

УДК 556.166.047(447)

*Л.О. Горбачова, С.Л. Барандіч*

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ ТА ПАВОДКІВ ЗМІШАНОГО ПОХОДЖЕННЯ РІЧОК УКРАЇНИ

Виконано дослідження просторово-часової мінливості максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України на основі гідролого-генетичного аналізу. Установлено, що ряди спостережень максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок України можна віднести до квазіоднорідних та квазістаціонарних. Ряди спостережень максимальних витрат води паводків змішаного походження гірських річок Карпат та Криму переважно є однорідними та стаціонарними. Просторово-часові коливання максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України характеризуються синхронністю та синфазністю.

**Ключові слова:** максимальний стік води, мінливість, весняне водопілля, паводки змішаного походження, гідролого-генетичний аналіз.

### Вступ

Дослідження просторово-часових коливань максимального стоку води річок має важливе наукове й практичне значення. Знання щодо мінливості стоку води річок сприяють розширенню уявлень про його фізико-географічні особливості, розробкам нових методик його визначення, узагальненню тощо. Мінливість максимального стоку води річок безпосередньо впливає на галузі господарства, водозабезпечення та водовідведення, роботу транспорту, гідроелектростанцій тощо.

Значний внесок у дослідження максимального стоку води річок України зробили такі вчені як А.В. Огієвський, Й.А. Железняк, В.І. Мокляк, П.Ф. Вишневський, Я.А. Фоменко, А.М. Бефані, Е.Д. Гопченко, Ж.Р. Шакирзанова та ін. [1-7]. У сучасних умовах у роботах багатьох дослідників зі всього світу вказано на вплив кліматичних змін на водні ресурси. Отже, сьогодні знання про умови формування екстремальних значень максимального стоку води, частоту їхньої появи, багаторічні тенденції тощо є одними з найголовніших у практиці проектних та оперативних робіт.

Однією з перших робіт, в якій було досліджено зміни в тенденціях максимального стоку води весняного водопілля річок Українського Полісся, була робота В.О. Войцехович, Л.І. Лузан [8]. Вишневський В.І. в роботі [9] вказує на тенденцію до зменшення максимальних витрат води весняного водопілля та його об'єму на річках України, що відбувається в останні десятиліття. Грунтов-

не дослідження змін максимального стоку води річок України було виконано в роботі Гребеня В.В. [10]. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України досліджено в роботі Гопченка Є.Д. та ін. [11]. Тенденції максимального стоку води малих річок Українських Карпат розглянуто в роботі Баужі Т.О., Горбачової Л.О. [12]. Але в усіх дослідженнях, окрім останнього, висновки щодо змін у тенденціях максимального стоку води річок України базувались переважно на результатах застосування статистичних методів. У роботах Kundzewicz Z.W., Robson A.J. [13] показано, що статистичні критерії для аналізу гідрологічних рядів спостережень треба використовувати тільки після певних перетворень, залучаючи для перевірки результатів графічні методи та історичні дані, оскільки ці дані характеризуються деякими особливостями (є залежними, мають закони розподілу, які відрізняються від нормального та мають довготривалі циклічні коливання). Зазначимо, що графічні методи можуть слугувати як певне об'єктивне рішення, що надає достовірніші оцінки. З цього погляду, для дослідження багаторічних тенденцій максимального стоку води річок доцільно використати гідролого-генетичний аналіз, методичні засади якого обґрунтовано в роботі [14].

**Мета** цієї публікації – дослідження просторово-часової мінливості максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України на основі гідролого-генетичного аналізу.

## Виклад основного матеріалу досліджень

Територія України характеризується різноманітністю природних умов, що відбивається на формуванні максимального стоку води річок та його просторово-часової мінливості. Відповідно до фізико-географічної зональності та умов формування максимального стоку води розрізняють річки з весняним водопіллям та паводковим режимом. Для рівнинних річок (лісова, лісостепова, степова зони) максимальні витрати води формуються в період проходження весняного водопілля, яке є основною характерною фазою гідрологічного режиму. На рівнинних річках України в різні роки в період весняного водопілля формується від 40 до 80 % річного стоку води. На гірських річках Карпат та Криму спостерігається паводковий режим водного стоку. На них розрізняють паводки холодного й теплового періодів, а за генезисом формування – снігового, дощового та змішаного походження.

У теплу пору року паводки формуються після випадання дощів різної інтенсивності. Паводки холодної пори року переважно характеризуються змішаним живленням (дощовим та сніговим). На гірських річках Карпат паводки змішаного походження відносять до весняного водопілля, виходячи з календарного часу [10].

