

УДК 556.165

**Лобода Н.С., Пилип'юк В.В.**

*Одеський державний екологічний університет, м. Одеса*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РІЧОК ПСЕЛ ТА ВОРСКЛА З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПІДСТИЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ НА БАЗІ МОДЕЛІ «КЛІМАТ - СТІК»**

*Ключові слова: водно-тепловий баланс, кліматичний стік, природний стік, коефіцієнти впливу підстильної поверхні*

**Актуальність теми.** обумовлена необхідністю розробки методів розрахунків та прогнозування стоку в умовах змін глобального клімату [1]. Сучасні сценарії потепління передбачають зміни метеорологічних характеристик. Отже, з метою прогнозування стану водних ресурсів необхідно використовувати математичні моделі, які описують гідрологічні процеси у їх залежності від кліматичних чинників формування стоку [2]. Моделі такого типу набули назву моделей «клімат - стік».

**Стан проблеми.** В Одеському державному екологічному університеті під керівництвом Є.Д. Гопченка та Н.С. Лободи розроблено модель розрахунків характеристик річного стоку річок України при відсутності або недостатності даних спостережень, а також при їх значній трансформації водогосподарською діяльністю [3,4]. Особливістю моделі є використання на її вході метеорологічних даних. Математична модель базується на рівняннях водно-теплого та водогосподарського балансів із застосуванням імітаційного стохастичного моделювання. Розроблена модель відноситься до моделей типу «клімат-стік» [5]. Вона дозволяє виконувати оцінки водних ресурсів України у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах, а також при змінах глобального клімату [6]. Методи розрахунків характеристик природного та побутового річного стоку при відсутності або недостатності даних спостережень увійшли до складу проекту нових Державних будівельних норм України "Визначення розрахункових гідрологічних характеристик".

Складові рівняння водно-теплого балансу (річні норми максимально можливого випаровування, опадів, кліматичного стоку) були представлені у виді карт ізоліній [7]. Ці просторово-часові узагальнення відповідають кліматичним умовам минулого сторіччя, які мали місце до початку суттєвих змін температурного режиму на території України, тобто до 1989р. (за В.В. Гребінем) [8]. Вони можуть розглядатися як базові при оцінці змін водних ресурсів за кліматичними сценаріями [9]. Середні багаторічні значення річного стоку, розраховані за рівнянням водно-теплого балансу на основі метеорологічних даних, отримали назву кліматичного стоку. Установлено, що норма кліматичного річного стоку відповідає зональному природному стоку (у межах  $\pm 10\%$ ). На малих та середніх водозборах норми кліматичного річного стоку можуть суттєво відрізнитись від природного через вплив підстильної поверхні. Для переходу від кліматичного (зонального) стоку до природного отримуються поправочні коефіцієнти та їх регіональні залежності від чинників підстильної поверхні [10].

**Метою роботи** є визначення норм річного кліматичного стоку для водозборів річок Псел та Ворскла та розробка регіональних залежностей, які дозволяють оцінити коефіцієнти переходу від норм річного кліматичного стоку до природного за показниками підстильної поверхні.

**Матеріали та методи.** У роботі використані матеріали по 161 метеорологічним станціям, розташованим на північному сході України та на території Російської Федерації, де знаходяться верхів'я річок Псел та Ворскла [11,12]. Норми кліматичного стоку розраховувались за рівнянням водно-теплового балансу у редакції В.С. Мезенцева [13]

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[ 1 + \left( \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (1)$$

де  $\bar{Y}, \bar{X}, \bar{E}_m$  - середні багаторічні величини (норми) річного стоку, опадів та максимально можливого випаровування (теплоенергетичного еквівалента), відповідно;  $n$  - інтегральний показник умов формування стоку, який приймається рівним 3.

Величина  $\bar{E}_m$  (максимально можливе випаровування) обчислювалась через прибуткову частину теплового балансу земної поверхні

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2), \quad (2)$$

де  $R^+$  - додатна (прихідна) частина радіаційного балансу;  $P^+$  - додатна складова турбулентного теплообміну або тепло, що приходить на ділянку суші в зв'язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло;  $B_1 - B_2$  - зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті  $\Delta B$ );  $L$  - приховане тепло пароутворення.

