

Розрахункові характеристики максимального річного стоку води річок правобережжя Прип'яті

Корнієнко В. О., Лук'янець О.І.

У статті наведено аналіз, систематизація розрахункових характеристик максимального річного стоку річок правобережжя Прип'яті та їх узагальнення, Проведена перевірна оцінка запропонованої розрахункової схеми та зроблено висновки щодо її застосування для річок досліджуваної території, навіть тих, що невивчені в гідрологічному відношенні.

Ключові слова: максимальний стік води, річки правобережжя Прип'яті, розрахункові характеристики стоку води, забезпеченість, перехідні модульні коефіцієнти.

Расчетные характеристики максимального годового стока воды рек правобережья Припяти

Корниенко В.А., Лукьянец О.И.

В статье приведен анализ, систематизация расчетных характеристик максимального годового стока рек правобережья Припяти и их обобщение. Проведена проверочная оценка предложенной расчетной схемы и сделаны выводы по ее применению для рек исследуемой территории, даже тех, что неизученные в гидрологическом отношении.

Ключевые слова: максимальный сток воды, реки правобережья Припяти, расчетные характеристики стока воды, обеспеченность, переходные модульные коэффициенты.

**Estimated characteristics of the maximum annual runoff of rivers right bank of the Pripyat
Korniienko V., Lukyanets O.**

The article presents the analysis, systematization of the calculation characteristics of the maximum annual flow of the rivers of the right bank of the Pripyat and their generalization. A verification assessment of the proposed calculation scheme was carried out and conclusions were drawn about its application for the rivers of the investigated area, even those not studied in hydrological terms.

The proposed calculation scheme for the distribution of maximum annual flow characteristics using transitional coefficients from their norm to the values of other security is acceptable for studied rivers in right bank the of Pripyat. For poorly-studied and unexplored rivers within the territory of the right bank of the Pripyat it is proposed to use the dependence of the norms of maximum annual water consumption from the area of their catchment areas. The obtained degree dependences have high correlation relations. Thus, knowing the area of the catchment of the unexplored river, we obtain, according to the corresponding equation, the norm of the investigated drainage characteristic and its distribution in a certain range of assurances by the generalized transition coefficients within the limits of acceptable accuracy.

Keywords: maximum water drainage, rivers right bank of Pripyat, estimated characteristics of drainage water, provision, transitional modular coefficients.

Надійшла до редколегії 28.04.2017

УДК:551.583.1+556:[12;047;535]

Рахматулліна Е.Р., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМІЧНОГО ТА ЛЬДОВОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ З ТЕМПЕРАТУРОЮ ПОВІТРЯ

Ключові слова: термічний режим, льодовий режим, розрахункові залежності, методика оцінки.

Вступ. Клімат Землі протягом останніх десятиріч ХХ, на початку ХХІ сторіччя відчуває значні зміни, які найбільш чітко проявляються у підвищенні температури приземного шару повітря – основної характеристики клімату Землі. Гідрологічний режим річок є достатньо чутливим до кліматичних змін, особливо це стосується термічного та льодового режиму річок в зимовий період.

Дослідження зазначених вище характеристик гідрологічного режиму, а також його змін, мають практичне значення для судноплавства, бо безпосередньо визначають дати початку та закінчення навігації. Врахування змін термічного та льодового режиму необхідне також для рибного господарства через збільшення періоду відкритого русла на річках, що в свою чергу призводить до поліпшення кисневого режиму та уникнення зимового замору риби. Важливим також є врахування зазначених змін у гідроенергетиці, що веде за собою зміни у роботі ГЕС, при будівництві та експлуатації гідротехнічних споруд у зимовий період та інших галузей господарства, які безпосередньо пов'язані з використанням водних об'єктів.

Окрім вже зазначеного практичного інтересу, подібні дослідження мають вагомe значення для фундаментальної науки.

Метою роботи є аналіз взаємозв'язку характеристик термічного та льодового режиму річок та температури повітря в межах досліджуваного басейну у зв'язку із тенденцією зміни клімату.

Виклад основного матеріалу. Для аналізу взаємозв'язку характеристик термічного та льодового режиму річок басейну Південного Бугу в зимовий період нами було розроблено алгоритм досліджень, який включає в себе:

1. Побудову емпіричних залежностей характеристик льодового (появи льодових явищ, встановлення стійкого льодоставу, скресання та очищення річок від льоду, середньої та максимальної товщини льоду) та термічного режиму річок басейну від температури повітря, що їх зумовлює, за період 1951-2000 рр. Вибір із побудованих залежностей розрахункових з високим коефіцієнтом парної кореляції (r);

2. Визначення допустимих похибок для оцінок тенденцій майбутніх змін за розрахунковими залежностями;

3. Перевірка методики оцінки змін зазначених характеристик на незалежному періоді (2001-2011 рр.) та оцінка ефективності запропонованої методики.