У роботі для дослідження просторово-часової мінливості максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України було використано дані спостережень на 308 чинних гідрологічних постах у переважній більшості з початку спостережень по 2010 р. Ці дані характеризують умови формування максимального стоку води річок по всій території України. Найбільша кількість річок має ряди спостережень тривалістю 50-70 років (табл. 1). Загалом, просторовий розподіл гідрологічних постів спостережень у басейнах річок є вкрай нерівномірним і охоплює переважно середні та великі річки (згідно з класифікацією Водної рамкової директиви ЄС). Спостереження на малих річках майже відсутні в усіх басейнах, окрім річок Криму та річок басейну Дунаю (українська частина). Це пояснюється тим, що ці річки є гірськими, водний стік їх формується з невеликих за площею водозборів, обумовлених гірським рельєфом. На річках Причорномор'я спостереження проводяться тільки на двох гідрологічних постах: р. Тилігул – с. Березівка і р. Великий Куяльник – с. Северинівка. Але останній пост має короткий ряд спостережень (з 1986 р.). Крім того, улітку річка Великий Куяльник зазвичай пересихає. Усе це обмежує використання даних цього поста в дослідженнях.

Таблиця 1  
Тривалість спостережень на річках України

Роки	Кількість гідрологічних постів у басейнах річок								
	Дніпро	Дністер	Дунай	Західний Буг	Південний Буг	Сіверський Донець	річки Приазов'я	річки Криму	річки Причорномор'я
10-20	-	-	-	-	1	-	-	-	-
20-30	3	6	1	-	-	-	1	-	1
31-40	4	5	1	1	-	1	-	2	-
41-50	10	5	4	2	1	12	1	9	-
51-60	35	24	17	5	3	11	7	4	1
61-70	22	18	11	2	6	5	7	11	-
71-80	15	2	-	-	7	1	2	4	-
81-90	5	1	-	-	2	1	-	1	-
91-100	-	2	2	-	1	1	-	-	-
>100	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Загально	95	63	36	10	22	31	18	31	2

З погляду гідролого-генетичного аналізу для дослідження просторово-часової мінливості водного стоку річок застосовують такі методи: сумарної кривої, інтегральної кривої відхилень, сумішених хронологічних графіків, методи порівняння, узагальнення.

Сумарна крива дозволяє виконувати аналіз однорідності часових рядів. За цим методом графік накопичувальних величин гідрологічної характеристики за незмінних умов її формування наближається до вигляду прямої лінії, нахил якої щодо осі абсцис є постійним із часом коефіцієнтом.

Зрозуміло, що відхилення гідрологічної характеристики від прямої лінії є індикатором змін в умовах її формування. Сумарну криву гідрологічної характеристики розраховують за формулою [15]:

$$W = \sum_{t=1}^T w(t), \quad (1)$$

де  $W$  – сумарна величина гідрологічної характеристики за період часу  $T$ ;  $w(t)$  – гідрологічна характеристика  $t$ -го року.

Гідрологічні ряди спостережень мають довготривалі циклічні коливання, які так само відбиваються на сумарній кривій. Отже, для дослідника під час аналізу за сумарною кривою головним завданням є достовірно визначити, які відхилення від прямої лінії викликані змінами в чинниках формування або антропогенною діяльністю, а які – проявом циклічних коливань. Для наближення вирішення цього питання необхідно визначитися з поняттями «зміна» й «мінливість» з погляду гідролого-генетичного аналізу. Під *зміною* в часовому ряді розуміємо однонаправлене

відхилення від прямої лінії гідрологічної характеристики, тобто в такому стані гідрологічна характеристика переходить на нову якість, що обумовлюється станом чинників, які її формують або антропогенною діяльністю. Наприклад, будівництво греблі ГЕС викликає саме однонаправлену зміну в стані рівнів води. Зрозуміло, що така нова якість рівнів води буде зберігатися доти, поки буде діяти чинник, що призвів до зміни.

