

ВІДНОВЛЕННЯ РЯДІВ ШАРІВ ЗЛИВОВОГО СТОКУ НА РІКАХ ЗАКАРПАТТЯ

Дощові паводки є характерною рисою гідрологічного режиму рік Закарпатської області. Це зв'язано, насамперед з географічним положенням регіону, просторовою орієнтацією гірських хребтів Українських Карпат. Інтерес до вивчення цього природного явища зв'язаний і зі значним матеріальним збитком, що вони наносять народному господарству. Прикладом такого стихійного лиха став листопад 1998р., коли в результаті випадання зливи із сумарним шаром опадів до 277мм на ріках регіону сформувався катастрофічний паводок, що захопив 118 населених пунктів. У результаті дії стихії постраждали тисячі людей, були зруйновані мости, дороги, дамби заподіяний матеріальний збиток оцінюється у сотні мільйонів гривень.

Зливовий паводок характеризується трьома основними показниками: максимальною витратою води, шаром (обсягом) стоку і формою гідрографа. Перша і третя характеристики вивчалися великою кількістю дослідників і є значне число робіт, присвячених цій проблемі [1]. Другий показник вивчений у набагато меншому ступені, тому дане дослідження присвячене заповненню цієї прогалини в науці.

При проектуванні гідротехнічних споруд терміни їхньої експлуатації залежать від категорії капітальності [7]. Так для I класу капітальності термін експлуатації складає – 200 років, у II класу ця величина дорівнює – 100 років, у III-го – 33 роки. Ці цифри зв'язані в першу чергу з дуже великими капітальними вкладеннями, що вимагає будівництво таких народногосподарських об'єктів. Наприклад, витрати на будівництво водоймища на р. Стрий, що відноситься до I класу капітальності в цінах кінця 90-х років, оцінювалися в 69,6 млн дол США.

Для споруд IV класу капітальності необхідний термін експлуатації складає 20 років і в споруд V класу, а це тимчасові гідротехнічні споруди – 10 років [7]. Таким чином, для виконання розрахунків основних параметрів паводків для цих споруд необхідно розташовувати досить тривалими рядами спостережень за стоком воли. Фактичні дані по шарах стоку високих зливових паводків на ріках Закарпаття мають за період, у більшості випадків до 50 років. Крім цього в 1988р. і в 1992р. пройшли два скорочення мережі спостережень, що додатково погіршили ситуацію з інформацією зі стоку води.

Виходом зі сформованої ситуації є приведення рядів шаруючи максимального зливового стоку до багаторічного періоду і відновлення пропусків. Це обумовлено наступними двома причинами:

- чим більше обсяг вибірки, тим точніше обчислюються параметри розподілу і визначаються розрахункові гідрологічні характеристики, тому що їхні випадкові погрішності зворотно пропорційні довжині ряду [2,6];
- у сучасних умовах, що змінюються, зв'язаних із впливом господарської діяльності і зміною клімату, велике значення має оцінка однорідності і стаціонарності, яку можна виконати тільки на основі даних багаторічних рядів.

У практичних розрахунках часто виникає задача, коли після закриття водпоста необхідно мати дані про шари зливового стоку за наступний часовий інтервал. Ця задача зважується виходячи з двох положень: чи можна відновити цей ряд, і якщо це можливо, то з якою ступінню точності?

Приведення рядів гідрологічних характеристик до багаторічного періоду і відновлення пропусків спостережень засновано на побудові лінійних регресійних залежностей на підставі більш тривалих рядів спостережень, які є у пунктах-аналогах. При цьому може

використовуватися як один ряд-аналог, так і декілька [3,7]. Існують спеціальні Рекомендації щодо приведення рядів річкового стоку і їхніх параметрів до багаторічного періоду [5], а також програми та алгоритми, складені на їхній основі [6]. Послідовність рішення задачі полягає в наступному:

- усі рівняння, що задовольняють умовам ефективності методики, розташовуються в порядку убуття коефіцієнтів кореляції;
- відновлюються порічні значення стоку пункту, який приводиться, за період спільних спостережень у пунктах-аналогах по рівнянню з найбільшим значенням коефіцієнта кореляції;
- далі використовуються рівняння регресії, коефіцієнти кореляції яких менше попереднього, але більше всіх інших,
- потім виконується поетапне відновлення порічних значень стоку, що продовжується доти, поки не будуть використані всі рівняння регресії, що відповідають умовам ефективності.

