

УДК 556.166 + 556.537+911.3:504.4.054

*А. А. Мельник<sup>1</sup> – канд. геогр. н., асистент*

*І. С. Березка<sup>1</sup> - канд. геогр. н., доцент*

*В. Г. Явкін<sup>2</sup> - канд. геогр. н., доцент*

*<sup>1</sup>кафедра геодезії, картографії та управління територіями*

*<sup>2</sup>кафедра географії та менеджменту туризму*

*географічний факультет, Чернівецький національний університет імені*

*Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012, Україна*

*E-mail: [Melnikanton.ua@gmail.com](mailto:Melnikanton.ua@gmail.com) [isberezka@ukr.net](mailto:isberezka@ukr.net) [vjacheslavjavkin@gmail.com](mailto:vjacheslavjavkin@gmail.com)*

## **РОЗРАХУНОК МОДУЛІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ МАЛОЇ ЙМОВІРНОСТІ ПЕРЕВИЩЕННЯ ПРИ НЕДОСТАТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

*Анотація.* В роботі розглянуто часові ряди максимальних модулів стоку води в природно-господарській басейновій системі річки Сірет, що дозволило уточнити їх показники при 1%-й ймовірності забезпечення з використанням річок-аналогів. Проведено порівняння величин максимальних модулів стоку води визначених за подовженими рядами спостережень з попередніми показниками значно коротших рядів спостережень. Максимальний модуль стоку води 1%-ї ймовірності перевищення суттєво знижується на всіх пунктах спостережень. Найбільше значення модуля максимального стоку води 1% ймовірності перевищення характерне для р.Сірет-м.Сторожинець, найменше для р.Михидра-с.Липовани.

**Ключові слова:** 1% ймовірність, модуль стоку, басейн-аналог.

**Постановка проблеми.** Важливість оцінки параметрів видатних паводків є найбільш важливим та складним завданням у проблемі розрахунку стоку. Тому, що розміри водопропускних отворів мостів, труб та інших споруд, залізничних та автошляхів, водоскидних елементів дамб безпосередньо залежать від розрахункової величини найбільшого притоку води. Зниження

розрахункових величин максимальних витрат води спричиняє пошкодження та руйнування, а завищення – суттєве дорожчання будівництва.

Погіршення гідроекологічної безпеки території пов'язана із сукупністю природних факторів і антропогенних навантажень. В басейнах річок здійснюються різні види природокористування, що разом із природними факторами впливають на гідрологічний режим рік.

Проблема дослідження впливу господарської діяльності на характеристики річкового стоку набуває в останні роки все більшого значення. Антропогенний вплив на гідрологічний режим рік є провідною причиною різкого погіршення екологічної ситуації багатьох регіонів.

Формування складових гідрографа катастрофічного паводка залежить від просторової варіації та часової мінливості метеорологічних елементів. Роль антропогенних чинників з кожним роком стає вагомішою. Особливо це актуально в умовах глобального потепління клімату, коли порушуються хід і характер розподілу основних метеорологічних елементів, особливо в контексті взаємозв'язку формування гідромережі та режиму поверхневих вод регіону з кліматичними умовами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останні якісні системні узагальнення гідрологічної інформації за багатолітній період були виконані та стандартизовані більше 30-40 років назад. Тобто, гідрометеорологічні спостереження цього часового інтервалу достатньо не використовуються при будівельному проектуванні на річках регіону. Розробка та вдосконалення методів визначення основних розрахункових характеристик паводків географічною аргументацією розподілу розрахункових параметрів моделі максимального стоку є важливою задачею [11, 2004].

Вибір об'єкту дослідження – природно-господарської системи басейну річки Сірет – зумовлений його особливим геопросторовим положенням (приналежністю до Карпатської гірської країни, транскордонним розташуванням), складністю гідрографічної мережі та ландшафтної структури, тривалою історією заселення і освоєння та значним сучасним рівнем

антропогенної освоєності.