Для оцінки просторових змін досліджуваних характеристик, подальший аналіз проводили згідно схеми гідрологічного районування України [9]. Згідно неї, басейн річки Південний Буг поділяється на дві області:

1) верхня та середня течія до м. Первомайська (включно з басейном р. Синюха), з усіма притоками, входить в Правобережно-Дніпровську область достатньої водності;

2) нижня течія, від гирла р. Синюхи (включно з басейном р. Інгул), відноситься до Нижньобузько - Дніпровської області недостатньої водності.

Відповідно запропонованому алгоритму та схеми гідрологічного районування басейну річки Південний Буг, було побудовано залежності характеристик термічного та льодового режиму річок басейну від температури повітря, що їх зумовлює. Залежності будувались з використанням даних спостережень на метеорологічних станціях та гідрологічних постах басейну за період 50 років (1951-2000 рр.). Вибір періоду обумовлений наявністю безперервних рядів спостережень.

При аналізі залежностей для дат появи льодових явищ, температуру повітря, що їх зумовлює, обирали із розрахунку того, що льодові явища на річках починають з'являтися при певній сумі від'ємних температур повітря. Найбільш ранні (за період спостережень) дати появи льодових явищ в басейні Південного Бугу спостерігались на початку листопада, а найбільш пізні – у грудні місяці. Враховуючи вище викладене, ми пов'язали дати появи льодових явищ на річках басейну з мінімальною температурою повітря за листопад-грудень місяці та побудували відповідні залежності.

Досліджуючи залежності дат встановлення стійкого льодоставу від температури повітря, так само як і для дат появи льодових явищ, визначили межі

коливань цих дат. Найбільш ранні терміни встановлення льодоставу характерні для початку грудня, а найбільш пізні – у січні місяці. Отже, ми побудували залежності дати встановлення стійкого льодоставу від середньої температури повітря за грудень-січень місяці.

Аналіз взаємозв'язку дат появи льодових явищ та льодоставу на річках басейну та температури повітря, що їх зумовлює, не виявив чітких залежностей між ними. Це обумовлено нестабільністю погодних умов осінньо-зимового сезону протягом останніх десятиріч. Через це, для даних характеристик подальші дослідження, щодо встановлення розрахункових залежностей, не проводились.

Для всіх інших досліджуваних характеристик льодового режиму (дат початку скресання та закінчення льодових явищ, а також значень середньої та максимальної товщини льодового покриву) річок басейну Південного Бугу також було побудовано залежності за період 1951-2000 роки.

Наростання товщини льоду на річках відбувається з початком льодоставу шляхом кристалізації води на нижній поверхні льодового покриву, промерзання шуги під льодовим покривом, а також за рахунок замерзання просоченого водою снігу, який знаходиться на льодовому покриві [3]. Тому, для характеристик товщини льодового покриву (середньої та максимальної), потрібно визначити межі тривалості льодоставу. Для басейну Південного Бугу льодостав може відбуватись у період із грудня по березень місяць включно. Тому, зв'язки для товщини льоду (середньої та максимальної) від температури повітря будували з урахуванням середньої температури зазначеного періоду ($T_{\text{серXII-III}}$) (рис. 1-2).

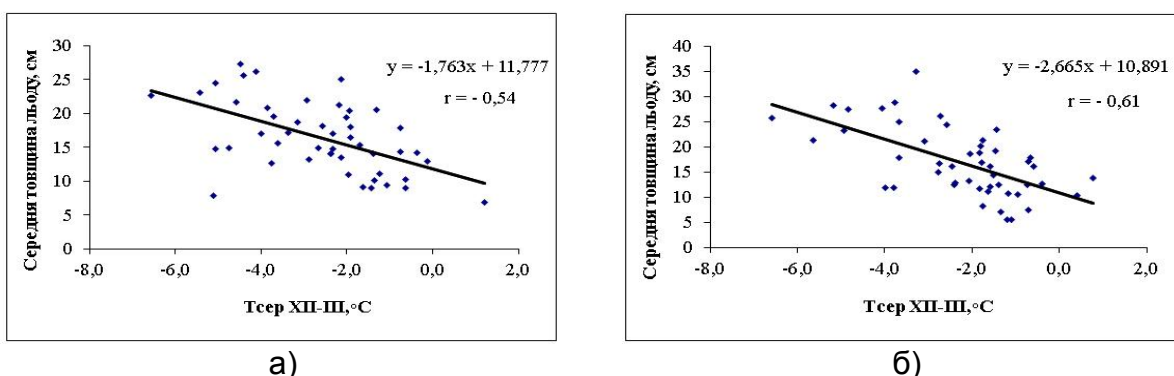


Рис.1. Розрахункові залежності середньої товщини льодового покриву на річках басейну Південного Бугу від середньої температури повітря за грудень – березень за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