Рівняння множинної лінійної регресії, по якому здійснюється відновлення шарів стоку, має наступний вигляд.

$$Y = k_0 + k_1 Y_1 + k_2 Y_2 + \dots + k_j Y_j + \dots + k_l Y_l \quad (1)$$

де Y – значення гідрологічної характеристики в пункті, який приводиться, Y_j – значення гідрологічної характеристики в пунктах-аналогах, k_0 – вільний член, k_j – коефіцієнти рівняння регресії при $j=1, \dots, l$, l – число пунктів-аналогів

У Рекомендаціях [4] приводяться наступні чотири умови ефективності методики, які повинні дотримуватися для кожного побудованого рівняння

$$n' \geq 6 - 10, R \geq R_{кр}, \frac{R'}{\sigma_R} \geq A_{кр}, \frac{k}{\sigma_k} \geq B_{кр}, \quad (2)$$

де n' – число спільного років спостережень у пункті, який приводиться, і пунктах-аналогах ($n' \geq 6$ при одному аналозі, $n' \geq 10$ при двох і більш аналогах); R – коефіцієнт парної чи множинної кореляції між значеннями стоку досліджуваної річки і значеннями стоку в пунктах-аналогах; k – коефіцієнти рівняння регресії; σ_k – середня квадратична похибка коефіцієнта рівняння регресії; $R_{кр}$ – критичне значення коефіцієнта парної чи множинної кореляції (звичайно задається $\geq 0,7$); $A_{кр}$ $B_{кр}$ – відповідно критичні значення відносно $\frac{R'}{\sigma_R}$

і $\frac{k}{\sigma_k}$ (звичайно задається їх межа $> 2,0$)

Якщо хоча б одна з умов (2) не виконується і хоча б один з коефіцієнтів рівняння регресії не задовольняє четверту умову ($\frac{k}{\sigma_k} \geq B_{кр}$), то це рівняння не використовується для приведення до багаторічного періоду.

Відновлені дані, отримані по рівнянню (1) на основі методу найменших квадратів (МНК) мають, як правило, систематично занижену дисперсію [7]. Виключення систематичної зміщеності дисперсії відновлених даних необхідно здійснювати шляхом введення виправлення в порічні значення шарів стоку, отримані по рівнянню регресії:

$$Y'_i = (Y_i - \bar{Y}_n) \frac{1}{R} + \bar{Y}_n, \quad (3)$$

де Y'_i – порічні значення гідрологічних характеристик, розраховані по рівнянню регресії, Y_i – середнє значення ряду, що приводиться, за спільний з пунктом-аналогом період

Аналіз існуючого підходу і пропонується методика

У цьому, відновлення пропусків на основі рівняння (1) не викликає заперечень та є ряд робіт по застосуванню цього метода [7]. Однак, умови (2) були піддані критичному аналізу й

у них, з метою бітьш повного використання наявної інформації про стік, внесені наступні доповнення:

1) Умова $n' \geq 6-10$ варто замінити на більш однозначне і тверде $n' \geq 10$, тому що сцільного обсягу спостережень менш 10 значень (років) недостатньо, щоб не тільки надійно визначити коефіцієнти, але і здійснити відновлення стоку. Це зв'язано з добре відомим у теорії статистики фактом, що період ідентифікації і визначення параметрів моделі повинний бути великим чи близької до величини періоду екстраполяції [2,3]