Розвиток будівництва залізниць в середині XIX століття спричинив необхідність розрахунку водопропускних споруд в місцях перетину трасами чисельних елементів гідрографічної мережі. Особливо складними такі задачі були для річок Карпат.

На тих територіях, що входили до складу Австро-Угорської імперії норми розрахунку максимальних витрат води базувались за матеріалами Кестліна "Визначення отворів та штучних споруд за площею басейну" (Відень, 1868 р.). Цими нормами максимальна витрата дощового паводку визначалась за площею, довжиною, поздовжнім профілем водозбору та специфічним зливовим параметром.

В австро-угорський період виходить декілька природознавчих робіт, із-поміж яких стаття В. Конрада з кліматографії Буковини. Безпосереднім початком вивчення річкової системи Сірету можна вважати праці румунського вченого К. Братеску (1925 р.), з геоморфології долини річки Сірет. Період інтенсивних досліджень природи басейну річки Сірет припадає на початок 50-х років минулого століття.

Кінець 70-х початок 80-х років у світовій практиці виконуються потужні дослідження з розробки рекомендацій з розрахунку максимального стоку заданої щорічної повторюваності на річкових водозборах з відсутніми гідрометричними спостереженнями.

В 70-х рр. XIX ст. розпочалися перші гідрометеорологічні спостереження в басейні Сірету. Саме в період Австро-Угорщини мережа гідрологічних пунктів спостережень була найбільш розвиненою.

Одночасно в Європі розроблявся аналогічний напрям. Потужним поштовхом географічних досліджень в галузі інженерних розрахунків максимального стоку річок Карпат стало міжнародне співробітництво країн Угорщини, Польщі, Румунії, України, Чехії та Словаччини за патронатом ЮНЕСКО в комплексній науковій проблемі "Гідрологія Карпат" 1972-1978 рр.

Серед останніх публікацій є роботи щодо визначення регіональних особливостей частоти проходження паводків [Atiem I., 2006, Douglas E., 2000,]

та встановлення регіональних статистичних розподілів з використанням просторової близькості басейнів [Kuk-Hyun Ahn, 2016], та в результаті отримання гідрологічно-однорідних ділянок [Atiem I., 2006]. Ряд праць присвячено аналізу та використанню цифрових моделей рельєфу [Jena P., 2016] моделюванню та прогнозуванню проходження максимальних витрат води, попередженню та реагуванню в Європейському Союзі, описані методи зниження ризиків проходження паводків та боротьба з їх наслідками [Kellens W., 2013, Soleimani-Alyar M., 2016]. Важливим є зміна підходу боротьби з повенями до підходу оцінки ризику проходження максимальних витрат води [Burn, D., 1990, Ellouze M., 2008]. В межах території досліджень проведено методичні узгодження та просторові (міжкордоні) координації статистичних параметрів максимального стоку певної забезпеченості, що дозволило побудувати карти розподілу відповідних параметрів розрахункових моделей максимального стоку води Карпат. В межах України це гірські частини басейнів Тиси, Прута, Сірету, Дністра [Yavkin V., 2012].

**Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.** Метою дослідження є оцінка та аналіз максимальних модулів стоку води 1%-ї ймовірності перевищення при використанні подовжених рядів спостережень, що отримані по річках-аналогах, в природно-господарській системі басейну верхнього Сірету.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз кривих забезпеченостей максимальних витрат на річках України наведено у довідкових виданнях 1966-1971 рр. Результатами цих досліджень і далі користуються інженери-гідрологи, проектувальники, тощо.

В процесі часової мінливості гідрометеорологічних компонентів, як в загальній системі еволюції природи на Землі існують певні прояви циклічності величин максимальної річної витрати води (повторюваності катастрофічних паводків).

Аналіз тривалих часових рядів за максимальним стоком річок України та інших країн вказує на те, що з 80-х років минулого століття, виникають ознаки

часового тренду різного знаку,- тобто спостерігається зростання, чи зменшення максимальної витрати води особливо в області малих ймовірностей [Melnik A., 2015, Yavkin V., 2012].

