

РОЗРАХУНКИ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИЧОРНОМОР'Я

Кічук Н.С.

Одеський державний екологічний університет

Розглядаються умови формування максимальних витрат води дощових паводків на території Причорномор'я, розраховані їх статистичні характеристики.

Ключові слова: максимальний стік річок, дощові паводки, розрахункові модулі стоку.

Вступ. Відповідно до ландшафтно-гідрологічного районування (рис.1.), виконаного в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка В.В. Гребенем [1], розглядувана територія належить до Дністровсько-Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції (Подільсько-Придніпровський височинний ландшафтно-гідрологічний район, III-1-а), степової посушливої ландшафтно-гідрологічної зони (нижня частина басейну Південного Бугу, нижче від впадіння р.Савранки і водозбори річок міжріччя Дністра і Південного Бугу), Нижньобузько-Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції (IV-1), і в крайній південній частині – до Причорноморсько-Приазовської ландшафтно-гідрологічної провінції (Причорноморський низовинний ландшафтно-гідрологічний район, IV-3-а).

Територія відрізняється як за кількістю і співвідношенням тепла й вологи, характером атмосферної циркуляції (для ландшафтно-гідрологічних зон), так і за регіональними характеристиками кліматичного фону й орографічних елементів рельєфу та морфоструктури річкових басейнів (для ландшафтно-гідрологічних провінцій і районів).

Незважаючи на те, що спостереженням за максимальними зливовими витратами води на річках Причорномор'я приділяється значна увага, науково-методичні підходи до розрахунку характеристик максимального дощового стоку залишаються далеко не повністю розв'язаною проблемою. Це зумовлено складністю процесу формування дощового стоку, який залежить від великої кількості змінних у часі і просторі чинників. Недостатньо охоплені спостереженнями невеликі річки та тимчасові водотоки. На процеси формування дощового стоку також може впливати й господарська діяльність людини.

З метою збільшення кількості гідрометеорологічної інформації для аналізу характеристик стоку дощових паводків на річках Причорноморської низовини розглядається територія всього Півдня України. Отже, крім річок Причорномор'я, залучені дані по басейну р.Південний Буг, р.Інгулець та річках Приазовської височини.

Мета даного дослідження полягає у розрахунку та просторовому узагальненні за територією Причорномор'я розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків, які формуються визначними зливами.

Матеріали дослідження. За вихідні взяті матеріали режимних видань по 55 гідрологічних постах за багаторічний період спостережень «Ресурси поверхневих вод СРСР. Т.6. Україна и Молдавия» (вып.1-3), «Основные гидрологические характеристики», «Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші», Ч.1. Річки, вип. 1, «Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші», Ч.1. Річки і канали, Т. II, вип. 1 (Державний водний кадастр, Центральна геофізична обсерваторія) станом на 2010 рік.

Діапазон водозбірних площ охоплює басейни за розміром від 28.2 км² (б. Гаваноси – с. Гаваноси) до 9280 км² (р. Інгулець – с. Могиливка).

Недостатньо вивченими є водозбори з площами до 100 км² та водозбори в діапазоні від 5001 до 10000 км² – їх частка становить лише 7,3%. Найбільша кількість гідрологічних постів (43,6% від загальної їх кількості) мають величини площ водозборів у діапазоні від 101 до 1000 км², а для 41,8% – розміри водозборів коливаються в межах від 1001 до 5000 км².

Важливим показником гідрологічної вивченості території є тривалість стокових спостережень на річках Причорномор'я.

Станом на 2010 р., на досліджуваній території 17 постів (30,9% від загальної кількості) мають ряди спостережень більші за 50 років. Ряди довжиною 21-30 років наявні на 9 постах (16,4%), менші за 20 років – на 8 постах, а менші за 10 років – лише на 4 постах. В основному (51,8% водопостів) часові гідрологічні ряди достатньо тривалі і становлять 25-50 років.

Методика та результати дослідження. Відповідно до рекомендацій СНіП 2.01.14-83 [2], статистична обробка рядів максимальних витрат води, шарів стоку за паводок проводилася з використанням методів моментів і найбільшої правдоподібності та кривих біноміального й трипараметричного гамма-розподілу.