2) Умову $R \geq R_{кр}$, де $R_{кр} \geq 0.7$ ефективніше перекласти в умову оцінки стандартної погрішності розрахункового по рівнянню значення. Відомо що:

$$\sigma_z = \sigma_y \sqrt{1 - R^2}, \quad (4)$$

де σ_z - середнє квадратичне значення залишків (різниць між фактичними і розрахунковими значеннями) σ_y - стандартне (середнє квадратичне) відхилення ряду шарів стоку, що приводиться до багаторічного періоду. Тоді відношення σ_z / σ_y характеризує відносну погрішність розрахункового значення. Наприклад, якщо $R=0.7$, то $R^2=0.49$, а $1-R^2=0.51$, що відповідає відносній погрішності в 51%. Разом з тим у практичних розрахунках виникають випадки, коли відносна погрішність розрахунків стосовно конкретної отриманого значення може бути якою завгодно величиною. Тому, крім мінімального критичного значення коефіцієнта кореляції варто вводити відношення:

$$\sigma_z / Y_p \leq \Delta_{кр}, \quad (5)$$

де $\Delta_{кр}$ - критичне значення відносної погрішності, що задається, $(y \%) Y_p$ - розрахункове значення по рівнянню (1)

На підставі (5) величину $\Delta_{кр}$ можна зачатати в першому наближенні рівної 50%, що може дати середню відносну погрішність при її симетричному розподілі близько 25%.

3) Умова $k / \sigma_x \geq B_{кр}$ також характеризує статистичну значимість вибіркового коефіцієнта рівняння регресії для 95%-ного довірчого інтервалу.

Таким чином, умови (2) можуть бути скоректовані в наступну систему чотирьох нерівностей:

$$n' \geq 10, R \geq R_{кр}; \sigma_z / Y_p \geq \Delta_{кр}; k / \sigma_x \geq 2. \quad (6)$$

Крім одержання ефективних рівнянь для відновлення даних спостережень за стоком, не менш важливою є проблема всебічної оцінки вірогідності отриманих значень. При цьому варто розділити оцінку ефективності виходячи з даних по залежному і незалежному матеріалу. Як міри оцінки ефективності відновлення на залежному матеріалі можуть бути використані наступні:

- стандартна абсолютна погрішність відновленого значення,
- стандартна відносна погрішність відновленого значення (%);
- відношення стандартної (чи середньої стандартної погрішності відновлення) до середнього квадратичного відхилення вихідного ряду, що характеризує частку погрішності відновлення стосовно вихідної варіації коливань,
- відношення величин двох дисперсій у виді критерію Фішера. Цей параметр характеризує ступінь подоби (чи однорідності) дисперсії ряду спостережень і дисперсії погрішності, а його величина розраховується по формулі:

$$F = \sigma_y^2 / \sigma_z^2, \quad (7)$$

де F - розрахункове значення статистики критерію Фішера, яке порівнюється з його критичним значенням, яке є у роботі [5]. При цьому задається рівень значимості, у чисельнику приводиться найбільша з дисперсій. Гіпотеза однорідності дисперсій відхиляється, якщо розрахункове значення критерію Фішера виявляється більше критичного. В дійсному дослідженні виконувався розрахунок критеріїв Фішера і Стюдента з метою визначення оцінки подібності (чи відмінності) відповідно дисперсій і середніх значень для ряду спостережених і ряду відновлених даних.

Розрахункове значення критерію Стюдента визначається по формулі.

$$t = \frac{Y_{CP} - Y_{CPR}}{\sqrt{n_1\sigma_{Y_p}^2 + n_2\sigma_{Y_f}^2}} \sqrt{\frac{n_1n_2(n_1 + n_2 + 2)}{n_1 + n_2}} \quad (8)$$

де Y_{CP}, Y_{CPR} - середні значення для рядів спостережених і розрахованих даних, n_1 і n_2 - обсяги відповідних рядів, σ_{Y_p} - дисперсія ряду відновлених значень.

Критичні значення параметра Стюдента визначаються по таблицях, приведеним у роботі [5]. Середні значення цього параметра приймаються однорідними, якщо розрахункове значення критерію Стюдента менше критичного при прийнятому рівні значимості (звичайно в 5%).