Збільшення тривалості рядів спостережень сьогодні потребує перерахунку, узагальнення та експертної оцінки параметрів гідрологічних характеристик.

Кількість діючих гідрологічних постів для території досліджень сьогодні складає лише два (р. Сірет - м. Сторожинець, р. Сірет - с. Долишній Шепіт), що недостатньо для побудови карт розподілу максимальних модулів стоку води. Тому для вирішування завдань географічного узагальнення параметрів статистичних розподілів при відсутності стаціонарних спостережень подовжено часові ряди пунктів з недостатнім інтервалом регулярних спостережень методами басейнів-аналогів.

Для аналізу спостережень за максимальним паводковим стоком використані щорічні значення по 4 гідрометричним створам на р.Сірет та його притоках: Сірет-м. Сторожинець, Сірет-с. Лопушна, Михидра-с. Липовани, Малий Сірет-с. Верхні Петрівці. Сучасні нормативні документи по розрахунку ймовірних величин максимального стоку пропонують параметри розрахункової моделі з узагальненнями гідрометеорологічної інформації по 1975 р. включно. В нашій роботі ряди спостережень методом аналогії продовжено до 2009 р. чи 2014 р. Площі водозборів річок до пункту спостережень досліджуваного району змінюються від 144 км<sup>2</sup> до 672 км<sup>2</sup>. Тривалість періоду спостережень по трьох останніх постах є недостатньою, оскільки розглянуті періоди не репрезентативні. Тому, здійснено приведення розглянутих гідрологічних характеристик до багаторічного періоду по річкам-аналогам (Табл.). Період, за який здійснювались дослідження, для більшості водозборів охоплює 1953-2014 рр., із загальним періодом спостережень 62-64 роки. Однією з головних вимог при виборі пункта-аналога є наявність синхронності в коливаннях річкового стоку, що кількісно визначається через коефіцієнт парної кореляції  $r_{xy}$  між максимальним стоком в розрахунковому створі і пункті-аналогу. Умови наступні:  $r_{xy} \geq 0,7-0,8$ , а відношення  $r_{xy}$  до середньої квадратичної похибки  $r_{xy}/\sigma_t \geq 2$ . Величина відносної середньої

квадратичної похибки не перевищує 10%.

Таблиця

**Характеристика пунктів спостережень та аналогів за якими подовжено ряди спостережень**

№	Річка-пункт	Роки спостережень	Кількість років	Роки з подовженими даними	Кількість років з подовженими даними	Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Середня висота водозбору, м	Заболоченість, %	Лісистість, %	Розораність, %	$r_{xy}$	$r_{xy}/\sigma_r$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Сірет-с.Лопушна	1958-1988	31	1953-2014	62	52	910	0	76	<5	0,78	0,9
2	Михидра-с.Липовани	1946-1970	25	1946-2009	64	44	480	1<	35	5	0,73	4,6
3	Малий Сірет-с.Верхні Петрівці	1954-1973	20	1954-2009	56	88	550	0	47	25	0,89	3,6
4	Сірет-м.Сторожинець	1953-2014	62	1953-2014	62	72	590	0	51	25		
5	Ворона-м.Тисьмениця	1946-2009	64	1946-2009	64	57	550	1	24	30		

Визначення розрахункових гідрологічних характеристик проводять по однорідних гідрологічних рядах. Оцінка їх однорідності здійснюється на основі генетичного аналізу умов формування річкового стоку шляхом виявлення причин, що обумовлюють неоднорідність вихідних даних спостережень. При необхідності кількісної оцінки однорідності даних спостережень приймаються статистичні критерії однорідності середніх значень і дисперсій з врахуванням внутрішньорядних і міжрядних кореляційних зв'язків. Нами проведено оцінку однорідності емпіричних розподілень і стаціонарності основних параметрів часових рядів з метою виявлення величин, що різко відхиляються від загальної сукупності максимальних значень. Для цього були застосовані показники екстремальних значень в емпіричному розподілі, що різко відхиляються: критерії Смірнова-Грabbса і Діксона, особливість яких полягає в тому, що вони

