

Обґрунтування характеристик схилового припливу в період весняного водопілля на річках правобережжя Дністра

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса
e-mail: valeri.o@mail.ru, knopka210689@mail.ru

Анотація. Отримані розрахункові значення характеристик схилового припливу в період весняного водопілля на річках правобережжя Дністра. Розглянутий можливий вплив місцевих факторів на отримані величини складової максимального модуля схилового припливу, здійснено узагальнення цього параметра по території.

Ключові слова: характеристики схилового припливу, правобережжя Дністра, весняне водопілля.

Вступ

Визначення характеристик максимального стоку для річок басейну Дністра є завжди актуальною задачею оскільки практично кожний рік тут спостерігаються паводки різного походження, які призводять до негативних наслідків як в економіці регіону так і житті його населення.

На даний час існує значна кількість методів розрахунку максимального стоку річок. Свого часу цим питанням займалися такі видатні українські вчені-гідрологи як А.В.Огієвський, Й.А.Железняк, П.Ф.Вишневський, А.М.Бефані, В.І.Мокляк, Є.Д.Гопченко та ін. [1-3]. В Одеському державному екологічному університеті на протязі багатьох років існує школа прикладної гідрології засновником якої є проф.Бефані А.М., а на протязі останнього часу її очолює проф.Гопченко Є.Д. Свого часу ним сумісно з учнями був проведений ретельний аналіз сучасних методів визначення максимального стоку [1-3], та запропонована операторна модель формування максимального стоку, яка дозволяє в повній мірі врахувати усі стокоформуючі фактори та може бути застосована незалежно від площі водозборів та походження паводку.

Схилловий приплив є одним з двох операторів, що складають цю модель. Перший оператор (схилловий стік) описується характеристиками підстильної поверхні схилів, а другий - трансформацію схилового припливу річковою мережею (через час руслового добігання, русло-заплавне регулювання і під впливом озер, водосховищ і ставків проточного типу). Отже від правильного визначення характеристик схилового припливу (шару стоку весняного водопілля, тривалості припливу води зі схилів у цей період, та коефіцієнта, який враховує форму схилового гідрографа) залежить подальший розрахунок величин максимальних витрат води заданої забезпеченості.

Метою даного дослідження є визначення характеристик схилового припливу для річок правобережжя Дністра що дозволить розрахувати граничні максимуми схилового припливу підчас проходження весняного водопілля.

Матеріали і методи

Для обґрунтування шуканих величин для річок правобережжя Дністра використовувалися дані по 33 водозборах з діапазоном площ від 35,1 (р.Дуба - с.Дуба) до 9910 км² (р.Дністер - смт. Журавне) і періодами спостережень від 19 до 68 років (по 2010 рік включно). Карта – схема розміщення гідрологічних постів наведена на рис.1.

Максимальний модуль схилового припливу, який відображає взаємозв'язок між собою характеристик гідрографів схилового припливу, описується рівнянням виду [1-3]:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \cdot \frac{1}{T_0} Y_m \quad (1)$$

де Y_m – загальний шар припливу; T_0 – тривалість схилового припливу; $(n+1)/n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу.

Визначення шару стоку, першого параметра у формулі (1), за період весняного водопілля не представляє труднощів, оскільки відомості про величини Y_m публікуються в спеціальній і довідковій літературі. Що стосується тривалості припливу води зі схилів в руслову мережу T_0 і коефіцієнта нерівномірності схилового припливу $(n+1)/n$, то проблема полягає в тому, що безпосереднє вимірювання схилової водовіддачі на сучасному етапі досліджень практично не проводиться. Проте, можливо рішення зворотної задачі шляхом ретрансформації руслового гідрографа або в результаті чисельного визначення невідомих параметрів.

У цьому дослідженні застосовано метод, запропонований в роботі Гопченко Є. Д. [4] для визначення $(n+1)/n$ через елементи руслового гідрографа, зокрема, через коефіцієнт нерівномірності руслового стоку $(n+1)/n$, верхнє граничне значення якого при $F \rightarrow 0$ являє собою шуканий параметр нерівномірності схилового гідрографа $(n+1)/n$.