Рис. 1. Схема ландшафтно-гідрологічного районування України [1]

Попередньо всі часові ряди були перевірені на однорідність (середніх значень, дисперсій) і на наявність трендів.

Ряди максимальних витрат води і шарів стоку дощових паводків у своїй більшості виявилися (за середніми значеннями і дисперсіями) неоднорідними.

Різні результати за характером трендів у часових рядах максимальних витрат і шарів паводкового стоку. За знаком трендів виділено три групи річок:

- до першої віднесені рр. Інгул, Соб, Ятрань, Велика Вись, де спостерігається від'ємний тренд у рядах витрат води та додатний – у рядах шарів стоку;

- до другої групи віднесені рр. Савранка та Рів, які мають додатний тренд у рядах шарів стоку, і де відсутній тренд у рядах максимальних витрат води;

- у третій групі (рр. Чорний Ташлик, Чичиклія, Кодима) не виявлено очевидних трендів у рядах шарів стоку і максимальних витрат води, але в них наявні екстремально високі значення цих характеристик.

Наочне просторове уявлення про характер напрямів тенденцій у часових рядах максимальних витрат води дощових паводків можна отримати з рис. 2. На ньому позначені червоним кольором додатні тренди, а синім - від'ємні. В цілому по розглядуваній території відсутня якась загально-

просторова закономірність у напрямках змін часових рядів максимальних витрат води паводків.

Таким чином, просторова закономірність у процесах формування дощових паводків практично відсутня, тим більше, що в останні десятиріччя на водозборах річок не відбувалось суттєвих перетворень (зокрема, регулювання стоку).

Враховуючи викладене, на наш погляд, поки що немає вагомих підстав вважати, що дані по максимальних витратах води і шарах стоку дощових паводків у межах розглядуваної території мають значно порушену стаціонарність. Тому до статистичної обробки залучені всі наявні часові ряди спостережень за характеристиками максимального стоку дощових паводків, до 2010 року включно.

Оскільки нормативним документом СНІП 2.01.14-83 [2] при значеннях $C_v > 0,5$ рекомендовано використовувати метод найбільшої правдоподібності, то в наших подальших розрахунках йому також було віддано перевагу, причому в усьому діапазоні C_v .

Значення коефіцієнтів варіації C_v максимальних витрат води, розрахованих за цим методом, коливаються від 0,59 (р. Ялпуг – з.ст. Комрат) до 4,46 (р. Чорний Ташлик – с. Піщаний Брід). Значення коефіцієнтів асиметрії максимальних витрат води C_s змінюються від 0,16 (р. Ялпуг – з.ст. Комрат) до 11,25 (р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка); співвідношення C_s/C_v можна осереднити і прийняти на рівні 3,0.