Під *мінливістю* часового ряду розуміємо тимчасове відхилення від прямої лінії гідрологічної характеристики, тобто в такому стані гідрологічна характеристика набуває нової якості тільки на якийсь проміжок часу. У разі довготривалих циклічних коливань такий проміжок часу може тривати десятиліттями, але, до того ж, гідрологічна характеристика час від часу повертається до свого «старого» стану. Такий саме сценарій є актуальним і для короткострокових циклічних коливань, але проміжок часу тут значно менший і рахується зазвичай декількома роками. Характерною відзнакою мінливості часового ряду є те, що набуття тимчасової нової якості гідрологічною характеристикою відбувається плавно, поступово, так само, як і перехід у зворотній напрям. Зміна – це різкий перехід до нового стану гідрологічної характеристики. Постає питання щодо зміни клімату. Вочевидь, що такі зміни повинні характеризуватися однонаправленою дією, яку можна простежити за часовими рядами, що мають тривалі спостереження. Такі довгі спостереження, з одного боку, дозволять чітко побачити довготривалі циклічні коливання, а з другого, дозволять визначити однонаправленість змін. В Україні тривалі спостереження мають тільки деякі річки. Під терміном «тривалі» ми розуміємо ряди, які мають спостереження більше ніж 100 років. Чи достатньо цього, щоб визначити довготривалі цикли, а також зміни в них? Зрозуміло, що дослідження проблеми зміни клімату і його впливу на водні ресурси тієї чи іншої території є вельми складним науковим завданням, яке сьогодні є дискусійним у наукових колах різних країн світу. Викладені методичні міркування, можливо, зможуть хоча б трішечки наблизитися до ґрунтовнішого розуміння деяких її аспектів.

Небезпечні гідрологічні явища (повені, паводки) на сумарній кривій проявляються різними «стрибками» гідрологічної характеристики. Такі явища відносять до мінливості. Зрозуміло, що чим більша мінливість водного стоку, тим більше на сумарній кривій спостерігається нерівностей, шорсткості. Для достовірної оцінки таких подій необхідно проводити аналіз історичних даних,

будувати суміщені хронологічні графіки по суміжних постах тощо. Такий аналіз також надає можливість виявити механічні та інші помилки.

Для підтвердження та аналізу наявності коротко- та довготривалих циклічних коливань необхідно використовувати інтегральну криву відхилень, яка розраховується за формулою [15, 16]:

$$\frac{\sum_{t=1}^T (k(t)-1)}{C_v} = f(t) \quad (2)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт варіації гідрологічної характеристики;  $k(t) = Q(t)/Q_0$  – модульний коефіцієнт;  $Q(t)$  і  $Q_0$  – значення гідрологічної характеристики в  $t$ -й рік і середнє її значення за період часу  $T$ .

Інтегральна крива відхилень дозволяє чітко визначити межі фаз водності [16, 17]. Крім того, за аналізом інтегральної кривої відхилень можна простежити динаміку розвитку циклів водності щодо лінії часу, в'яснити їхні якісні та кількісні тенденції, а також визначити стаціонарність ряду спостережень [14].

Особливе місце під час досліджень водного стоку річок займає антропогенний вплив. Зрозуміло, що антропогенний вплив навіть в одному басейні річки не може бути абсолютно однаковим. Так, наприклад, різні промислові, комунальні, сільськогосподарські підприємства мають свої ліміти на водоспоживання, скиди стічних вод. Отже, вони по-різному будуть порушувати тенденції водного стоку. Такі порушення можна простежити саме за допомогою суміщених графіків. Крім того, навіть у басейні річки, який має значний антропогенний вплив, завжди знайдеться річка з найменшим або й зовсім відсутнім таким впливом. Тобто, водний стік такої річки є найбільш наближеним до природного. Отже, аналіз водного стоку інших річок необхідно виконувати, порівнюючи з тенденціями водного стоку річки, яка має природний стік або хоча б наближається до нього.

У більшості публікацій, присвячених дослідженням багаторічних коливань максимального стоку води весняного водопілля річок України, наведено результати, які вказують на порушення стаціонарності та однорідності рядів спостережень. Аналіз однорідності максимальних витрат води весняного водопілля для рівнинних річок України показав, що на основі аналізу тільки за сумарною кривою більшість рядів спостережень можна віднести до неоднорідних (приклад на рис. 1).

Вигляд сумарних кривих максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок указує на те, що для всіх річок є точка перегибу, після якої змінюється тенденція максимального