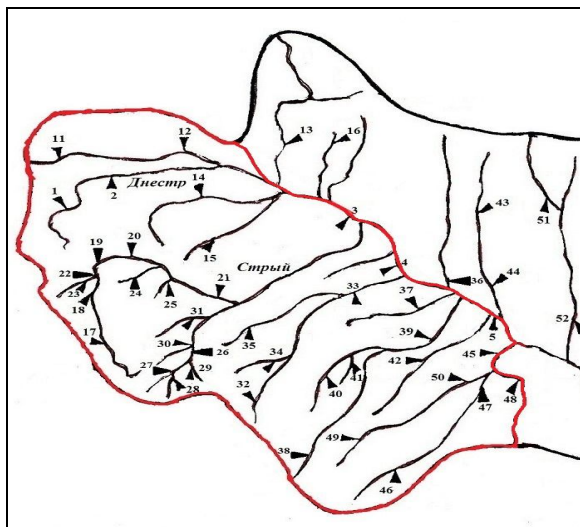


Рис.1. Карта – схема розміщення гідрологічних постів на річках правобережжя Дністра

У ряді робіт [1-3,5] рекомендується обчислювати $(m+1)/m$ через середні максимальні характеристики: $\bar{Q}_m, \bar{Y}_m, \bar{T}_n$, тобто:

$$\frac{m+1}{m} = \frac{\bar{Q}_m \bar{T}_n}{\bar{Y}_m F} 86,4 \quad (2)$$

де \bar{Q}_m – середня максимальна витрата води, м³/с; \bar{T}_n – тривалість водопілля (паводків), діб; \bar{Y}_m – середній максимальний шар стоку за водопілля або паводок, мм; F – площа водозбору, км².

Саме за формулою (2) нами і було розраховано параметр $(m+1)/m$.

Тривалість припливу води зі схилів у руслову мережу T_0 є однією з основних характеристик водопіль і паводків. У двооператорній схемі трансформації схилового припливу у русловий гідрограф тривалість схилового припливу T_0 , за інших однакових умов, визначає, насамперед, ступінь зарегулювання стоку на схилах.

Фізичний зміст T_0 визначено досить чітко - це основа схилових гідрографів. Однак, через рідкісну мережу воднобалансових станцій і високої мінливості по території T_0 скористатися настільки простим прийомом не вдається. Тому заслуговує на увагу спосіб чисельного знаходження в рамках формули А.М.Бєфані, розроблений Є.Д.Гопченко [6]. Базові рівняння для обчислення T_0 мають вигляд:

а) при $t_p < T_0$

$$T_0 = \left(\frac{\varepsilon_F Y_m}{n q_m} \right)^{\frac{n+1}{n}} \left[(n+1)T_0 - \frac{m_1+1}{n+m_1+1} t_p^n \right]^{\frac{1}{n+1}} \quad (3)$$

б) при $t_p \geq T_0$

$$T_0 = \left[\left(\frac{m_1+n+1}{n+1} - \frac{q_m}{Y_m \varepsilon_F} t_p \right) \frac{m_1(n+m_1+1)}{n+1} t_p^{m_1} \right]^{\frac{1}{m_1}} \quad (4)$$

Де q_m - максимальний модуль стоку за водопілля, t_p - час руслового добігання, ε_F - коефіцієнт русло-заплавного водообміну і регулювання, m_1 – показник степеня в рівнянні кривої ізохрон.

Результати та обговорення

Розглянемо кожну складову рівняння (1) окремо. Для визначення шару стоку за період весняного водопілля річок правобережжя Дністра зібрані матеріали за даними 33 водозборів, проведена стандартна статистична обробка рядів [7,8] після чого досліджено можливий вплив зональних та азоняльних факторів (широти, залісеності, заболоченості,) на досліджувані величини (рис.2-5).