Характеристика  $LE_m$  являє собою граничні ресурси енергії ("теплоенергетичні ресурси клімату"), які забезпечують процес випаровування у заданих кліматичних умовах. Величина  $E_m$ , яка входить до (2), отримала назву "теплоенергетичний еквівалент" або "максимально можливе випаровування" і являє собою шар води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені усі теплоенергетичні ресурси клімату  $LE_m$  [14]

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L}. \quad (3)$$

Певні труднощі при розрахунках за формулою (2) викликало визначення ( $B_1 - B_2$ ) – зміна запасів тепла у діючому шарі ґрунту. Але у цілому за рік і тим більше за багаторічний період виконується умова  $B_1 - B_2 = 0$ , звідки:

$$E_m = \frac{R^+ + P^+}{L}. \quad (4)$$

Для території України Є.Д. Гопченком та Н.С.Лободою за даними актинометричних станцій були розраховані середні багаторічні значення  $\bar{E}_m$  та отримана залежність величини  $\bar{E}_m$  від норм середньої місячної температури повітря за теплий період (травень – вересень), коли переважає антициклональна погода з малою хмарністю і слабкими вітрами

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_V^{IX} T_M - 307, \quad (5)$$

де  $\sum_{V}^{IX} T_M$  - сума норм середньої місячної температури повітря за теплий період (травень – вересень).

За даними про опади та температури повітря на основі формули (1) були визначені норми річного кліматичного стоку для кожної метеостанції водозборів річок Псел та Ворскла й прилеглих до них територій.

**Отримані результати та їх обговорення.** Установлено, що норма кліматичного стоку у межах басейнів річок Псел та Ворскла, визначена за метеорологічними даними минулого сторіччя, змінювалася від 130 мм у верхів'ї до 40 мм при впадінні річок у Дніпро (рис. 1). На той час норми річних опадів у басейнах річок Псел та Ворскла зменшувалися від 700 мм до 500 мм у напрямку північний схід – південний захід, норми максимально можливого випаровування зростали від 875 до 775 мм.