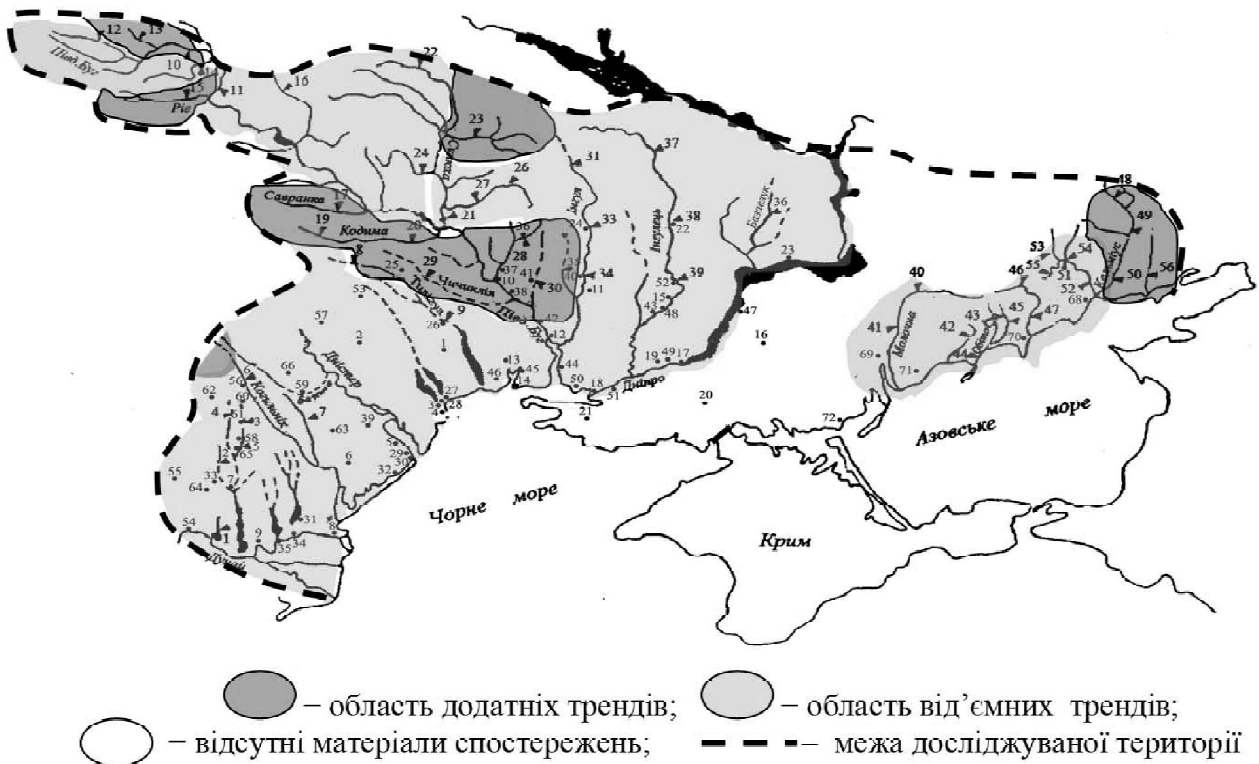


Рис. 2. Оцінка значущості трендів часових рядів максимальних витрат води в басейнах річок Півдня України

З урахуванням отриманих співвідношень C_s/C_v для максимальних витрат води, використовуючи криві трипараметричного гамма-розподілу, отримані відповідні розрахункові величини різної ймовірності перевищення. Аналогічні величини визначені й при застосуванні кривої біноміального розподілу Пірсона III. Розбіжності між результатами не виходять за межі точності вихідної інформації по максимальному стоку річок.

Аналізуючи одержані результати, можна відзначити, що найбільші значення максимальних модулів стосуються до рік Кагул (1,67) Малий Кальчик (0,51), а найменші - Грузький Єланчик, Молочна, Тилигул (0,01).

На практиці зазвичай не обмежуються розрахунком максимальних витрат води тільки 1%-ної ймовірності перевищення. Для переходу до інших забезпеченостей рекомендуються перехідні коефіцієнти I_p (табл.), одержані із залежності $Q_p = f(Q_1\%)$.

Як показали розрахунки, часові ряди спостережених максимальних витрат води, на основі яких були визначені величини C_v і C_s для більшості створів, характеризуються, насамперед, великою мінливістю й мають значну додатню асиметрію. При цьому для деяких річок окремі найбільші дощові витрати води, зареєстровані за період спостережень, різко відрізняються за своїми величинами. Тому для уточнення одержаних статистичних характеристик стоку дощових паводків було застосовано метод повторюваності

екстремумів або забезпеченості забезпеченостей [3].

З метою уточнення величин $q_1\%$ спочатку по кожному посту були визначені максимальні за період спостережень значення витрат води Q_m і модулів стоку q_m . Після цього здійснено узагальнення q_m у вигляді їх залежності від площ водозборів (рис. 3).

З урахуванням отриманої редуційної залежності формулу для розрахунку максимальних модулів стоку можна записати у вигляді

$$q_m = q'_m / (F + 1)^{0,68}$$

де q'_m – максимальний модуль схилового припливу за період спостережень; F – площа водозборів;

Далі, для значень $q'_m = q_m (F + 1)^{0,68}$, розташованих в убутному порядку, за методом забезпеченості забезпеченостей, згідно з рівнянням [3]

$$P(x) = 1 - [1 - P_{p(x)}]^{1/n}$$

розрахована забезпеченість максимальних членів вибірки і побудована крива забезпеченості (рис. 4). За цією кривою забезпеченості $q_1\% = 10 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$.