Вихідні дані

У якості вихідних даних зібрана інформація про ряди максимальні шари зливового стоку по усіх водозборах рік Закарпатської області за весь наявний період спостережень до 2000р. Усього обрано 39 водостів на басейнах рік Тиси, Косовської, Шопурки, Терсви, Теремби, Ріка, Боржава, Латориця та Уж. Усі ці водотоки знаходяться в гірській частині Українських Карпат, характеризуються частим проходженням високіх зливових паводків. Площі водозборів варіюють від 25,4 км² до 1500 км² і лише два басейни р. Уж - м. Ужгород і р. Латориця - м. Чоп мають величини F , відповідно 1970 і 2870 км². Абсолютна більшість пунктів має дані за період спостережень 35 - 50 років, а середня тривалість складає 42,2 роки. Самі короткі ряди це водості: р. Ріка - Нижній Бистрий - 16 років, р. Голятинка - с. Голятин - 25 років. Список водостів, їхньої площі водозборів приведені в таблиці 1, а більш докладні дані про гідрографічні характеристики цих рік є у відповідних довідкових посібниках.

Відновлення пропусків і подовження рядів здійснювалися за методикою, приведеною в попередньому розділі роботи для рядів шарів максимального стоку зливових паводків. При побудові рівнянь були задані наступні значення умов ефективності:

$$n' \geq 10; R \geq 0,7; \sigma_c / Y_p \geq 50\%; k / \sigma_k \geq 2 \quad (9)$$

Для виконання розрахунків в Одеському Національному Політехнічному Університеті розроблена обчислювальна програма "BORESTORF", що може працювати з будь-яким числом передбачуваних аналогів. На відміну від неї програма, приведена в роботі [4] використовує дані тільки про дев'ять водостів, які мають найбільші коефіцієнти парної кореляції з рядом, що приводиться. Друге істотне доповнення, внесене в програму "BORESTORF" полягає в тому, що вона максимально розширює наявну інформацію, використовуючи ряди з невеликими коефіцієнтами парної кореляції, що разом з іншими даними дають істотний приріст коефіцієнта множинної кореляції. Це зв'язано з тією обставиною, що в роботі [7] рекомендується вибір аналогів тільки по величині парного коефіцієнта кореляції і ми, відповідаючи цьому положенню як би «зупускаємо» частину інформації.

Алгоритм розрахунку по розробленій програмі полягає в наступному.

- формується масив вихідних спостережень у районі, і послідовно вибираються ряди що приводяться до багаторічного періоду, якщо їхній обсяг не менш 10 років;
- здійснюється перше «проскання» передбачуваних аналогів виходячи з умови, щоб за межами спільного періоду був, принаймні, один рік спостережень в аналозі, на основі якого потім можна відновити значення в розглянутому пункті,
- послідовно розраховуються коефіцієнти рівнянь з одним, двома і трьома аналогами, при цьому число аналогів у рівнянні більше трьох не розглядалося по двох розуміннях. Одне з них методичне, тому що з теорії математичної статистики відомо, що при великому числі доданків багато хто з них не є статистично значимими. Друге – це чисто технічна складність.

Таблиця 1

Результати оцінки ефективності відновлення рядів шарів стока максимальних зливових наводків на ріках Закарпаття