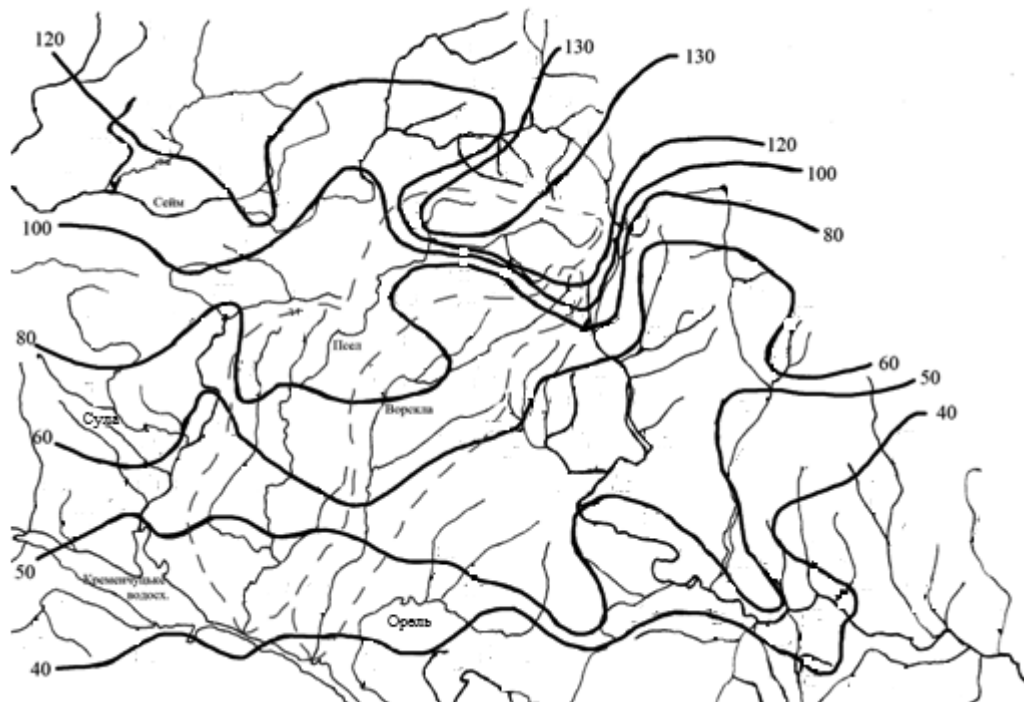


Рис. 1. Норми річного кліматичного стоку, мм, на території басейнів річок Псел та Ворскла (граничі водозборів Псел та Ворскла показані пунктиром)

З метою урахування впливу чинників підстильної поверхні для досліджуваних водозборів були визначені коефіцієнти переходу  $K = \frac{\bar{Y}_{ПП}}{\bar{Y}_K}$  від норм кліматичного  $\bar{Y}_K$

стоку до природного  $\bar{Y}_{ПП}$ . Норми природного стоку річок бралися із літературних джерел [15,16]. В результаті були отримані коефіцієнти переходу для 7 водозборів річки Псел (площа водозбору змінюється від 1100 км<sup>2</sup> до 21800 км<sup>2</sup>) та 11 водозборів річки Ворскла (площа розглянутих водозборів змінюється від 56 км<sup>2</sup> до 13500 км<sup>2</sup>). Надалі виконувався пошук зв'язків установлених коефіцієнтів  $K$  з показниками дії підстильної поверхні на базі регресійного аналізу. Як предиктори розглядались лісистість, заболоченість, середня висота водозбору, площа водозбору. Установлено, що перехідні коефіцієнти  $K$  залежать від площ водозборів. Площа водозбору за А.М. Бефані [17] є інтегральним показником впливу підстильної поверхні. Як правило, вплив підстильної поверхні є

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)

статистично значущим для водозборів із площею меншою другої критичної  $F < F_{2KP}$ . Другою критичною є площа водозбору  $F_{2KP}$ , при якій річка отримує стійке підземне живлення.

На рис. 2 представлені залежності, які описують лінійний зв'язок між коефіцієнтами переходу  $K$  та площею водозбору. З рисунку видно, що характер отриманих залежностей для Псела та Ворскли різний. Водозбір р. Псел відноситься до області від'ємних виправлень ( $K < 1$ ), а водозбір р. Ворскла – до області додатних виправлень  $K > 1$ . На основі аналізу даних по малих та середніх водозборах Є.Д. Гопченком та Н.С. Лободою було встановлено, що до області від'ємних виправлень відноситься зона мішаних лісів України, де основною причиною різниці між кліматичним та природним стоком є недостатнє дренавання руслом річки водоносних горизонтів підземних вод. Чим більша площа водозбору, тим більше ерозійне врізання русла річки у земну поверхню і тим більше водоносних горизонтів зони активного водообміну її живить. При площі водозбору  $F \geq F_{2KP}$  підземне живлення річки стає стабільним (за термінологією В.В. Гребіня річка отримує “глибоке (постійне) підземне живлення” [8]).