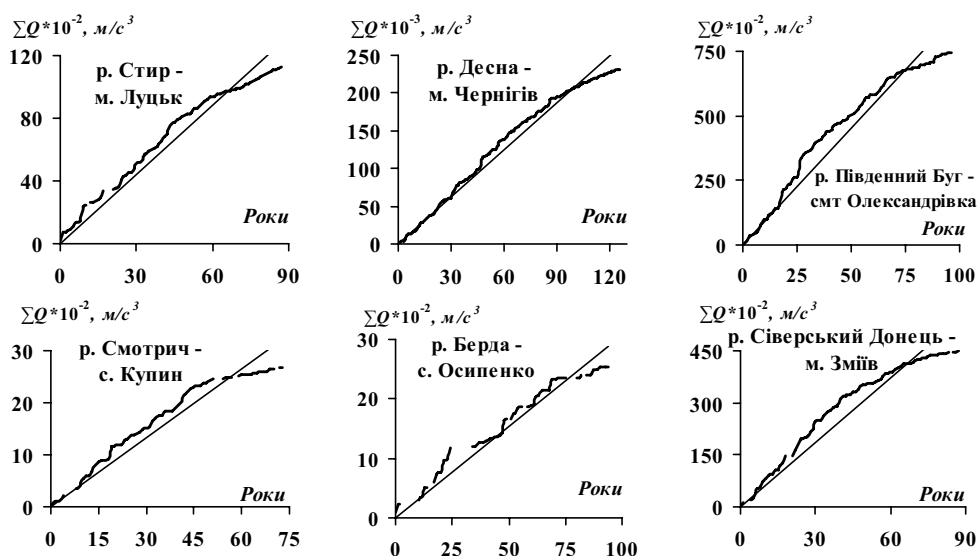


Рис. 1. Сумарні криві максимальних витрат води весняного водопілля для деяких річкових басейнів України

стоку води. Крім того, сумарні значення витрат води значно відхиляються від прямої лінії, але одночасно ніби утворюють своєрідну дугу. Такий вигляд сумарних кривих свідчить про відсутність односпрямованих стійких тенденцій максимальних витрат води весняного водопілля річкових басейнів України. Для всіх річок сумарні криві мають подібний вигляд, хоча річки й розташовані в різних фізико-географічних зонах. Отже, для виявлення причин такої особливої тенденції максимальних витрат води весняного водопілля річкових басейнів було побудовано інтегральні криві відхилень (приклад на рис. 2).

Їхній аналіз показав, що для всіх річкових басейнів у період 1967-1970 рр. відбувся перехід від багато- до маловодної фази гідрологічного циклу, яка триває дотепер та закінчення якої неможливо спрогнозувати.

Як зазначено в роботі [18], у різні за водністю фази циклічних коливань спостерігаються різнонаправлені зміни водного стоку: у багатоводні періоди водний стік підвищується, а в маловодні – знижується. Крім того, ці фази водності мають значну різницю і в середніх значеннях. Також максимальний стік води річок має значну мінливість, а його величини в декілька разів перевищують значення середньорічного та мінімального стоку води.

Ще однією особливістю максимального стоку води весняного водопілля річкових басейнів є велика тривалість багаторічних фаз циклічних коливань. Так, ряд максимальних витрат води весняного водопілля на гідрологічному посту р. Десна - м. Чернігів, спостереження на якому проводяться з 1885 року, досі не має завершеної

маловодної фази, яка розпочалася з 1970 року. Цей ряд спостережень також не має і завершеної багатоводної фази коливань, оскільки спостереження розпочалися в період, коли багатоводна фаза вже тривала. Отже, ряд максимальних витрат води весняного водопілля на гідрологічному посту р. Десна - м. Чернігів, спостереження на якому проводяться впродовж 125 років (1885-2010 рр.), не має повного циклу багаторічних коливань.

Наявність у рядах спостережень максимальних витрат води весняного водопілля річкових басейнів тільки багатоводної і маловодної фаз циклічних коливань, їхня значна тривалість, а також істотна мінливість максимального стоку води і призводить до дугоподібної форми сумарних кривих зі значним відхиленням від прямої лінії. Тому, на основі аналізу вигляду сумарних кривих та інтегральних кривих відхилень можна зробити висновок, що неоднорідність має не антропогенний, а природний характер, обумовлений циклічністю максимального стоку води весняного водопілля річкових басейнів, тобто вона має тимчасовий характер і виникає тільки в разі суміщеного аналізу різних фаз водності (багато- і маловодної). Такі ряди спостережень можна віднести до квазіоднорідних.

Наслідком відсутності повного циклу багаторічних коливань у рядах спостережень за максимальним стоком води весняного водопілля річкових басейнів є їхня нерепрезентативність для коректного визначення середнього значення. Це призводить до того, що більшість дослідників такі ряди відносять до нестационарних. Одночасно, з подовженням рядів спостережень, вони