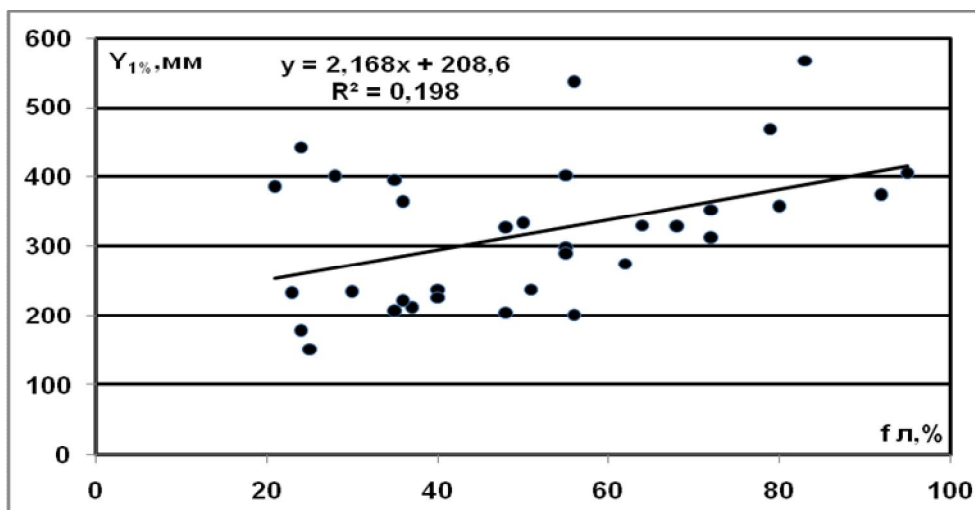


Рис.2. Залежність шару стоку весняного водопілля Y_{1%} від залісеності водозборів fл

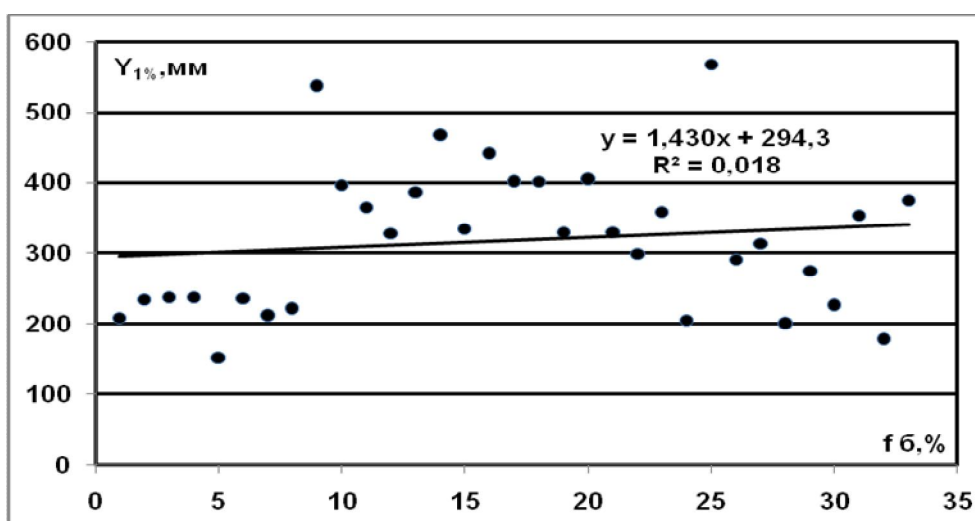


Рис.3. Залежність шару стоку весняного водопілля Y_{1%} від заболоченості водозборів fб

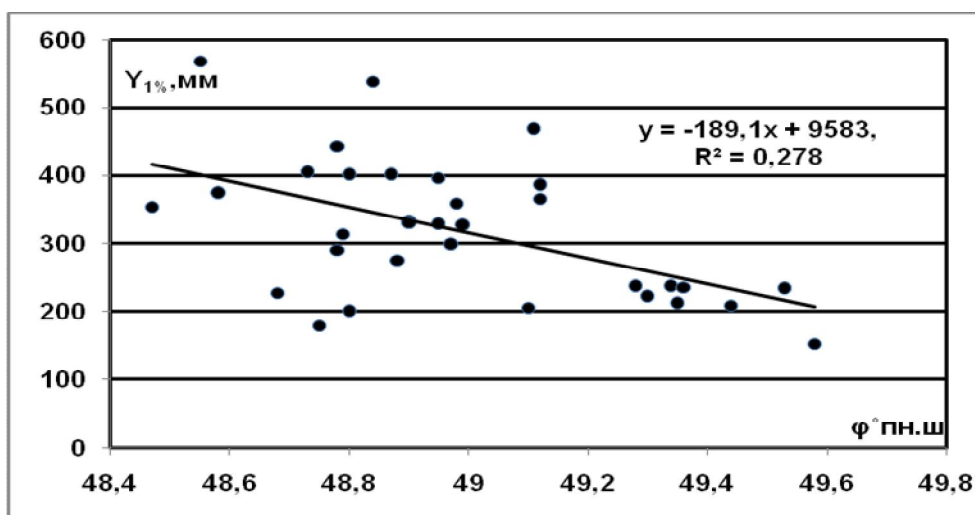


Рис.4. Залежність шару стоку весняного водопілля Y_{1%} від широти центрів тяжіння водозборів ф°

У результаті отриманий однозначний висновок про те, що основним чинником, що визначає розподіл по території максимальних шарів стоку весняного водопілля, є середня висота водозборів.