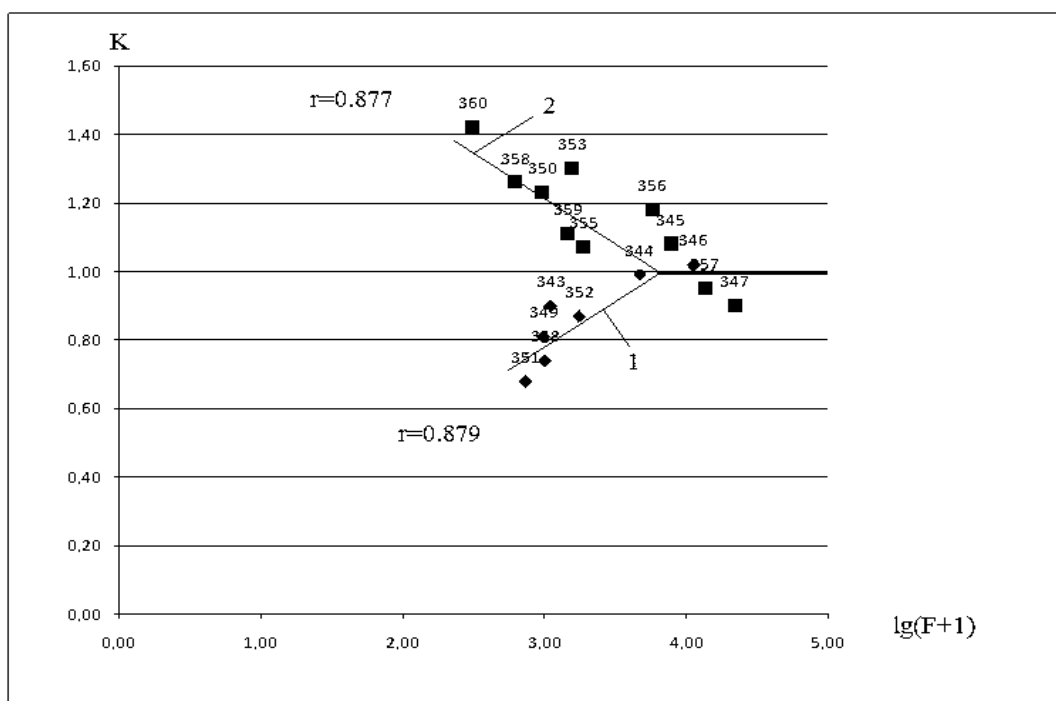


Рис. 2. Залежність коефіцієнтів переходу від логарифму площі водозбору (1-р.Псел;2-р.Ворскла)

До області додатних виправлень ( $K > 1$ ) Є.Д. Гопченком та Н.С. Лободою були віднесені водозбори лісостепу та Північного степу, де внесок підземних вод у живлення річок незначний, а сумарний річний стік визначається, головним чином, весняним водопіллям. Через нерівномірність розподілу снігового покриву під впливом вітру, діюча площа, на якій відбувається формування основного об'єму стоку, концентрується у межах малих та середніх водозборів. Як наслідок, річні норми природного стоку малих та середніх водозборів перевищують зональний (кліматичний) стік.

Показником співвідношення ресурсів тепла та вологи на водозборі може бути коефіцієнт  $\beta_X = \frac{\bar{X}}{\bar{E}_m}$ , який має назву показника зволоженості або посушливості.

Згідно рекомендаціям В.С.Мезенцева та Дж. Родди [18]. при  $0.8 \leq \beta_X < 1.0$  розглядувана територія відноситься до зони достатнього зволоження, а при  $0.5 \leq \beta_X < 0.8$  – до зони недостатнього. Для водозборів річок Псел та Ворскла значення  $\beta_X$  наближаються до 0.8, при цьому водозбір річки Псел за видом залежності  $K = f[\lg(F + 1)]$  поводить себе як водозбір зони достатнього зволоження, а р. Ворскла – як зони недостатнього.

Таким чином, водозбір р. Псел можна віднести до водозборів з від'ємними виправленнями ( $K < 1$ ) до норми кліматичного стоку; тобто стік малих та середніх річок менший зонального, що пояснюється недостатнім їх підземним живленням. Розрахункове рівняння для визначення коефіцієнту переходу має вигляд

$$K = 0.036 + 0.251 \lg(F + 1); r = 0.87; \quad (6)$$

або

$$K = 1 - 0.251[3.85 - \lg(F + 1)], \text{ для } F < 4000 \text{ км}^2; \quad (7)$$

$$\text{при } F \geq 4000 \text{ км}^2 K = 1, \quad (8)$$

де  $F$  - площа водозбору;  $r$  - коефіцієнт кореляції.