№ п/п	Ріка - пункт	Площа водозбору F км ²	Число років спостережень n'	Об'єм ряду після відновлення N	Відносне число відновлень років Δn%	Середнє квадратичне відхилення залишків σ _к %	Середня відносна доля погрешності відновлення Δσ _к %	Критерії		Критерії відновлення	
								Фішера Γ	Стьюдента t	K ₁	K ₂
1	Чорная Тиса - с.Белці	540	47	90	109	22,9	198	19,8	-2,3	1,9	1,1
2	Біла Тиса - с.Ростокі	473	34	63	85,3	27,1	89,9	7,7	-2,2	1,7	1,1
3	Тиса - м.Рахов	1070	54	87	61,1	23,9	61,8	1,1	-3,1	1,8	1,0
4	Тиса - с.Ділове	1190	53	77	45,3	24,2	31,8	1,6	-0,7	1,7	1,3
5	Косовська Поляна - с.Косовська Поляна	122	36	59		23,6	3,8	76,0	0,0	2,1	2,2
6	Шопурка - с.Кобилецька Поляна	240	35	79	126	31,5	20,2	3,0	1,8	2,1	2,0
7	Мокранка - с.Руська Мокра	214	18	54	12,5	26,1	21,1	3,1	-1,0	2,6	2,6
8	Брустуранка - с.Лопухов	257	12	55	31,0	31,6	30,7	3,3	-4,4	2,3	3,4
9	Лужанка - с.Нересниця	149	33	53	60,6	31,7	9,8	4,3	-0,5	2,7	4,9
10	Тересва - с.Усть-Чорна	572	51	55	7,8	19,7	26,6	9,3	1,8	2,3	1,8
11	Тересва - с.Дубове	757	12	55	31,0	21,7	26,0	2,0	-0,6	2,1	2,5
12	Тересва - с.Нересниця	1100	38	63	65,8	28,1	46,9	2,1	-1,2	1,9	1,8
13	Теребля - с.Колочава	369	18	53	10,4	32,4	18,4	8,8	-0,2	2,3	2,7
14	Ріка - с.Верхній Бистрий	165	43	55	27,9	22,9	127	18,0	-1,2	2,0	2,2
15	Ріка - смт.Міжгір'є	550	59	55	55	0	-	-	-	1,9	-
16	Ріка - с.Нижній Бистрий	781	16	55	244	29,0	21,7	1,4	-1,8	3,4	6,6
17	Ріка - м.Хуст	1130	48	54	12,5	29,0	39,4	3,2	-0,1	2,2	2,6
18	Голятинка - с.Голятин	59,0	25	55	120	23,3	2,8	146	0,1	3,6	3,0

Продовження таблиці 1											
19	Голяшів с.Майдан	86 0	41	51	24,4	23,6	7 4	47,5	0 2	1,8	1,5
20	Репінка – с.Решно	203	49	54	10,2	29 7	16,9	5,5	-0,1	1 7	1,8
21	Студьоний с.Нижній Студьоний	25 4	41	46	12,2	36 2	4 2	119	0,0	2 3	3,4
22	Цилипеть – с.Пилипеть	44 2	44	54	20 0	30 0	2 8	69,5	0,0	2,8	7,5
23	Стара – с.Зняцєво	224	49	55	12,2	32 8	64,3	5,6	-2,6	1,8	2 3
24	Іршава – с.Іршава	230	34	46	35,7	34,8	22,5	68	-5,5	1,6	4,6
25	Боржава – с.Долге	408	54	54	0	-	-	-	-	2 7	-
26	Боржава с.Шаланки	1096	37	53	43,2	32,3	19,5	6,9	-0,5	2,7	3 2
27	Жденявка – с.Верхня Грабовниця	150	37	55	48,6	27 7	2 5	104	-0,1	1 8	2 8
28	Піня – с.Поляна	166	36	59	63,9	36,6	7 2	78,3	-0,4	1,5	1,5
29	Латориця – с.Цідлопоззя	324	54	54	0	-	-	-	-	1,2	-
30	Латориця – с.Сваліяна	680	44	52	18 2	32,6	1,6	138	1 0	1,5	1,4
31	Латориця м.Мукачево	1360	54	54	0	-	-	-	-	1,5	-
32	Латориця – м.Чол	2870	38	54	42 1	25 1	33,7	2 2	0 6	3 1	3 2
33	Іюта – с.Чорногорова	169	33	55	66 7	22 7	4 1	145	0,1	1,7	1,8
34	Тур'я – с.Тур'я Поляна	98 6	21	56	133	21 9	3,5	68,8	0,0	3,6	4,5
35	Тур'я – с.Сімер	464	42	52	23,8	27,0	9 1	36,6	0 1	1,6	1,6
36	Уж – с.Жорнава	286	49	55	12 2	27,1	45,6	1 2	-1,1	2,9	1,9
37	Уж – с.Великий Березний	653	34	55	61 8	22 9	27,9	1,6	-0,6	2,6	2,9
38	Уж – с.Зарєчєво	1280	54	61	18,5	26 2	28,1	5,9	0 3	2,3	1,8
39	Уж – м.Ужгород	1970	55	55	0	-	-	-	-	2,4	-

– кількість рівнянь при роботі з трьома аналогами при переборі даних 39 рядів, складає більш сотні тисяч

Заключна частина запропонованого алгоритму передбачає оцінку точності запропонованого методу. Для цього виконується розрахунок відносного числа відновленого років по формулі.

$$\Delta n'(\%) = \frac{N - n'}{n'} \cdot 100\% \quad (10)$$

де n' - обсяг ряду до відновлення, N - обсяг ряду після відновлення.