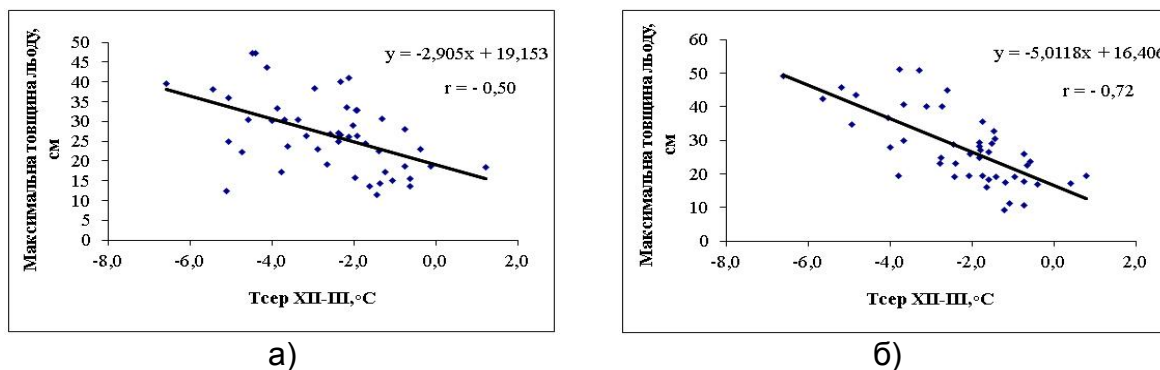


Рис.2. Розрахункові залежності максимальної товщини льодового покриву на річках басейну Південного Бугу від середньої температури повітря за грудень-березень за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

Аналізуючи зв'язки середньої та максимальної товщини льоду від температури, що її зумовлює (рис. 1-2), можемо побачити, що найбільш тісні зв'язки характерні для нижньої частини басейну, як для середньої так, відповідно, і для максимальної товщини льоду. Отримавши непогані графічні залежності для товщини льодового покриву, також обираємо їх як розрахункові для досліджуваного басейну.

Для залежностей середньої дати скресання річок та середньої дати закінчення льодових явищ на річках від температури повітря, амплітуда коливань дат настання зазначених характеристик становила три місяці, із лютого по квітень місяць. Процес скресання та очищення річок від льоду є достатньо складним та багатофакторним, це комплекс гідрологічних та кліматичних чинників, де кліматичний фактор є домінуючим. Річки починають скресати від льоду при настанні певних максимальних значень температури повітря у весняний період, отже, залежності були побудовані від середньої з максимальних температур повітря за лютий-квітень місяці ($T_{\max II-IV}$).

Для залежностей середньої дати початку скресання річок від льоду (рис.3) отримано достатньо високі коефіцієнти кореляції. Більш тісний зв'язок характерний для нижньої частини басейну, з коефіцієнтом кореляції $r = -0,81$. Враховуючи значну тісноту зв'язків, можемо обрати графічні залежності як розрахункові для даного басейну.

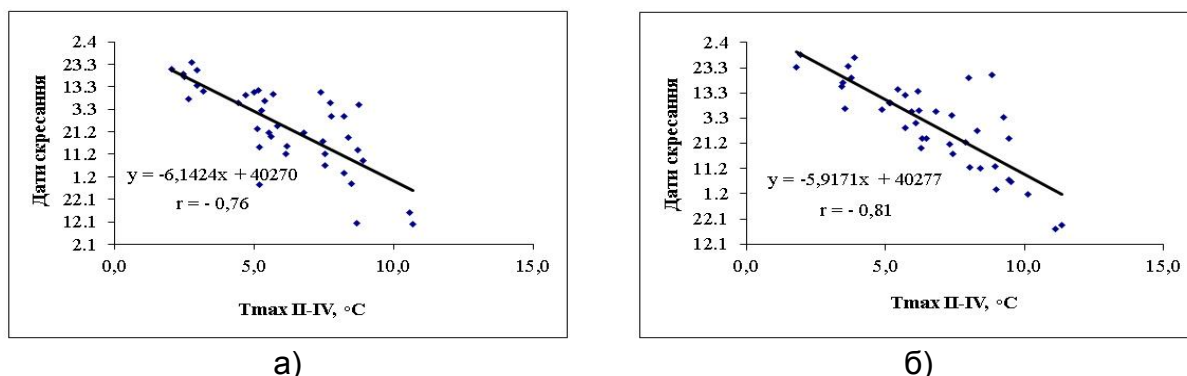
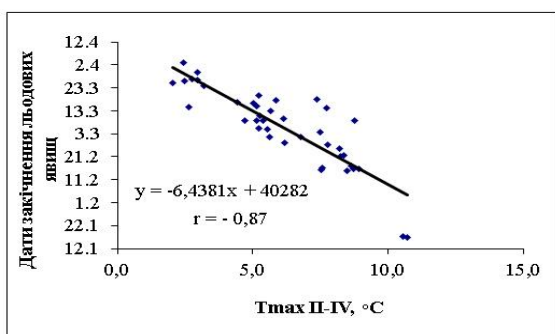