Отже, для розрахунку максимального шару стоку в період весняного водопілля на річках правобережжя Дністра пропонується рівняння, що враховує середню висоту водозбору.

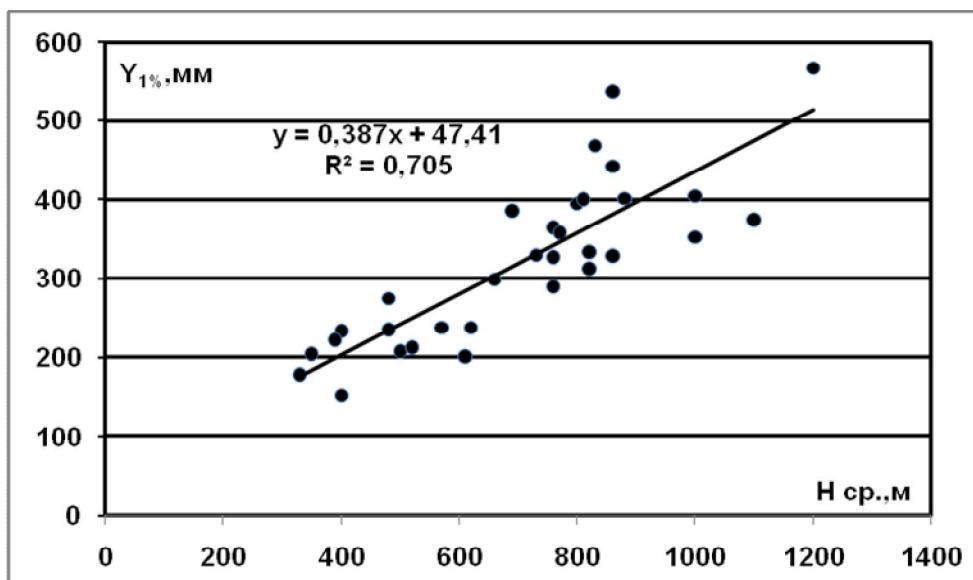


Рис.5. Залежність шару стоку весняного водопілля $Y_{1\%}$ від середньої висоти водозборів H_{cp}

Оскільки розрахунки характеристик максимального стоку ведуться на задану забезпеченість, а саме 1%, то представлені величини $Y_{1\%}$ будуть розраховані як:

$$Y_{1\%} = 47,7 + 0,39H_{cp} \quad (5)$$

де H_{cp} – середня висота водозбору, м.

Розраховані за формулою (2) величини $Y_{1\%}$ коливаються в межах від 200 мм (р.Тисмениця - м.Дрогобич) до 515 мм (р.Лімниця - х.Осмолода). Точність розрахунків складає 15,6%.

Для річок правобережжя Дністра коефіцієнти $(m+1)/m$ змінюються в досить широких межах - від 2,73 до 8,28, але переважно знаходяться в діапазоні 3.0-5.0. Дуже високі величини насамперед, характерні для малих водозборів (рис.6), для яких помилки у встановленні T_n будуть тим більше, чим менше водозбірна площа. В ході розрахунків побудована залежність, яка дозволяє досить просто екстраполювати її на вісь ординат з метою встановлення $(n+1)/n$. Для річок правобережжя Дністра $(n+1)/n$ можна прийняти рівним 7,8, звідки $n=0,15$.