Іншим параметром якості методик є середня відносна погрішність відновлення.

$$\sigma_r'(\%) = \sum_{i=1}^r \left(\frac{\sigma_{r,i}}{Y_{r,i}} \right) \cdot \Delta \Pi \quad (11)$$

де $\Delta \Pi$ - кількість відновленого років, σ_r - стандартна погрішність відновлення i -того значення, $Y_{r,i}$ - i -е розрахункове значення.

Крім цього виконувався розрахунок критеріїв Фішера і Стюдента, з метою порівняння відповідно дисперсій і середніх значень рядів спостережених і відновлених значень.

Окремим видом аналізу отриманих результатів стала перевірка ефективності відновлення максимальних шарів стоку зливових паводків, виконана на незалежному матеріалі. З метою реалізації цієї задачі, на кафедрі екології ОНПУ, розроблена програма "ВОСНЕСК". Алгоритм обчислення складається з наступних блоків

З ряду спостережень послідовно виключаються окремі роки, і потім здійснюється відновлення даних за ці роки по інших аналогах. Далі обчислюється середня стандартна погрішність відновлення $\sigma_{\varepsilon, \text{сност}}$ на залежному матеріалі. Після цього визначаються різниця між фактичними (спостереженими) і відновленими значеннями, підраховується стандартна погрішність залишків $\sigma_{\varepsilon, n}$

Співвідношення між собою величин $\sigma_{\varepsilon, n}$ і $\sigma_{\varepsilon, \text{сност}}$ пропонується назвати першим критерієм якості K_1 , тому що ця величина характеризує розходження між погрішностями відновлення, отриманими на залежному і незалежному матеріалі.

Крім цього, варто ввести поняття другого коефіцієнта якості методики – $K_2 = \sigma_{\varepsilon, n} / \sigma_{\varepsilon}$, де σ_{ε} – стандартна погрішність, обчислена по формулі (4) виходячи з відновлених даних. Зміст уведення цього коефіцієнта полягає в тому, що при досить великій кількості відновлених даних погрішності розрахунку повинні дотримуватися умову: $\sigma_{\varepsilon, \text{сност}} \approx \sigma_{\varepsilon}$. Інакше кажучи, погрішності розрахунку визначені на залежній інформації, на основі ряду спостережень $\sigma_{\varepsilon, \text{сност}}$ повинні бути близькі погрішностям відновлення даних за межами ряду спостережень (σ_{ε}). У цьому випадку величини K_1 і K_2 повинні бути приблизно рівні.

Інформація про отримані результати для рядів максимальних шарів стоку зливових паводків приведена в таблиці 1. У неї знаходиться інформація про основні параметри виконаних розрахунків: величини n' , обсягах відновлених рядів M , відсоток кількості відновлених рядів $\Delta n\%$. Значення погрішностей σ_{ε} і $\Delta\sigma_{\varepsilon}$, критерії Фішера і Стюдента, а також перший і другий критерій якості методики (K_1, K_2). Для зручності в таблиці жирним шрифтом відзначені розрахункові значення критеріїв Фішера і Стюдента, що перевищують 5% рівень значимості. Аналіз відновлення рядів показує, що не всі ряди можуть бути відновлені. Так, розрахунки по водостам р. Боржава – с. Довге, Латориця – Підолоззя, р. Латориця – м. Мукачево і р. Уж – м. Ужгород не привели до одержання результату. Ті водостам, відновлення по яким можна вважати ефективним, відзначені жирним шрифтом. З загального числа пунктів спостережень – 39 у 22 випадках отриманий позитивний результат. Якщо взяти до уваги ті досить «тверді» критерії, що обрали нами як ефективність методики, то цей підсумок варто вважати позитивним. Розглянуті ряди удалося продовжити майже на 15 років, якщо середня тривалість до відновлення складала 42,2 роки, то після цього – 55,2. Середнє значення відносини стандартної погрішності відновлення до варіації ряду $\Delta\sigma_{\varepsilon}$ склало 63,4%. Середні значення $K_1=2,4$, $K_2=2,6$, тобто вони практично близькі що також варто вважати позитивним результатом.