розроблені для умов нормального симетричного закону розподілу генеральної сукупності і відсутності автокореляції. При цьому величина критичного значення залежить від заданого рівня значимості, об'єму вибірки, коефіцієнтів автокореляції і асиметрії. Під час досліджень рівень значимості задавався рівним 5%, що, згідно теорії математичної статистики, відповідає прийняттю нульової гіпотези про однорідність з ймовірністю 95%.

Аналіз отриманих результатів по рядах максимальних витрат води показав, що гіпотеза щодо однорідності приймається у всіх створах.

Для згладження і екстраполяції емпіричних кривих розподілу щорічних ймовірностей перевищення застосовані трипараметричне гамма-розподілення при будь-якому співвідношенні  $C_S / C_V$  та графоаналітичний спосіб. Параметри аналітичних кривих розподілу – середнє багаторічне значення  $\bar{Q}$ , коефіцієнт варіації і співвідношення  $C_S / C_V$  визначались методом найбільшої правдоподібності. При побудові кривих забезпеченості використані напівлогарифмічні клітчатка, отримані за допомогою програмного забезпечення Stok Stat. Для порівняння здійснено побудову емпіричних та аналітичних кривих на логарифмічних клітчатках, що показало схожі результати. Найкраще співпадіння емпіричної і теоретичної кривих спостерігалось при використанні графоаналітичного способу за допомогою трьох опорних ординат –  $X_{5\%}$ ,  $X_{50\%}$ ,  $X_{95\%}$ , емпіричної кривої.

Для характеристики максимального стоку використані значення модулів 1% ймовірності перевищення, що приведені до площі 200 км<sup>2</sup>. Це зроблено з метою оцінити максимальний стік у просторовому поданні, оскільки максимальні витрати води зазнають редукації по площі. Розрахунки зроблені за відомою формулою (1):

$$M_{200} = M / (200 / F)^n \quad (1)$$

де  $M$  - максимальний модуль стоку ймовірності перевищення  $p$ ;  $M_{200}$  - модуль ймовірності перевищення  $p$ , приведений до площі  $200 \text{ км}^2$ ;  $n$  - показник редуції модуля за площею водозбору  $F$ ,  $\text{км}^2$ .