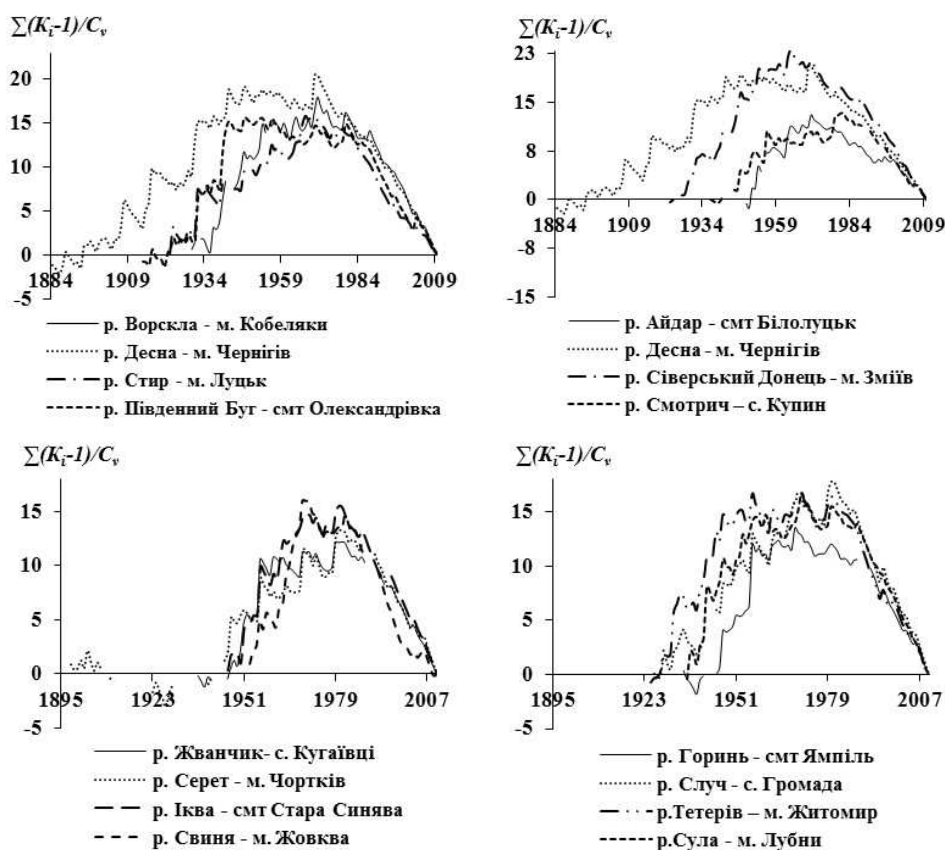


Рис. 2. Інтегральні криві відхилень максимальних витрат води весняного водопілля для деяких рівнинних річок

набудуть репрезентативності – наявності хоча б одного повного циклу багаторічних коливань, що дозволить визначити стале середнє значення рядів спостережень. Приклад зміни середнього значення рядів спостережень залежно від наявності або відсутності репрезентативного періоду показано в роботі [19] для рядів середньорічного стоку води. Отже, на сьогодні ряди спостережень максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок можна віднести до тимчасово квазістаціонарних.

Отримані результати підтверджено аналізом багаторічних тенденцій основних кліматичних чинників формування максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок, які було виконано в роботі [20]. Для басейну р. Десна було проаналізовано ряди спостережень максимальних витрат води весняного водопілля, максимальних запасів води в снігу, суми від’ємної та додатної температури повітря за зимовий період, суми опадів за період весняного водопілля за даними 6 гідрологічних постів та 10 метеорологічних станцій на території України, а також 2 гідрологічних постів і 9 метеорологічних станцій на території Російської Федерації. Показано, що на всіх метеорологічних і гідрологічних станці-

ях у басейні р. Десна спостерігаються синхронні коливання температури повітря, максимальних витрат води, атмосферних опадів та максимальних запасів води в снігу, хоча всі вони розташовані в різних частинах басейну. Це свідчить про однорідність умов їхнього формування. Аналіз однорідності кліматичних показників, виконаний за сумарними кривими, показав, що всі ряди спостережень є однорідними, оскільки будь-яких суттєвих точок перелому напрямків кривих не було виявлено. Аналіз інтегральних кривих відхилень показав, що для таких показників як максимальні запаси води в снігу та суми від’ємної температури повітря за зимовий період, починаючи з 70-х років минулого століття, спостерігається спадаюча фаза циклічних коливань, тобто зменшення суми від’ємних температур призводить до зменшення твердих опадів і, як наслідок, зменшення максимальних запасів води в снігу. Усе це й обумовлює зменшення максимальних витрат води в басейні р. Десна, починаючи з 1970-х років.

Результати аналізу багаторічних тенденцій кліматичних чинників формування весняного водопілля для р. Десна узгоджуються з результатами, які наведено в роботі Шакірзанової Ж.Р.,

Казакової А.О. [21] для інших рівнинних річок України. Установлено, що багаторічний хід гідрометеорологічних чинників та стокових характеристик весняного водопілля свідчать про циклічність їхнього коливання. Циклічність коливань водного стоку р. Десна та кліматичних чинників його формування також показано в роботі [22], в якій було виконано класифікацію гідрографів за подібною формою.