Рис.3. Розрахункові залежності дат початку скресання на річках басейну Південного Бугу від середньої за лютий-квітень максимальної температури повітря за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

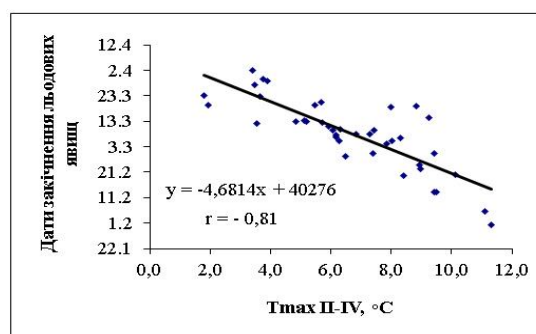
Для побудови залежності середньої дати закінчення льодових явищ на річках досліджуваного басейну, так само як і для середньої дати скресання, враховували середню за лютий-квітень максимальну температуру повітря. Отримали ще більш тісні зв'язки, а ніж для скресання річок. Але на відміну від залежностей із скресанням, найбільш тісний зв'язок характерен для верхів'я басейну (зони широколистяних лісів та лісостепу), де коефіцієнт парної кореляції становить $r = -0,87$ (рис. 4). Так само, як для скресання річок, можемо обрати побудовані графічні залежності, як розрахункові.

Основним фактором, який визначає термічний режим річки, є температура повітря. Коливання температури води зазвичай відповідають ходу температур повітря в загальних рисах. Нами було побудовано залежності характеристик термічного режиму річок басейну Південного Бугу від температури повітря, за різні часові проміжки зимового періоду. На рис.5 наведено залежності середньої температури води річок басейну за листопад місяць ($T_{\text{води XI}}$) від середньої температури повітря цього місяця ($T_{\text{пов XI}}$) для окремих частин досліджуваного

басейну. Наведені залежності показують тісний зв'язок між зазначеними величинами, тому вважаємо їх розрахунковими, тіснота зв'язку змінюється в межах $r = 0,87 - 0,88$.

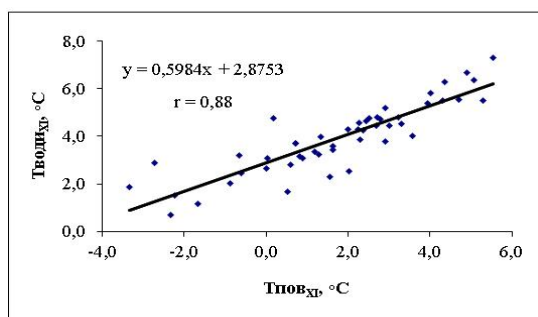


а)

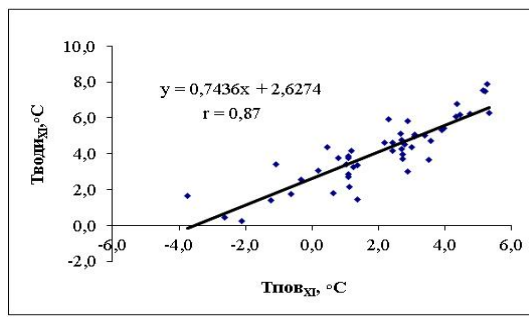


б)

Рис.4. Розрахункові залежності середньої дати закінчення льодових явищ на річках басейну Південного Бугу від середньої за лютий-квітень максимальної температури повітря за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну



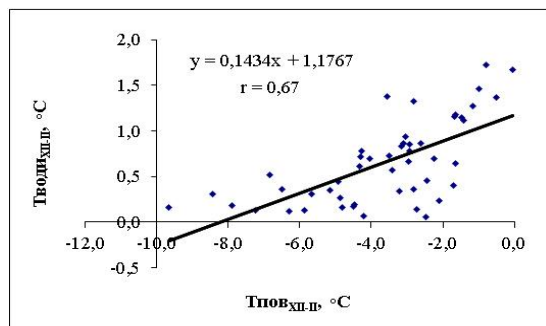
а)



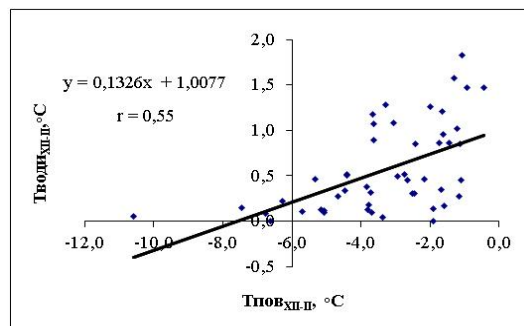
б)

Рис.5. Розрахункові залежності середньої температури води від середньої температури повітря за листопад місяць для басейну Південного Бугу за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

Через нестабільність кліматичних умов періоду зимової межени, розрахункові залежності для періоду грудня-лютого місяця ($T_{\text{водиXII-II}}=f(T_{\text{повXII-II}})$) мають менш тісний зв'язок ніж зв'язок між даними характеристиками для попереднього часового інтервалу. На рис.6 наведено зазначені розрахункові залежності, де більш тісний зв'язок характерний для верхньої та середньої частин басейну ($r=0,67$).



а)



б)

Рис.6. Розрахункові залежності середньої температури води від середньої температури повітря за грудень-лютий місяці для басейну Південного Бугу за період 1951-2000 рр. : а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

На рис. 7 наведено розрахункові залежності середньої температури води ($T_{\text{водиIII-IV}}$) від середньої температури повітря ($T_{\text{повIII-IV}}$) для весняного періоду (березень-квітень місяці), що свідчить про майже функціональні залежності між зазначеними характеристиками з коефіцієнтом парної кореляції більшим за 0,9.

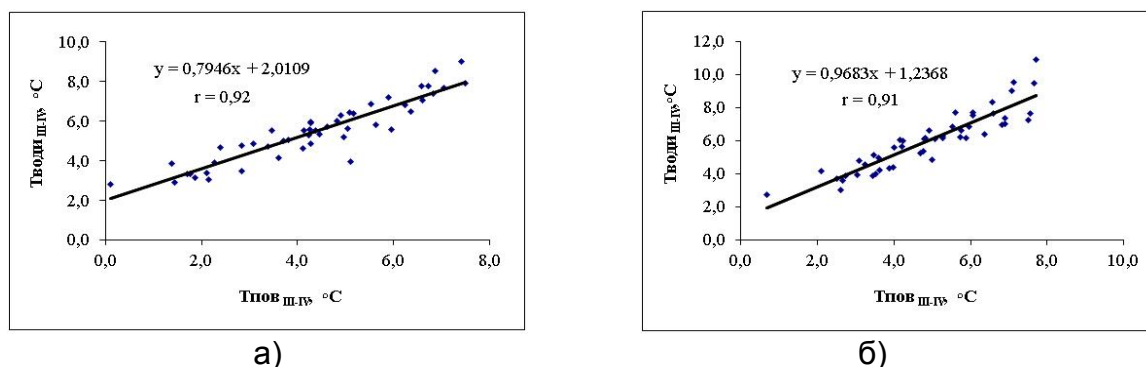


Рис. 7. Розрахункові залежності середньої температури води від середньої температури повітря за березень-квітень місяці для басейну Південного Бугу за період 1951-2000 рр.: а) верхня та середня частини басейну; б) нижня частина басейну

Отже, із побудованих графічних залежностей обрано розрахункові для наступних характеристик: льодового режиму - скресання річок від льоду та закінчення льодових явищ на річках, середньої та максимальної товщини льоду від температури повітря, що їх зумовлює, та термічного режиму річок басейну від температури повітря. За ними були проведені наступні дослідження.

Відповідно другого пункту розробленого алгоритму для досліджуваних характеристик термічного та льодового режиму річок басейну Південного Бугу було розраховано допустимі похибки при оцінці за розрахунковими графічними залежностями.

Статистично обґрунтованим є прийняття за допустиму похибку прогнозу ($\delta_{\text{дон}}$) деяку частку середнього квадратичного відхилення ($\bar{\sigma}$):

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0,674 \bar{\sigma} \quad (1)$$

Середнє квадратичне відхилення відносно середнього (\bar{y}), характеризує ступінь мінливості досліджуваних величин у часі в абсолютних величинах (табл.1).