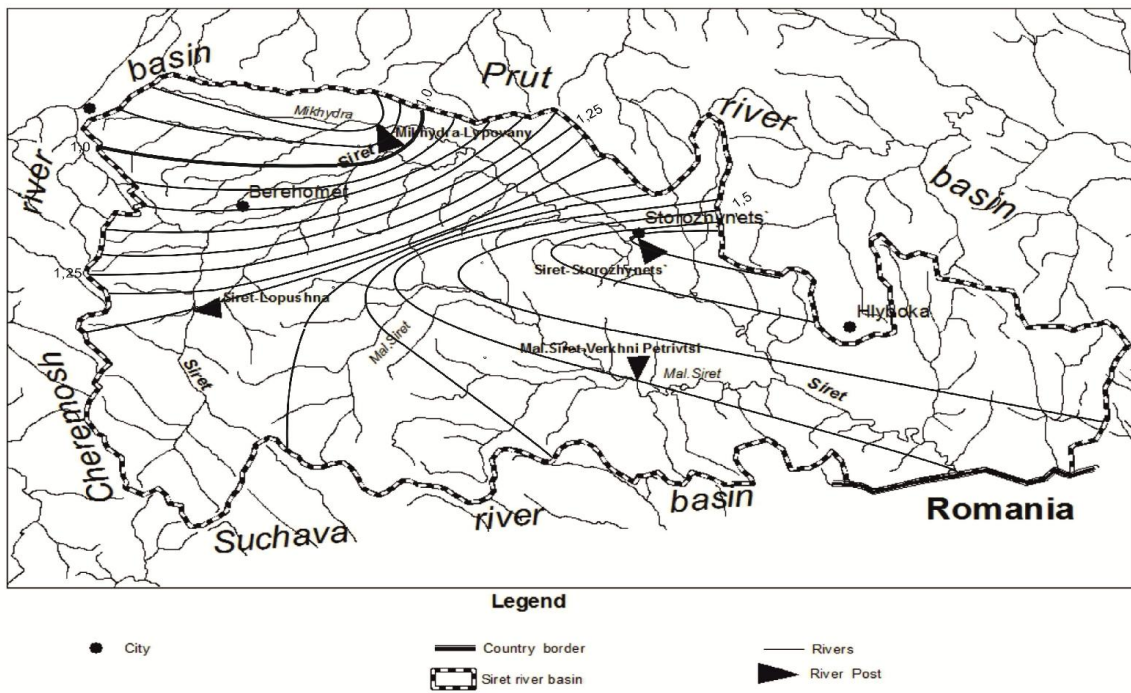
Зберігаючи вимоги інженерної гідрології до розрахунків катастрофічних паводків певної ймовірності прояву у вище викладеній моделі запропоновано наступні величини параметрів для басейну Верхнього Сірету. Подовження часових рядів спостережень дозволяють запропонувати нові величини параметрів в розрахунковій моделі максимального стоку. Показник ступеня редуції по басейну в середньому 0,25, що заперечує величини попередніх оцінок: П.М. Лютик (1983р.) - 0.40, В.І. Вишневський (1999р.) – 0.29. Такі розбіжності в значеннях  $n$  будуть суттєво впливати на розрахункові величини максимального стоку з невеликих водозборів, а саме – сприяти завищенню максимальних витрат води. Не відпрацьовані у науково-методичному відношенні й питання, пов'язані з підходами щодо узагальнення приведенного модуля  $M_{200}$  по території.

По даних максимальних модулів стоку води 1% ймовірності перевищення, що приведені до площі  $200 \text{ км}^2$ , побудована карта (рис.).

Внаслідок пошукових виборок адаптації функцій розподілу максимального модуля стоку води отримано суттєві розбіжності в області малих повторюваностей (1-5%). Таким чином, в 1963 р., для пункту р.Михидра-с.Липовани значення коливаються від 0,4 до 1,58. В 70-ті роки методично обгрунтовано і підтверджено використання трипараметричного гамма-розподілу із додатковою графоаналітичною апроксимацією, що суттєво зменшило розбіжності та декількома експериментами підтверджує величину максимального модуля стоку води в середньому  $1,55 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ .

Значення максимальних модулів стоку води 1%-ї ймовірності перевищення при використанні подовжених рядів спостережень знижуються на всіх гідрологічних пунктах. Найбільше значення максимального модуля стоку води 1% ймовірності перевищення характерне для р.Сірет-м.Сторожинець –  $1,65 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ , найменше для р. Михидра-с.Липовани –  $0,9 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ .





**Рис. Максимальні модулі стоку води ( $\text{м}^3/\text{с км}^2$ ) ймовірністю перевищення 1% розраховані за допомогою графоаналітичного способу та приведені до площі  $200 \text{ км}^2$  за подовженими рядами спостережень в басейні верхнього Сірету**

На основі досліджень П.Ф. Вишневського здійснено порівняння картосхем розподілу максимальних модулів стоку води досліджуваної території за ймовірності перевищення 1% за розрахунками до 1977р.

Аналіз показує, що показники зменшились по всім пунктам за подовженими рядами спостережень. Причому, за даними П.Ф.Вишневського найбільше значення модуля максимального стоку води 1% ймовірності перевищення характерне для р.Сірет-с.Лопушна –  $2,28 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ , найменше для р.Михидра-с.Липовани –  $1,45 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ .