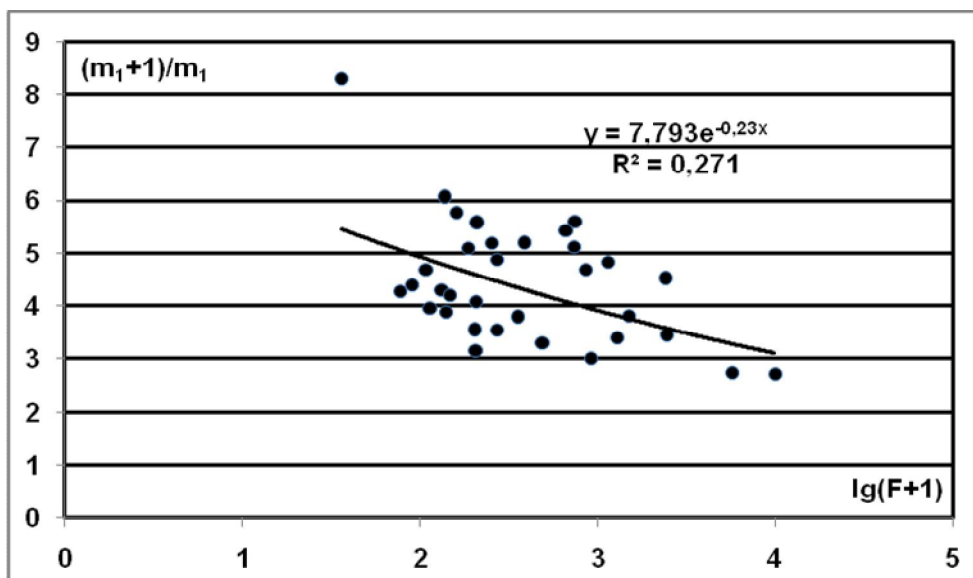


Рис.6. Залежність коефіцієнтів нерівномірності руслового стоку від площі водозборів річок правобережжя Дністра

Тривалість схилового припливу T_0 визначалася чисельним методом з використанням програмного комплексу «Сагуар», розробленого на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ [5].

Алгоритм розв'язування будується таким чином, що на першому етапі наближення виконуються розрахунки значень T_0 при $\epsilon_F=1$. За отриманими значеннями T_0 будується залежність $T_0=f[\lg(F+1)]$.

Екстраполяція цієї залежності на вісь ординат дозволяє орієнтовно оцінити T_0 . Наступним етапом є побудова залежності $\varepsilon_F=f(F)$, яка дозволяє визначити відповідні значення ε_F для кожного поста перед другим етапом розрахунків.

Потім повторюється процедура знаходження шуканих значень T_0 на другому етапі наближення.

Отже, остаточні значення шуканої величини T_0 були отримані по всім 33 водозборам і змінюються вони в межах від 66 (р. Дуба - с.Дуба) до 466 годин (р. Лімниця - х.Осмолода). Дослідження впливу різних факторів на тривалість схилового припливу показало, що також як і у випадку шарів стоку, основним чинником є висота місцевості.

Таким чином, визначені всі складові вихідного виразу (1) і отримані розрахункові значення максимальних модулів схилового припливу q'_m . Для річок території, яка розглядається вони коливаються в широких межах – от 6,47 м³/с·км² (р. Болухівка - с.Томашівці) до 40,7 м³/с·км² (р. Стрий – смт. Верхнє Синьовидне). Оскільки всі складові даної величини, як показано вище, мають досить чітку залежність від висоти місцевості, то було досліджено залежність самого максимального модуля схилового припливу q'_m від цього фактору (рис.7).

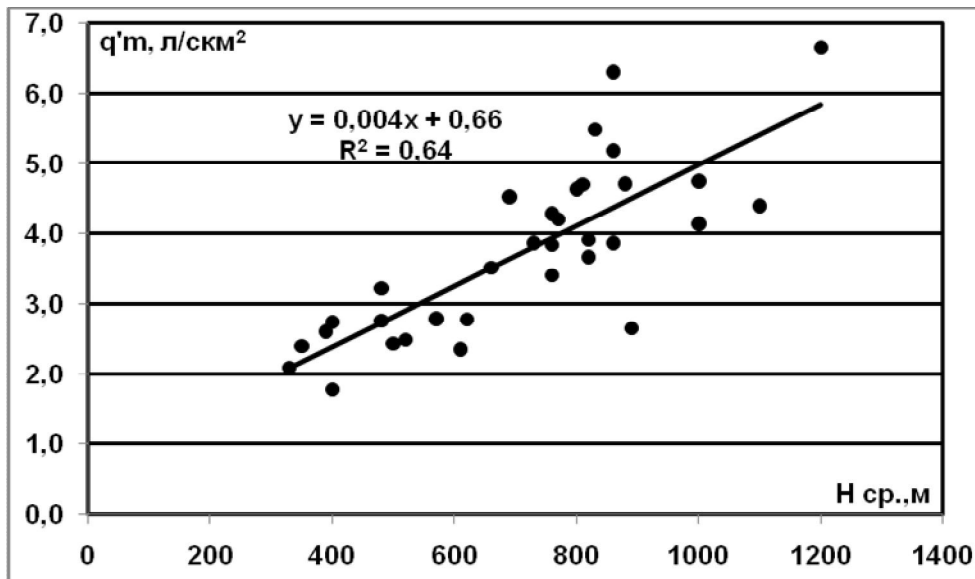


Рис.7. Залежність максимального модуля схилового припливу q'_m від середньої висоти водозборів річок правобережжя Дністра.