Аналіз однорідності максимальних витрат води паводків холодного періоду року для гірських річок Карпат та Криму виявив їхню однорідність

(рис. 3). На сумарних кривих максимальних витрат води паводків холодного періоду року гірських річок можна помітити деякі відхилення, але ці відхилення є незначними і не є однопіковими.

Як виявив аналіз інтегральних кривих відхилень максимальних витрат води паводків холодного періоду року гірських річок, такі відхилення пов'язані з циклічними коливаннями, але на відміну від рівнинних річок, фази циклічних коливань гірських річок мають значно меншу тривалість (рис. 4).

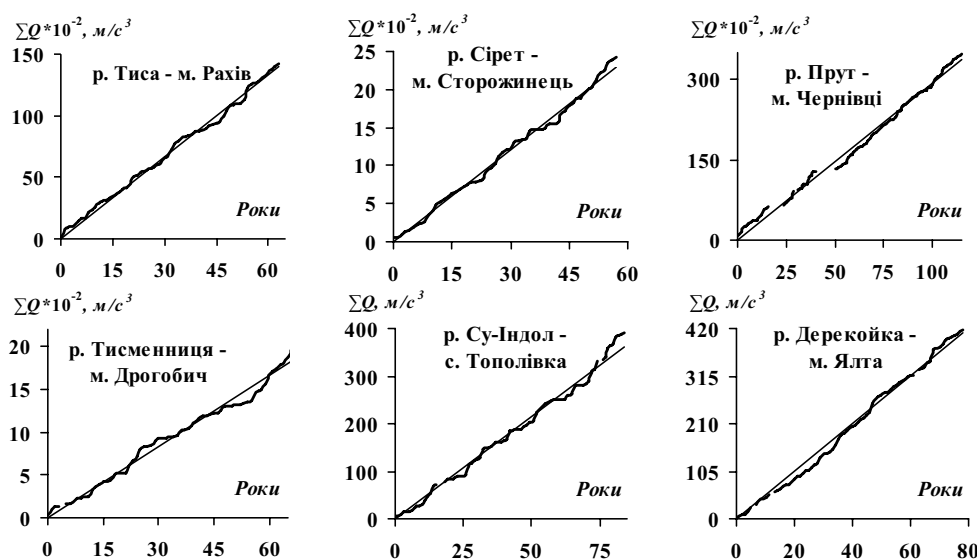


Рис. 3. Сумарні криві максимальних витрат води паводків змішаного походження для деяких гірських річок Карпат та Криму

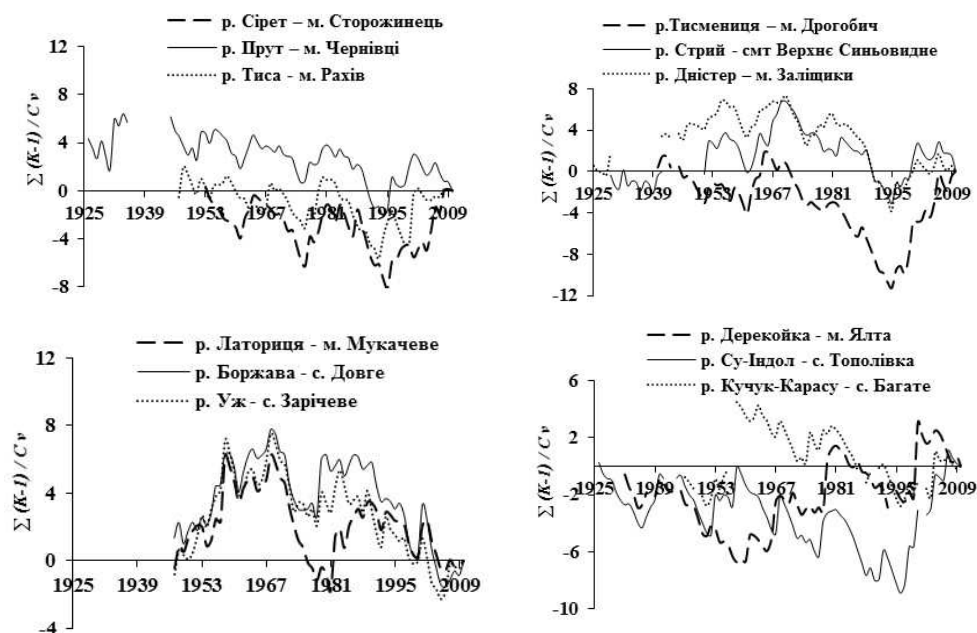


Рис. 4. Інтегральні криві відхилень максимальних витрат води паводків змішаного походження для деяких гірських річок Карпат та Криму

Ряди спостережень максимальних витрат води паводків холодного періоду року гірських річок Карпат та Криму є однорідними й стаціонарними, окрім річок, які мають значний антропогенний вплив. Зазначимо, що багаторічні тенденції річок Криму, які зазнають значного антропогенного навантаження, все ж таки зберігають природний коливальний характер, оскільки їхні довготривалі циклічні коливання добре узгоджуються з коливаннями стоку на інших постах спостережень, на яких відсутня господарська діяльність або вона є незначною.