**ВИСНОВКИ.** Подовження рядів дозволило уточнити максимальні модулі розрахункових забезпеченостей в регіоні і деталізувати, порівняно з попередніми публікаціями, занадто генералізовані дані, що сприяло диференціації розподілу максимального стоку.

Максимальні модулі стоку води 1%-ї ймовірності перевищення при

використанні подовжених рядів спостережень суттєво знижуються на всіх пунктах спостережень. Найбільше значення максимального модуля стоку води 1% ймовірності перевищення характерне для р.Сірет-м.Сторожинець – 1,65 м<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>, найменше для р.Михидра-с.Липовани – 0,9 м<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>.

## REFERENCES

1. Review of Risk Based Prioritization (2004). Decision Making Methodologies for Dams. US Army Corps of Engineers. 42 p.
2. Atiem I., Harmanciolu, N. (2006) Assessment of Regional Floods Using L-Moments Approach: The Case of The River Nile. Proceedings of the Water Resour Management, 20: 723. doi:10.1007/s11269-005-9004.
3. Douglas E., Vogel R., Kroll C. (2000) Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation. Proceedings of the Journal of Hydrology. № 240. P.85-99.
4. Kuk-Hyun Ahn, Richard P (2016) Regional flood frequency analysis using spatial proximity and basin characteristics: Quantile regression vs. parameter regression technique. Proceedings of the Journal of Hydrology. Volume 540.-P. 515–526.
5. Jena P., Panigrahi Chatterjee C. (2016) Assessment of Cartosat-1 DEM for Modeling Floods in Data Scarce Regions. Proceedings of the Water Resour Management, 30: 1293. doi:10.1007/s11269-016-1226-9.
6. Kellens W., Vanneuville W., Verfaillie E. (2013), Flood Risk Management in Flanders: Past Developments and Future Challenges. Proceedings of the Water Resour Management, 27: 3585. doi:10.1007/s11269-013-0366-4.
7. Soleimani-Alyar M., Ghaffari-Hadigheh A. Sadeghi F. (2016). Controlling Floods by Optimization Methods. Proceedings of the Water Resour Management. 30:4053.doi:10.1007/s11269-016-1272
8. Burn D. (1990) Evaluation of regional flood frequency analysis with a region of influence approach. Proceedings of the Water Resour. Res. 26(10), pp. 2257–2265.
9. Ellouze M., Abida H. (2008) Regional Flood Frequency Analysis in Tunisia: Identification of Regional Distributions. Proceedings of the Water Resour

Management, 22: 943.

10. Yavkin V., Melnik A., Tkachuk I. (2011) Vykorystannya podovzhenykh ryadiv sposterezhen' dlya otsinky zminy maksimal'nykh 1% vytrat vody v baseyni r. Prut ta r. Siret, Proceedings of the Hydrology, Hydro-Chemistry, Hydro-Ecology: Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Scientific Conference (Chernivtsi, 22-24 September 2011). Chernivtsi: Chernivtsi National University. pp. 307-310.
11. Yavkin, V., Melnik, A. (2012) Chasovi zminy parametriv maksimal'noho stoku. Evolution and Anthropogenization of the territories of Pre-Mountain and Mountain Landscapes. Proceedings of the International Scientific Conference (31 May - 2 June 2012). Chernivtsi: Bukrek, pp. 96-98.
12. Melnik, A., Tsependa, M., Tsependa, M. (2015) Sovremennyye tendentsyy yzmenenyia stoka prytkov sredneho Dnestra. Geography and Nature Resources. Irkutsk. No 2. pp. 197-205.

A. A. Melnik, I. S. Berezka, V.G. Yavkin

## **CALCULATION OF MODULE OF A MAXIMUM WATER OF RARE TRAINS IN INFERTILITY OF HYDROMETRIC OBSERVATIONS DATA**

**Key words:** 1% security, runoff module, pool - analogue.

The problem of the study of the impact of economic activity on the characteristics of river runoff is becoming increasingly important in recent years. Anthropogenic impact on the hydrological regime of the year is a leading cause of the sharp deterioration of the ecological situation of many regions.