На основі кривої трипараметричного гамма-розподілу були визначені $q_1\%$ по кожному пункту, які в подальшому узагальнені у вигляді залежності від площ річкових водозборів (рис. 5). Описується вона рівнянням:

Перехідні коефіцієнти від максимальних витрат води дощових паводків опорної (P=1%) забезпеченості до інших забезпеченостей (P%)

P%	1,0	3,0	5,0	10
λ_p	1,0	0,65	0,52	0,36

$$q_{1\%} = \frac{q'_{1\%}}{(F+1)^{0,73}}$$

З урахуванням цієї редуційної залежності, отримані одновідсоткові квантили $q'_{1\%}$ були повторно узагальнені по території за допомогою методу забезпеченості забезпеченостей [3]. Відповідна крива забезпеченості $q'_{1\%} = f(P)$ наведена на рис. 6.

Розрахункове значення для всієї території Причорномор'я $q'_{1\%}=14 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$. Виходячи з (3), з урахуванням $q'_{1\%}=14 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ та $n=0,73$, уточнені розрахункові значення $q_{1\%}$.

Раніше зазначалося, що невеликі водозбори ($F < 100 \text{ км}^2$) майже не висвітлені матеріалами спостережень за гідрологічним режимом річок досліджуваної території. Проте, наявна методика [4], за допомогою якої можна ліквідувати цей недолік. Відповідно до неї розрахунки проводяться за формулою:

$$q'_m = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{H_m \eta_0}{T_0}$$

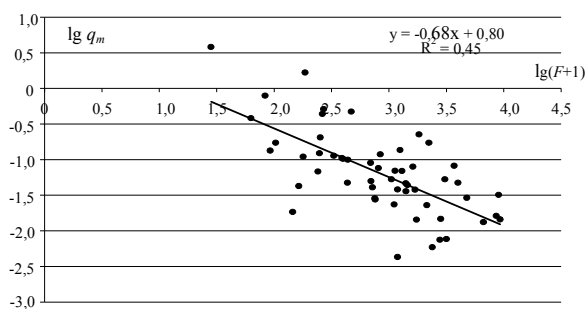


Рис. 3. Залежність максимальних модулів стоку паводків від площі водозборів річок Причорномор'я

Для території, що розглядається, значення тривалості припливу води зі схилів, як показано в працях [5, 6], можна осереднити і вважати такими, що дорівнюють 2,5 год, коефіцієнт нерівномірності $n+1/n$, згідно з [7], береться на рівні 3,5. Значення максимальних добових опадів 1%-ної забезпеченості також були визначені в рамках просторового узагальнення із застосуванням методу сумісного аналізу ($H=1\% = 100 \text{ мм}$), а коефіцієнти стокоутворення h_0 у першому районі дорівнюють 0,4, а в другому – 0,7 [4].

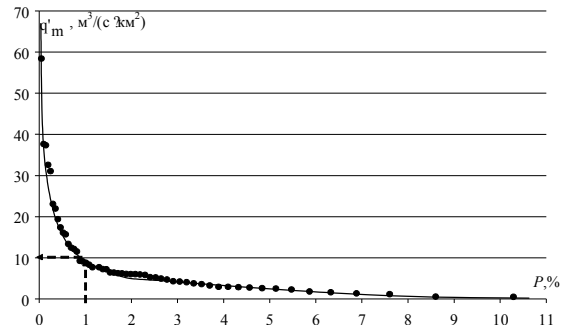


Рис. 4. Крива забезпеченості просторового розподілу максимальних модулів схилового припливу на території Причорномор'я

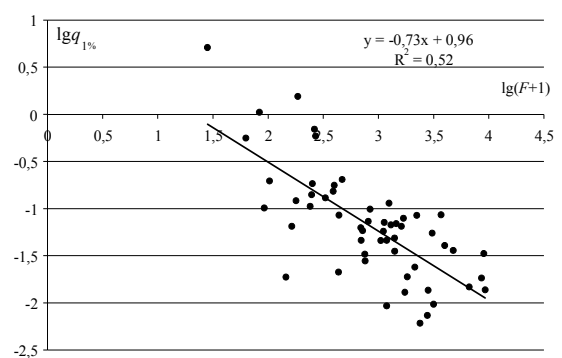


Рис.5. Залежність максимальних модулів стоку паводків 1%-ої забезпеченості від площ водозборів річок Причорномор'я