#### Висновки та перспективи подальших досліджень

Ряди спостережень максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок України можна віднести до квазіоднорідних та квазістаціонарних, що пояснюється наявністю в рядах тільки багатоводної й маловодної фаз циклічних коливань, їхньою значною тривалістю, а також істотною мінливістю максимального стоку води.

Квазіоднорідність і квазістаціонарність рядів спостережень має тимчасовий характер і виникає тільки в разі сумішеного аналізу різних фаз водності (багато- і маловодної). Спадаюча фаза циклічних коливань максимальних запасів води в снігу та суми від'ємної температури повітря за зимовий період, починаючи з 70-х років ХХ століття, призводять до зменшення максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок.

Ряди спостережень максимальних витрат води холодного періоду року гірських річок Карпат та Криму є однорідними, оскільки їхні сумарні криві не мають суттєвих відхилень у напрямках, окрім річок зі значним антропогенним навантаженням, хоча їхні багаторічні тенденції все ж таки зберігають природний коливальний характер. Оскільки ряди спостережень максимальних витрат води холодного періоду року гірських річок Карпат та Криму мають повний цикл багаторічних циклічних коливань, а саме багатоводну й маловодну фази, то вони є стаціонарними.

Просторово-часові коливання максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України характеризуються синхронністю та синфазністю.

Отримані результати надалі дозволять використовувати апарат стаціонарних випадкових функцій для статистичної обробки даних спостережень за максимальними витратами води весняної повені та паводків змішаного походження річок України.

\* \*

1. *Огиевський А.В.* Гидрология суши (общая и инженерная): учебник для гидромелиоративных институтов и факультетов. — М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1952. — 515 с.
2. *Бефани А.Н.* Генезис паводков и принципы их районирования // Метеорология, климатология и гидрология. — 1984. — Вып. 20. — С. 3-13.
3. *Железняк И.А.* Регулирование паводочного стока. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — 326 с.
4. *Мокляк В.І.* Максимальні витрати від талих вод на річках УРСР. — К.: АН УРСР. — 1957. — 163 с.
5. *Фоменко Я.А.* Расчёты максимальных расходов воды весеннего половодья на реках Украины и Молдавии // Тр. УкрНИГМИ, 1986. — Вып. 217. — С. 20-52.
6. *Вишневський П.Ф.* Зливи та зливовий стік. — К.: Наук. думка, 1964. — 291 с.
7. *Гопченко Е.Д., Овчарук В.А.* Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. — О.: «ТЭС», 2002. — 110 с.
8. *Войцехович В.О., Лузан Л.І.* Сучасні зміни максимального стоку річок українського Полісся // Наук. пр. УкрНДГМІ. — 1999. — Вип. 247. — С. 175-185.
9. *Вишневський В.І.* Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі // Наук. пр. УкрНДГМІ. — 2001. — Вип. 249. — С. 89-105.
10. *Гребінь В.В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). — К.: Ніка-Центр, 2010. — 316 с.
11. *Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р.* Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України // Український гідрометеорологічний журнал. — 2012. — № 10. — С. 133-142.
12. *Vauzha T., Gorbachova L.* Features of maximum discharges change of mountain rivers in the Carpathian region: a case study of the water courses in the upper part of the Rika River Basin // Conference proceeding 10th annual International Conference of Young Scientists on Energy Issues, Cyseni-2013, May 29-31, Kaunas, Lithuania, IX590-IX600. <http://www.cyseni.com>.
13. *Guide to Hydrological Practices* (2009). Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. 6<sup>th</sup> edition. WMO-No. 168. <http://www.whycos.org/hwrp/guide/>.
14. *Горбачова Л.О.* Методичні підходи щодо оцінки однорідності та стаціонарності гідрологічних рядів спостережень // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2014. — Т. 1 (32). — С. 22-31.
15. *Rippl W.* The capacity of storage reservoirs for water supply // Proceedings of the Institute of Civil Engineers. — 1883. — Vol. 71. — P. 270-278.
16. *Андреев В.Г.* Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах // Тр. ГГИ. — Л. — 1959. — Вип. 68. — С. 3-49.
17. *Дроздов О.А.* О свойствах интегрально-разностных кривых // Тр. ГГО. — 1964. — Вып. 162. — С. 3-6.
18. *Обязов В.А.* Тенденции многолетних изменений речного стока в Забайкалье в многоводные и маловодные периоды // Доклады Академии Наук (Российская Федерация). — 2013. — Т. 450. — № 6. — С. 713-716.
19. *Gorbachova L.* The intra-annual streamflow distribution of Ukrainian rivers in different phases of long-term