З метою перевірки пропонуваної методики, виконане відновлення значень шарів максимального зливого стоку за період листопадового паводка 1998р. на закритих водостам. Для порівняння результатів виконаний розрахунок максимальних шарів зливого стоку цього паводка, використовуючи метод системи коаксимальних графіків [1]. Сутність способу складається в побудові графіків зв'язку між індексом попередніх опадів, кількістю опадів, які викликали паводок і шаром стоку. Так, для р. Тиса в с. Ділове величина шару стоку за період листопадового паводка 1998р., обчислена за коаксимальними залежностями склала 78,7мм, а за пропонуваною методикою 89,9 мм. Подібним способом виконане порівняння результатів розрахунку ще по трьох водостам р. Уж – Великий Березний, р. Чорна Тиса – м. Беліц, р. Тересва – с. Нерсениця. Середня погрішність розрахунку склала від 14 до 21%, що дозволяє позитивно оцінити пропонуваний метод відновлення рядів шарів зливого стоку.

Висновки

У дійсній роботі виконаний критичний аналіз існуючого методу приведення рядів спостережень за гідрологічними характеристиками до багаторічного періоду. Внесено принципові зміни в існуючу методику, що дозволяють збільшити обсяг використовуваної інформації. Запропоновано нові узагальнені показники оцінки ефективності відновлення стоку на основі залежної і незалежної від розрахунків інформації. Пропонована методика застосована до задачі відновлення шарів стоку максимальних зливових паводків на закритих водпостах річок Закарпаття. Показано можливість збільшити наявні ряди інформації про максимальний стік на 35-50%.

Виконано порівняння запропонованої методики з результатами, отриманими іншим способом, застосовуваним у гідрологічних прогнозах – методом коаксіальних графіків. Доведено, що обидва методи дають близькі результати. Задачею подальших досліджень є застосування запропонованої методики для всього регіону Українських Карпат з метою відновлення стоку і, насамперед даних про шари стоку видатного зливого паводка 1998р.

Література:

1. Апшолов Б.А., Калинин Г.И., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометиздат, 1974.
2. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598с.
3. Кендалл М., Стюарт А. Статистические выводы и связи. М.: «Наука», 1973 – 899с.
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометиздат, 1984 – 448с.
5. Рекомендации по приведению рядов речного стока и их параметров к многолетнему периоду. Л.: Гидрометиздат, 1979 – 64с.
6. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. Л.: Гидрометиздат, 1984 – 78с.
7. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометиздат, 1974 – 424 с.

Summary:

Research of lines of layers of the maximal storm drain, including the data of supervision up to 2000 y is executed. The technique of restoration of these lines is offered. The estimation of results of reduction of lines to long-term the periods on a dependent and independent material is carried out. Comparison of results of an offered method with in another way, used in hydrological forecasts is made.

УДК :57.07:52.545(477.84–477.43)

Йосип СВИНКО, Олена ВОЛК

НОВІ ЗНАХІДКИ РОСЛИНИХ РЕШТОК В ЧЕТВЕРТИННИХ ТРАВЕРТИНАХ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІСТРОВ'Я

Наукова література про викопну рослинність четвертинних травертинів Поділля, дуже малочисленна. Цій тематичі присвячено лише три роботи таких вчених як А.М. Криштафович, Н.В. Пимонова та Л.Д. Баженова. Причому, вони стосуються виключно східної частини Середнього Придністров'я. Так А.М. Криштафович [3] описує викопні рослини з травертинів околиць сіл Мушкотинці та Дарабани, Н.В. Пимонова [5] – села Песець Новоушицького району Хмельницької області, Л.Д. Баженова вивчала рештки викопних рослин з четвертинних травертинів півдня колишнього СРСР, в тому числі і з декількох місцезнаходжень у Хмельницькій області (сс. Песець, Велика Кужелева, Шустівці)