Отримане рівняння за своєю структурою походить на запропоновану раніше структуру формули для зони мішаних лісів [4]:

$$K = 1 - 0.270[3.2 - \lg(F + 1)], \text{ при } F < 1700 \text{ км}^2. \quad (9)$$

Водозбір р. Ворскла відноситься до водозборів лісостепу та північного степу з додатними виправленнями до кліматичного стоку ( $K > 1$ ):

$$K = 1.94 - 0.232 \lg(F + 1), r = 0.88; \quad (10)$$

або

$$K = 1.71 - 0.232[\lg(F + 1) - 1] \text{ для } F < 4000 \text{ км}^2; \quad (11)$$

$$\text{при } F \geq 4000 \text{ км}^2 K = 1. \quad (12)$$

Що відповідає структурі рівнянь лісостепу північно-західного Причорномор'я [3]

$$K = 2.4 - 0.70[\lg(F + 1) - 1] \text{ при } F < 1000 \text{ км}^2 \quad (13)$$

$$\text{при } F \geq 1000 \text{ км}^2 K = 1. \quad (14)$$

та Сіверського Дінця [19]

$$K = 1.60 - 0.260[\lg(F + 1) - 1] \quad (15)$$

$$\text{при } F \geq 2000 \text{ км}^2 K = 1. \quad (16)$$

На відміну від розглянутих раніше річок Псел та Ворскла характеризуються досить великою другою критичною площею, яка досягає  $4000 \text{ км}^2$ . Це пояснюється низькою водопровідністю та водовіддачею крейдяно-мергельних порід на межиріччях, які є головними ділянками відновлення запасів підземних вод і з яких відбувається живлення досліджуваних річок [15].

Перевірні розрахунки, проведені за отриманими рівняннями показали задовільну збіжність фактичних та розрахункових значень (у межах  $\pm 10\%$ ) (табл. 1). Установлено, що за особливостями впливу підстильної поверхні для р. Говтва,

водозбір якої межує із водозбором р. Ворскла, при розрахунках  $K$  слід застосовувати рівняння (11).

Таблиця 1. Перевірні розрахунки при визначенні норми природного кліматичного стоку за моделлю “клімат-стік”

Річка-пост	$\bar{Y}_K$ , мм	$F_2$ , км <sup>2</sup>	lg(F+1)	K	$\bar{Y}'_{ПП}$ , мм	$\bar{Y}_{ПП}$ , мм	$\delta = \frac{\bar{Y}'_{ПП} - \bar{Y}_{ПП}}{\bar{Y}_{ПП}} 100\%$
Псел-Обоянь	130	1100	3,04	0,80	104	117	-11,1
Псел-Крупець	114	4700	3,67	1	114	113	0,88
Псел-Суми	100	7700	3,89	1	100	108	-7,41
Псел-Запсілля	84	21800	4,34	1	84	76	10,5
Говтва- Міхновка	63	1560	3,19	1,20	76	82	-7,32
Хорол- Міргород	78	1740	3,24	0,85	66	68	-2,94
Хорол-Петрівка Роменська	85	722	2,86	0,75	64	58	10,4
Суджа-Замостя	140	972	2,99	0,78	110	113	-2,66
Пена-Пени	120	1000	3,00	0,79	94	89	5,62
Псел-Гадяч	90	11300	4,05	1	90	92	-2,17
Ворсклиця- Мокра Орлівка	72	612	2,79	1,29	93	91	2,20
Ворсклиця- Березівка	70	1460	3,16	1,21	85	78	8,97
Ворскла- Яковлево	123	56	1,76	1,53	190	203	-6,40
Ворскла- Козинка	86	1870	3,27	1,18	102	92	10,9
Ворскла- Чернеччина	83	5790	3,76	1,07	89	98	-9,18
Мерла- Богодухів	71	309	2,49	1,36	97	101	-3,96
Ворскла- Кобеляки	75	13500	4,13	1	75	71	5,63
Середнє							±6,59