Formation of components of a hydrograph of a catastrophic flood depends on spatial variation and temporal variability of meteorological elements. The role of anthropogenic factors becomes more significant every year. This is especially true in conditions of global warming, when the course and character of distribution of the main meteorological elements are violated, especially in the context of the relationship between the formation of the water supply system and the regime of surface waters of the region with climatic conditions.

The purpose of the study is to evaluate and analyze the maximum drainage modules of 1% probability of excess when using the extended series of observations obtained on rivers-analogs in the natural-economic system of the upper Siret Basin. The number of active hydrological posts for the research area today is only two (Siret city - Storozhynets town, the village of Siret - Dolyshny Shpit village), which is not enough to construct maps for the distribution of the maximum drainage modules. Therefore, for solving the tasks of geographical generalization of the parameters of statistical distributions in the absence of stationary observations, the time series of points with insufficient interval of regular observations by methods of pools-analogues are extended.

For the analysis of observations on the maximum flood run, the annual values for 4 hydrometric configurations on the Siret River and its tributaries are used: Siret-m. Storozhynets, Siret-with. Lopusna, Michidra-s. Lipovani, Small Siret-with. Upper Petrovtsi. The modern normative documents for calculation of probable values of maximum runoff are offered by the parameters of the calculation model with generalizations of hydrometeorological information in 1975 inclusive. In our work, the series of observations by analogy has been extended to 2009 or 2014. The length of the observation period for the last three posts is insufficient, since the periods considered are not representative. Therefore, bringing the hydrological characteristics under consideration into a long-term period by river-analogues is carried out. The period for which research was conducted for most of the catchments covers 1953-2014, with a general observation period of 62-64 years.

We have evaluated the homogeneity of empirical distributions and stationary parameters of the time series in order to identify the values that are sharply deviating from the general set of maximum values. To do this, the indicators of extreme values in the empirical distribution that are sharply rejected are applied: the criteria Smirnov-Grabbs and Dixon,

For smoothing and extrapolation of empirical curves for the distribution of annual probabilities of excess, three-parameter gamma-distribution in any relation and graph-analytical method have been used. The parameters of the analytical

distribution curves - the mean long-term value, the coefficient of variation and the ratio were determined by the method of most probability.

To characterize the maximum runoff, the value of the modules 1% of the probability of excess, brought to an area of 200 km<sup>2</sup>, was used.

An indicator of the degree of reduction of the pool by an average of 0.25, which denies the values of the previous estimates: P.M. Lyutyk - 0.40, VI Vishnevsky - 0.29.

As a result of the search selection of the adaptation of the distribution functions of the maximum drainage module, significant discrepancies were found in the region of small repetitions (1-5%).

The value of the maximum drainage modules of 1% of the probability of excess when using the extended series of observations is reduced at all hydrological points.

#### **Расчет модуля максимального стока воды малой вероятности превышения при недостаточности данных гидрометрических наблюдений**

**Аннотация.** В работе рассмотрены временные ряды максимальных модулей стока воды в природно-хозяйственной бассейновой системе реки Сирет, что позволило уточнить их показатели при 1%-й вероятности обеспечения с использованием рек-аналогов. Проведено сравнение величин максимальных модулей стока воды определенных по удлиненными рядами наблюдений с предыдущими показателями значительно более коротких рядов наблюдений. Максимальный модуль стока воды 1%-ной вероятности превышения существенно снижается на всех пунктах наблюдений. Наибольшее значение модуля максимального стока воды 1% вероятности превышения характерно для р.Сирет-г.Сторожинец, наименьшее для р.Михидра-с.Липованы.

**Ключевые слова:** 1%-я вероятность, модуль стока, бассейн-аналог.