Допустима похибка – це ймовірне відхилення значення прогнозної характеристики гідрологічного режиму від середнього і ймовірність попадання в діапазон відхилень передбачуваної величини від норми в долях від середнього квадратичного (0,674) становить 50%. При цьому, забезпеченість нижньої межі діапазону - 75%, верхнього - 25% [1, 2]. Допустимі похибки для досліджуваних характеристик наведено в таблиці 1.

Для оцінки мінливості досліджуваних характеристик розраховано також коефіцієнт варіації (C_v), який показує відносну міру відхилення даних характеристик від середнього (\bar{y}) (див. табл.1).

Передбачуване значення за розрахунковими рівняннями завжди відрізнятиметься від дійсного на більшу або меншу величину – похибку, під якою розуміють різницю між фактичним значенням y і значенням, вказаному в прогнозі y' :

$$\delta = y - y' \quad (2)$$

Справдженим та ефективним вважається прогноз, похибка якого (δ) знаходиться в межах допустимої ($\delta_{дон}$) [4, 5].

Мірою точності методики є середня квадратична похибка перевірочних прогнозів \bar{S} , яка при малій кількості членів ряду розраховується як:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{\phi} - y_{np})^2}{n - m}}, \quad (3)$$

де n - кількість складених прогнозів, m - кількість параметрів в розрахунковому рівнянні.

За критерій придатності методики, її якості та ефективності застосовується відношення $\bar{S} / \bar{\sigma}$, тобто, відношення середньої квадратичної похибки перевірочних прогнозів до середнього квадратичного відхилення прогнозованої величини [8].

Таблиця 1 Статистична оцінка можливості прогнозування досліджуваних характеристик басейну Південного Бугу на основі розрахункових графічних залежностей

	Вид залежності	Розрахункове рівняння	r	\bar{y}	$\bar{\sigma}$	Cv	$\pm \delta_{дон}$
1	$T_{води XI} = f(T_{повXI}) (B+C) *$	$y = 0,5984x + 2,8753$	0,88	3,9°C	1,4°C	0,37	0,94°C
2	$T_{водиXI} = f(T_{повXI}) (H) **$	$y = 0,7436x + 2,6274$	0,87	4,1°C	1,8°C	0,42	1,2°C
3	$T_{водиXII-II} = f(T_{повXII-II}) (B+C)$	$y = 0,1434x + 1,1767$	0,67	0,65°C	0,45°C	0,69	0,3°C
4	$T_{водиXII-II} = f(T_{повXII-II}) (H)$	$y = 0,1326x + 1,0077$	0,55	0,6°C	0,5°C	0,85	0,34°C
5	$T_{водIII-IV} = f(T_{повIII-IV}) (B+C)$	$y = 0,7946x + 2,0109$	0,92	5,5°C	1,5°C	0,28	1,0°C
6	$T_{водIII-IV} = f(T_{повIII-IV}) (H)$	$y = 0,9683x + 1,2368$	0,91	6,0°C	1,8°C	0,29	1,2°C
7	Дати скресання = $f(T_{пов II-IV}) (B+C)$	$y = -6,1424x + 40270$	0,76	23.02	19 діб	0,35	12діб
8	Дати скресання = $f(T_{пов II-IV}) (H)$	$y = -5,9171x + 40277$	0,81	28.02	17діб	0,3	12 діб
9	Дати очищення = $f(T_{пов II-IV}) (B+C)$	$y = -6,4381x + 40282$	0,87	5.03	17діб	0,26	11 діб
10	Дати очищення = $f(T_{пов II-IV}) (H)$	$y = -4,6814x + 40276$	0,81	8.03	14діб	0,21	9 діб
11	Середня товщина льоду = $f(T_{повXII-III}) (B+C)$	$y = -1,763x + 11,777$	0,54	16,4см	5,2 см	0,32	3,5 см
12	Середня товщина льоду = $f(T_{повXII-III}) (H)$	$y = -2,665x + 10,891$	0,61	16,9см	6,7 см	0,4	4,5 см
13	Максимальна товщина льоду = $f(T_{повXII-III}) (B+C)$	$y = -2,905x + 19,153$	0,50	26,7см	9,3 см	0,35	6,3 см
14	Максимальна товщина льоду = $f(T_{повXII-III}) (H)$	$y = -5,0118x + 16,406$	0,72	27,8см	10,8см	0,39	7,3 см

Примітка. * - верхня та середня частини басейну; ** - нижня частина басейну

Придатними вважаються прогнози, коли відношення $\bar{S} / \bar{\sigma}$ не перевищує 0,80. Методика відноситься до категорії «добра» якщо $\bar{S} / \bar{\sigma} \leq 0,50$, до категорії «задовільна» коли $\bar{S} / \bar{\sigma} = 0,51 \div 0,80$.

