian).
- Obodovskiy, O.G., Lukianets, O.I., Konovalenko, O.S., Korniienko, V.O. (2016). Serednij richnyj vodnyj stik richok Ukrayins'ky'x Karpat ta osobly'vosti jogo tery'torial'nogo rozpodilu [The average annual water flow of rivers Ukrainian Carpathians and especially its territorial distribution]. *Hidrolohiia, hidrokimiia i*

hidroekologhiia, 4, 25-32 (In Ukrainian).

Obodovskyi, O.G. Surai, K.S., Pochaievets, O.O. (2018). Otsinka minimalnoho stoku vody richok subbaseinu Uzha (basein richky Tysa) [Rating of minimal river water flow of the Uzh River basin]. *Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekologhiia*, 2, 6-15 (In Ukrainian).

Obodovskyi, O.G, Lukianets, O.I, Onyschuk, V.V, Kryvets, O.O, Pochaievets, O.O. (2019). Use Remote Sensing For Estimation Hydropower Potential Of The Rivers Of The Ukrainian Carpathians. *18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2019*. DOI: 10.3997/2214-4609.201902067

Svidzinska, D. (2014) *Metody heoekologichnykh doslidzhen: heoinformatsiyni praktykum na osnovi vidkrytoi HIS SAGA: navchalnyi posibnyk* [Geo-ecological research methods: a geoinformation workshop based on the open SAGA GIS: Tutorial]. Kyiv: Logos (In Ukrainian).

The Global Runoff Data Centre, www.bafg.de

дослідження, авторами було встановлено, що для гірських території доцільно за розрахункову величину мінімального стоку доцільно брати значення мінімальної витрати за 7 діб. Для цих величин також були побудовані сучасні карти модуля мінімального стоку води 80% забезпеченості для літньо-осінньої та зимової межени. Отримані залежності засвідчують тісний зв'язок між розрахованими за картою модулями мінімального стоку води за 7 діб та фактичними модулями мінімального стоку води за 7 діб, який виражається коефіцієнтами детермінації $R^2 = 0,93$ та $0,94$ для зимової і літньо-осінньої межени відповідно. Таким чином, отримані карти дають можливість визначати актуальні величини мінімального стоку гірських річок з відсутніми даними гідрометричних спостережень.

Ключові слова: мінімальні витрати води за 7 діб, гірські річки, карта модуля мінімального стоку.

Почаєвець О. О., Ободовський О. Г. **Використання ГІС для оцінки просторового розподілу мінімального стоку води річок басейну Тиси в межах України. Фізична географія та геоморфологія**, 95 (3): 18-25.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

В статті проведено аналіз існуючих карт модулів мінімального стоку для річок басейну Тиси в межах України. Проаналізовано зміну величини мінімальних витрат води за два розрахункових період – від початку спостережень до 1975 року, коли були створені попередні карти мінімального стоку. Другий період охоплював дані з 1976 до 2015 року, які використовувалися для побудови сучасних карт. Було встановлено, що середнє багаторічне значення мінімальних витрат води змінилися в діапазонах від 4,5% до 42% для літньо-осінньої межени. Для майже всієї території басейну мінімальні 30-тидобові витрати води збільшилися. Лише для водозборів р. Голятинки, р. Пилипця та р. Ріки (г/п Верхній Бистрий) відбулось зменшення мінімальної витрати води. Щодо зимової межени, то тут мінімальні витрати води змінилися в межах 1-29%. В зимовий період вже на третині гідрологічних постів, розташованих в межах західного району, спостерігається зменшення мінімальної витрати води. Отже, в більшості випадків має місце зменшення мінімальних витрат для літньо-осінньої та зимової межени за вказаний період. Наведено алгоритм використання ГІС для побудови ізолінійних карт модуля мінімального стоку. Для цього були використані тематичні шари гідрологічних постів з інформацією про мінімальні витрати води, шар метеостанцій з величинами опадів для врахування зволоження території, шар гідрографічної мережі, шар контурів басейнів та дані SRTM для подальших визначень центрів водозборів в межах гідрологічних постів. Були створені карти модулів мінімального стоку 80% забезпеченості мінімальних витрат води за 30 діб та проведена оцінка достовірності їх побудови. Отримано тісний зв'язок між фактичними та розрахованими значеннями модуля стоку води, коефіцієнт кореляції склав $r = 0,98$ для літньо-осінньої та $0,97$ для зимової межени. Враховуючи попередні