**Висновки.** У роботі набула подальшого розвитку модель “клімат-стік”, розроблена в ОДЕКУ, у частині розрахунків впливу підстильної поверхні на норми кліматичного річного стоку річок Псел та Ворскла. До норм річного кліматичного стоку, визначених за запропонованою картою ізоліній, рекомендовано вводити коефіцієнти, які відображають вплив підстильної поверхні. Інтегральним чинником визнана площа підстильної поверхні. Проте, характер впливу підстильної поверхні для розглянутих річок різний. Для річки Псел є значущим чинником неповне дренавання водоносних горизонтів руслом річки. Отже, при зростанні площі водозбору до  $F_{2KP}$ , підземне живлення річки збільшується. На водозборі річки Ворскла, яка розташована південніше і межує із степовою зоною, більшу роль відіграє нерівномірність розподілу снігового покриву на водозборі. Річний стік з малих та середніх водозборів більший, ніж з усього водозбору у цілому. Це пояснюється відмінністю між повною та “діючою” площею: у формуванні стоку головне значення мають яри та балки, де відбувається накопичення снігу. Саме весняне водопілля забезпечує формування основної частини річного стоку.

Перевірні розрахунки, виконані для малих та середніх річок, показали задовільний збіг розрахованих та фактичних значень природного річного стоку. Результати роботи можуть бути використані при оцінках природного стоку малих та середніх річок з використанням даних сценаріїв глобального потепління.

### Список літератури

1. Глобальные и региональные изменения климата / [под. ред. В.М. Шестопалова, В.Ф. Логинова, В.И. Осадчего и др.] – К.: Ніка-Центр, 2011. – 448с.
2. Loboda N.S. The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence/ N.S. Loboda - *Climat and Water*.-1998.-Vol.1.-P.1486-1494.
3. Гопченко Е.Д., Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) / Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода – Київ: КНТ. – 2005. – 188 с.
4. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. / Н.С. Лобода – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
5. Гопченко Е.Д. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода / *Гидробиологический журнал*. - Киев: Институт гидробиологии НАН Украины. - т.36, №3. - 2000. - С. 67 - 78.
6. Лобода Н.С. Оцінка стану водних ресурсів України в умовах змін регіонального клімату та їх вплив на економіку України (розділ колективної монографії під ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового) // Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. – Одеса.: Екологія. – 2011. – С.566-605.
7. Гопченко Е.Д., Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу // Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода / *Наук. праці УкрНДГМІ*. – 2001. – Вип.249. – С. 106-120.
8. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз).[В.В. Гребінь] –К.: Ніка-центр, 2010. -316 с.
9. Лобода Н.С. Дослідження впливу змін річкового стоку за кліматичними сценаріями на гідроекологічний стан північно-західної частини Чорного моря // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. / [Н.С. Лобода, Ю.С. Тучковенко] Серія:біологія. Спеціальний випуск: гідроекологія.- № 3 (44). -2010. – С. 143-145.
10. Гідрологічні розрахунки [підручник] / [Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук] – Одеса: ТЕС, 2014. -484с.
11. Справочник по климату СССР. Украинская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - вып.10.,ч.II. - 607 с.;
12. Справочник по климату СССР. Молдавская ССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1968. - вып.11.,ч.IV. - 127 с.
13. Мезенцев В.С., Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В.С. Мезенцев, И.В. Карнацевич - Л.: Гидрометеиздат,1969. – 168 с.
14. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиорации степного края / Под. ред. В.С. Мезенцева. – М.: Колос, 1974. – 240 с.
15. Ресурсы поверхностных вод СССР. Среднее и Нижнее Поднепровье.- Л.: Гидрометеиздат, 1971. - т.6. - вып.2 - 655с.
16. Доброумов Б.М. Преобразование водных ресурсов и режима рек центра / Б.М. Доброумов, Б.С. Устюжанин ЕТС. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 221с.
17. Бефани А.Н. Пути генетического определения нормы стока. / А.Н. Бефани- Научный ежегодник ОГУ. - Одесса. - 1957. - 125 с.
18. Дж. К. Родда. Грани гидрологии [монография] / Дж. К. Родда – Л.:Гидрометеиздат, Т.2. -1987. – 534с.
19. Лобода Н.С. Антропогенні навантаження та зміни річного стоку в басейні р.Сіверський Донець // Н.С. Лобода, О.В. Бабаєва / *Міжвід. наук. зб. України*. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2008. – Вип. 50. - С. 31 – 36.