Також, для оцінки придатності методики використовується забезпеченість її прогнозування ($P, \%$), яка вираховується як відношення кількості прогнозів з

похибками, що не перевищують допустиму (n_c), до загальної кількості складених прогнозів (n_3) і виражається у відсотках:

$$P = \frac{n_c}{n_3} \cdot 100\% \quad (4)$$

Для цього критерію методика прогнозу відноситься до категорії «добрих», якщо $P \geq 82\%$, до категорії «задовільних», коли $P = 81 \div 60\%$ [6,7].

Для оцінки придатності запропонованих методик прогнозу характеристик гідрологічного режиму річок басейну Південного Бугу використано період 2001-2011 рр. Так для характеристик термічного режиму річок басейну методика прогнозу є доброю та ефективною для періодів кінця літньо-осінньої межени та весняного водопілля, та задовільною для періоду зимової межени. Для характеристик льодового режиму: для скресання річок методика є задовільною; для очищення річок від льоду – доброю та ефективною; для середньої товщини - у верхній та середній частині є задовільною, у нижній – доброю; для максимальної товщини льоду так само як і для середньої методика прогнозу є задовільною та доброю, відповідно, у верхній і середній та нижній частинах басейну (табл.2).

Таблиця 2 Оцінка точності методики прогнозу, розрахована на незалежному періоді 2000-2011 рр.

	Вид залежності	Розрахункове рівняння	\bar{s}	$\bar{s}/\bar{\sigma}$	P
1	$T_{\text{води XI}} = f(T_{\text{пов XI}}) (B+C) *$	$y = 0,5984x + 2,8753$	0,59	0,42	91
2	$T_{\text{води XI}} = f(T_{\text{пов XI}}) (H) **$	$y = 0,7436x + 2,6274$	0,74	0,41	91
3	$T_{\text{води XII-II}} = f(T_{\text{пов XII-II}}) (B+C)$	$y = 0,1434x + 1,1767$	0,54	1,2	36
4	$T_{\text{води XII-II}} = f(T_{\text{пов XII-II}}) (H)$	$y = 0,1326x + 1,0077$	0,74	1,48	27
5	$T_{\text{вод III-IV}} = f(T_{\text{пов III-IV}}) (B+C)$	$y = 0,7946x + 2,0109$	0,5	0,33	100
6	$T_{\text{вод III-IV}} = f(T_{\text{пов III-IV}}) (H)$	$y = 0,9683x + 1,2368$	0,42	0,23	100
7	Дати скресання = $f(T_{\text{пов II-IV}}) (B+C)$	$y = -6,1424x + 40270$	13,5	0,73	64
8	Дати скресання = $f(T_{\text{пов II-IV}}) (H)$	$y = -5,9171x + 40277$	10,2	0,59	73
9	Дати очищення = $f(T_{\text{пов II-IV}}) (B+C)$	$y = -6,4381x + 40282$	6,8	0,4	100
10	Дати очищення = $f(T_{\text{пов II-IV}}) (H)$	$y = -4,6814x + 40276$	6,7	0,49	91
11	Середня товщина льоду = $f(T_{\text{пов XII-III}}) (B+C)$	$y = -1,763x + 11,777$	3,6	0,69	64
12	Середня товщина льоду = $f(T_{\text{пов XII-III}}) (H)$	$y = -2,665x + 10,891$	3,3	0,49	82
13	Максимальна товщина льоду = $f(T_{\text{пов XII-III}}) (B+C)$	$y = -2,905x + 19,153$	7,9	0,85	45
14	Максимальна товщина льоду = $f(T_{\text{пов XII-III}}) (H)$	$y = -5,0118x + 16,40$	5,8	0,54	82

Примітка. * - верхня та середня частини басейну; ** - нижня частина басейну

Випадкові коливання метеорологічних факторів, точність гідрометеорологічних даних і точність методики самих розрахунків визначають точність прогнозу. Більше або менше наближення методів гідрологічних прогнозів, відсутність окремих даних гідрологічних спостережень та їх неточність обумовлюють більшу або меншу похибку, яка носить характер змінної. Все це й визначає ймовірний характер прогнозів і відповідно цьому форми їх вираження і методику оцінки їх ефективності, основані на відомих методах математичної статистики і теорії ймовірності [8].