Як добре ілюструє рис.7, залежність виражена досить чітко, зі значущим коефіцієнтом кореляції ($r=0.80$) і може бути використана для визначення максимальних модулів схилового припливу невивчених річок досліджуваної території. Розрахункове рівняння представлено нижче:

$$q'_m = 0,66 + 0,04H_{cp} \quad (6)$$

В цілому, отримані розрахункові характеристики схилового припливу в подальшому будуть використані при обґрунтуванні регіональної методики визначення максимального стоку весняного водопілля річок правобережжя Дністра.

Висновки

Обґрунтування характеристик схилового припливу в період весняного водопілля є одним з основних етапів при розробці методики для визначення максимального стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок.

Використання прямих методів визначення характеристик припливу води зі схилів до руслової мережі обмежено практичною відсутністю даних воднобалансових станцій.

Для річок правобережжя Дністра, з використанням даних спостережень останніх років, визначені всі основні складові схилового припливу (шар стоку, тривалість схилового припливу та коефіцієнт його часової нерівномірності).

Основним фактором, який впливає на просторовий розподіл характеристик схилового припливу на території правобережжя Дністра є висота місцевості.

Отримані граничні максимуми схилового припливу можуть бути використані при обґрунтуванні гідротехнічних проектів на річках досліджуваної території, а в разі відсутності спостережень пропонується використовувати розрахункове рівняння (6).

Література

1. Гопченко Е. Д. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины / Е. Д. Гопченко, В. А. Овчарук. – Одесса: ТЭС, 2002. – 110 с.
2. Гопченко Е. Д. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности / Е. Д. Гопченко, М.Е. Романчук. – Київ : КНТ, 2005. – 148 с
3. Гопченко Е. Д. Развитие представителями Одесской научной школы теоретической и прикладной гидрологии учения о максимальном стоке / Е. Д. Гопченко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. - Вип. 50, ч. 2. – С. 5 – 13.
4. Гопченко Е. Д. Обоснование параметров редуцированной формулы для расчета максимального стока рек / Е. Д. Гопченко // Водные ресурсы. – 1976. – № 4. – С. 34 - 40.
5. Андреевская Г. М. О форме графиков притока воды со склонов в русловую сеть / Г. М. Андреевская, Е. Д. Гопченко, В. А. Овчарук // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 1996. – Вып.33. – С.106-110.
6. Гопченко Е. Д. О редукиции максимальных модулей дождевого стока по площади / Е.Д. Гопченко // Метеорологія та гідрологія. – 1975. – №2. – С. 66-71.
7. Овчарук В. А. Дослідження стаціонарності часових рядів весняного водопілля на річках Карпатського регіону. Ресурси природних вод Карпатського регіону / В. А. Овчарук, А. В. Траскова // Проблеми охорони та раціонального використання / Матеріали Дванадцяті Міжнародної науково – практичної конференції: збірник наукових статей. – Львів, 30-31 травня, 2013 р. – Львів: ЛВДЦНП, 2013. – С.52-55.
8. Овчарук В. А. Статистичні параметри часових рядів максимальних витрат і шарів стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер / В. А. Овчарук, А. В. Траскова // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2013. – Вип.16. – С.141-148.

Анотация. В. А.Овчарук, А. В.Траскова **Обоснование характеристик склонового притока в период весеннего половодья на реках правобережья Днестра.** Получены расчетные значения характеристик склонового притока в период весеннего половодья на реках правобережья Днестра. Рассмотрено возможное влияние местных факторов на полученные величины составляющей максимального модуля склонового притока, осуществлено обобщение этого параметра по территории.

Ключевые слова: характеристики склонового притока, правобережья Днестра, весеннее половодье.

Abstract. V. A. Ovcharuk, A. V.Traskova **Substantiation of the characteristics of slope inflow during a spring high water on the right bank of the river Dniester.** The received calculated values of the characteristics of slope inflow during a spring high water on the right bank of the river Dniester. The possible influence of local factors on the obtained values of maximum component module overland inflow, by generalization of this parameter in the territory.

Keywords: characteristics of slope inflow, the right bank of the Dniester, spring flood.

Поступила в редакцию 24.01.2014 г.