**Визначення водних ресурсів річок Псел та Ворскла з урахуванням впливу підстильної поверхні на базі моделі «клімат-стік»**

**Лобода Н.С., Пилип'юк В.В.**

*Робота присвячена розрахункам норм річного стоку річок Псел та Ворскла за метеорологічними даними, що є важливим при оцінках водних ресурсів в умовах змін клімату. Розрахунки природного річного стоку виконані за моделлю "клімат-стік" на базі рівняння водно-теплогового балансу. Шляхом співставлення природного та розрахованого за моделлю річного стоку для малих та середніх водозборів установлені перехідні коефіцієнти від норм кліматичного (зонального) стоку до природного. Розроблені рівняння, за якими можна визначати коефіцієнти переходу в залежності від площі водозбору.*

**Ключові слова:** водно-тепловий баланс, кліматичний стік, природний стік, коефіцієнти впливу підстильної поверхні

**Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)**

**Определение водных ресурсов рек Псел и Ворскла с учетом влияния подстилающей поверхности на базе модели «климат-сток»**

**Лобода Н.С., Пилипюк В.В.**

*Работа посвящена расчетам норм речного стока рек Псел и Ворскла по метеорологическим данным, что является важным при оценке водных ресурсов в условиях смены климата. Расчеты естественного годового стока выполнены на основе модели «климат-сток» на базе уравнения водно-теплового баланса. Путем сопоставления естественного и рассчитанного по модели годового стока с малых и средних водосборов установлены переходные коэффициенты от норм климатического (зонального) стока к естественному. Разработаны уравнения, по которым можно определить коэффициенты перехода в зависимости от площади водосбора.*

**Ключевые слова:** водно-тепловой баланс, климатический сток, природный сток, коэффициенты влияния подстилающей поверхности

**Determination of water resources of Psel and Vorskla rivers with accounting of influence of underlying surface on the basis of «climate- runoff» model**

**Loboda N.S., Pilipyuk V.V.**

*The paper is devoted to the calculations of the river runoff norms based on meteorological data. This is important for evaluation of water resources under conditions of climate change. Calculations of natural river runoff is executed using the model «climate- runoff» on the basis of the equation of water-heat balance. Transition coefficients from norms of climatic (zonal) to the natural runoff were determined (by means of comparison of the natural and calculated annual runoff from small and medium watersheds). Equations for determination of the transition coefficients dependant on the watershed area were created.*

**Keywords:** water-heat balance, climatic runoff, natural runoff, underlying surface influence coefficient.

**Надійшла до редколегії 21.04.2015**

УДК 556.556 (477.41)

**Батюг С. В.**

*Інститут гідробіології НАН України*

## **ГІДРОДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЙМ м. КИЄВА**

**Ключові слова:** внутрішній водообмін; течії; перемішування; хвильові процеси, коливання рівня води.

**Вступ.** Гідродинамічні явища нарівні з гідрохімічними, гідробіологічними процесами та з антропогенним впливом є важливим фактором, що визначає стан водних екосистем і якість води. Вони сприяють перерозподілу розчинених, завислих речовин і тепла по акваторії водойм, здійснюють перенесення та посилюють трансформацію забруднювальних речовин, обумовлюючи відновлення фоновому стану водойм [21]. Оцінка гідродинамічних процесів є важливим етапом при дослідженні умов функціонування водних екосистем.

Гідродинамічні процеси – це елемент гідрологічного режиму водойм, що обумовлюється зміною складових водного балансу та впливом зовнішніх факторів, і значною мірою залежить від морфологічних особливостей водойм. Основними елементами гідродинаміки є течії, перемішування, хвильові процеси та коливання рівня води.

Серед всіх видів течій визначальними у формуванні якості води та функціонуванні екосистем водойм є вітрові та стокові. Вітрові течії не є сталими, оскільки режим вітру характеризується помітною мінливістю в часі та просторі. Стокові течії виникають внаслідок притоку води у водойму або стоку з неї.

**Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)**