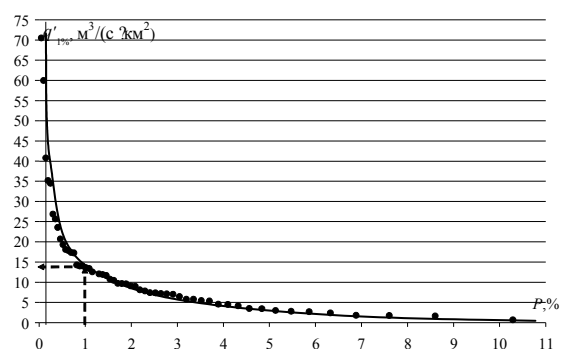


Рис. 6. Крива забезпеченості просторового розподілу 1%-них квантилів максимальних модулів схилового припливу для території Причорномор'я

Отримані за [4] такі розрахункові значення $q'_{1\%}$: для першого району $q'_{1\%}=15,7 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$, для другого – $q'_{1\%}=27,4 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$. Регіональні рівняння для уточнення розрахункових модулів стоку $q_{1\%}$ при отриманих величинах $q'_{1\%}$ мають

такий вигляд:

- для першого району

$$q_{1\%} = \frac{15,7}{(F+1)^{0,73}}$$

для другого району

$$q_{1\%} = \frac{27,4}{(F+1)^{0,73}}$$

Визначені за (6) і (7) максимальні модулі паводків $q_{1\%}$ змінюються від 1,34 (б.Гаваноси - с.Гаваноси) до 0,02 (Інгулець - с.Могилівка, м.Кривий Ріг). Саме вони пропонуються для нормування розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків на території Причорномор'я.

Висновки:

Головними особливостями природних умов формування паводкового стоку і його режиму на річках Причорномор'я є інтенсивна зливова діяльність, обумовлені процесами атмосферної циркуляції і характером орографічного розташування території.

Статистичні параметри часових рядів витрат води і шарів паводкового стоку через обмежену

тривалість потребують уточнення з використанням метеорологічних даних, які формують паводки.

Для досліджуваної території обґрунтовані модулі схилового припливу забезпеченістю $P=1\%$. Максимальні їх значення для екстремально високих дощових паводків ($P=1\%$) становлять: у першому районі (південь лісостепової і степова зони) $15,7 \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$, а в другому (лісостепова зона) – $27,4 \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$.

Список літератури

1. Гребінь В.В Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз)/ В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
2. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.
3. Калинин Г.П. Проблемы глобальной гидрологии / Г.П. Калинин. –Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 376 с.
4. Кічук Н.С. Максимальний стік дощових паводків на Півдні України та його розрахункові характеристики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія»/ Н.С. Кічук. - Одеса, 2013. - 20 с.
5. Вишневецький П.Ф. Зливи і зливовий стік на Україні / П.Ф. Вишневецький. –К.: Наукова думка, 1964. – 230 с.
6. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. – Одесса: ТЭС, 2002.- 110с.
7. Швебе Г.І., М.І.Єгошин. Каталог річок та водойм України. Навчально-довідковий посібник. – Астропринт, Одеса. 2003. – 389с.

Кічук Н. Расчеты максимальных расходов дождевых паводков на территории Причерноморья. Рассмотрены условия формирования максимальных расходов воды дождевых паводков на территории Причерноморья, рассчитаны их статистические характеристики.

Ключевые слова: максимальный сток рек, дождевые паводки, расчетные модули стока.

Kichuk N. Calculation maximum discharges rain floods in territory of Prichernomorje. The terms of forming of maximal discharges of rain floods are considered on territory of Prichernomorje and their statistic characteristics are calculated.

Key words: the maximum river flow, rain floods, calculate modulus of runoff.