- cyclical fluctuations // Energetika. – 2015. – Vol. 61(2). – P. 71-80. <http://dx.doi.org/10.6001/energetika.v61i2.3134>.
20. Koshkina O., Gorbachova L. Hydro-genetic research method of the main factors of the spring flood in the Desna River Basin. Conference proceeding 10th annual International Conference of Young Scientists on Energy Issues, Cyseni-2013, May 29-31, Kaunas, Lithuania, IX618- IX631. <http://www.cyseni.com>.
21. Шакірманова Ж.Р., Казакова А.О. Гідрометеорологічні чинники і характеристики весняних водопіль в басейні р. Південний Буг в сучасних кліматичних умовах // Вісник Одеського державного екологічного ун-ту. – 2015. – Вип. 19. – С. 100-106.
22. Христюк Б.Ф., Кошкіна О.В. Класифікація гідрографів річки Десна за подібністю їхньої форми // Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 22-26 квітня 2013 г. – О.: ТЕС, 2013. – С. 76.

Український гідрометеорологічний інститут, Київ

Л.А. Горбачёва, С.Л. Барандич

**Пространственно-временная изменчивость максимального стока воды весеннего половодья и паводков смешанного происхождения рек Украины**

*Выполнено исследование пространственно-временной изменчивости максимального стока воды весеннего половодья и паводков смешанного происхождения рек Украины на основе гидролого-генетического анализа. Установлено, что ряды наблюдений максимальных расходов воды весеннего половодья равнинных рек Украины можно*

*отнести к квазиоднородным и квазистационарным. Ряды наблюдений максимальных расходов воды паводков смешанного происхождения горных рек Карпат и Крыма являются однородными и стационарными. Пространственно-временные колебания максимального стока воды весеннего половодья и паводков смешанного происхождения рек Украины характеризуются синхронностью и синфазностью.*

**Ключевые слова:** максимальный сток воды, изменчивость, весеннее половодье, паводки смешанного происхождения, гидролого-генетический анализ.

L.O. Gorbachova, S.L. Barandich

**Spatio-temporal fluctuations of maximum flow of spring floods and snow-rain floods of Ukrainian rivers**

*The spatio-temporal variability of the maximum flow of spring flood and snow-rain floods of the rivers of Ukraine based on hydrolo-genetic analysis were carried out. Shown that the observation series of the maximum flow of spring flood of the plain rivers of Ukraine are the quasi-homogeneous, quasi-stationary. The observation series of the maximum flow of snow-rain floods of mountain rivers of the Carpathians and Crimea are the homogeneous and stationary. Spatio-temporal fluctuations of the maximum flow of spring floods and snow-rain floods of the rivers of Ukraine are characterized by synchronicity and in-phase.*

**Keywords:** maximum flow, variability, spring flood, snow-rain flood, hydrolo-genetic analysis.

УДК 551.577.2

**О.М. Аксюк**

## **БАГАТОРІЧНІ ЗМІНЕННЯ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ (01.12 – 30.04) У РАЙОНАХ СНІГОЛАВИННИХ СТАНЦІЙ ПЛАЙ І ПОЖЕЖЕВСЬКА (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

Розглянуто багаторічну мінливість атмосферних опадів холодного періоду року на сніголавинних станціях. За результатами аналізу даних спостережень за опадами виявлено закономірності просторово-часового розподілу опадів. Визначено циклічні компоненти в структурі рядів спостережень.

**Ключові слова:** атмосферні опади, багаторічна мінливість, гірська територія, сезонні опади, сніголавинна станція, циклічність коливаль.

### **Вступ**

Гірський сніговий покрив, як відомо, є одним з основних чинників формування снігових лавин та весняного водопілля на території Карпатського регіону України. Процес його формування по-

чинається в умовах від'ємного теплового балансу підстильної поверхні, а основним джерелом формування є тверді атмосферні опади [2].

Опади взагалі, а на гірських територіях особливо, є одними з наймінливіших у часі й про-