Висновки. Отримано кореляційні залежності для характеристик термічного та льодового режимів річок басейну Південного Бугу від температури повітря, що їх обумовлює. Визначено та відібрано розрахункові залежності по окремих

досліджуваних характеристиках з найбільшим коефіцієнтом кореляції. Для обраних розрахункових залежностей проведено статистичну оцінку можливості прогнозування досліджуваних характеристик та розраховано допустимі похибки. На основі проведених досліджень оцінено точність та визначено ефективність запропонованої методики прогнозу. Визначено, що в більшості випадків методика прогнозу для басейну річок Південного Бугу є доброю та ефективною.

Список літератури

1. Аполлов Б. А. Курс гидрологических прогнозов / Аполлов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. – Л.: Гидрометиздат, 1974. – 419 с. 2. Бефани Н. Ф. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам / Н. Ф. Бефани, Г. П. Калинин. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 390 с. 3. Вишневський В. І. Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режим річок / В. І. Вишневський // Наук. праці УкрНДГМІ, 2002. – Вип. 250. – С. 190-202. 4. Владимиров А. М. Гидрологические расчеты / А. М. Владимиров. – Л.: Гидрометиздат, 1990. – 366 с. 5. Галущенко Н. Г. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Н. Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – 248 с. 6. Гідрологічні розрахунки для річок України / відп. ред. Г. І. Швець. – К.: вид-во АН УРСР, 1962. – 262 с. 7. Попов Е. Г. Гидрологические прогнозы / Е. Г. Попов. – Л.: Гидрометиздат, 1979. – 256 с. 8. Струтинська В. М. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття / В. М. Струтинська, В. В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 196 с. 9. Схема гідрологічного районування України / [Л. Г. Будкіна, Л. М. Козинцева, С. П. Пустовойт, В. Г. Келембет] // Географічні дослідження на Україні. – 1969. – Вип.1. – С. 157-172.

Аналіз взаємозв'язку характеристик термічного та льодового режиму річок басейну Південного Бугу з температурою повітря

Рахматуліна Е.Р., Гребінь В.В.

У роботі представлено та проаналізовано взаємозв'язок характеристик термічного та льодового режимів річок з температурою повітря на прикладі басейну Південного Бугу. На основі отриманих розрахункових залежностей визначено основні статистичні характеристики та допустимі похибки. Апробовано методику оцінки змін вище зазначених характеристик на незалежному періоді та визначено ефективність методики.

Ключові слова: термічний режим, льодовий режим, розрахункові залежності, методика оцінки.

Анализ взаимосвязи характеристик термического и ледового режимов рек бассейна Южного Буга с температурой воздуха

Рахматуллина Э.Р., Гребень В.В.

В работе представлено и проанализировано взаимосвязь характеристик термического и ледового режимов рек с температурой воздуха на примере рек бассейна Южного Буга. На основе полученных расчетных зависимостей определены основные статистические характеристики и допустимые ошибки. Опробована методика оценки изменений указанных характеристик на независимом периоде, и определена эффективность методики.

Ключевые слова: термический режим, ледовый режим, расчетные зависимости, методика оценки.

Analysis of the correlation of the characteristics of thermal and ice regime of the rivers of the Southern Buh River Basin with air temperature

Rakhmatullina E., Grebin V.

In the paper the correlation of the characteristics of thermal and ice regimes of rivers with air temperature are presented and analyzed on the example of the Southern Buh River Basin. The graphical dependencies of characteristics of ice (the appearance of ice phenomena, the formation of stable freezing, the average and maximum thickness of ice, breaking up and cleaning rivers from ice) and thermal regime by causes of the air temperature were created. The sufficiently significant closeness of correlation for individual characteristics of ice regime (the thickness of the ice cover and spring ice phenomena) and for thermal regime of the river of study basin was identified. The graphical dependencies with high the coefficient pair correlation were chosen as the calculation. On the basis these of the calculated dependencies the statistical estimation of the possibility of prediction of the study characteristics was

carried out and allowable errors were calculated. The methodology of estimation changes shown above characteristics of the independent period was tested and the effectiveness of the methodology was identified. It was identified that in most cases the proposed methodology of forecast for the Southern Bug River Basin is good and effective.

Keywords: thermal regime, ice regime, calculated dependence, methods of assessment.

Надійшла до редколегії 06.04.2017

УДК: 551.435.2

Сурай К.С. , Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕВИХ БАСЕЙНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ: СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ТЕРИТОРІАЛЬНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

Ключові слова: Українські Карпати, селі, селевий потік, селевий басейн, характеристики селів, особливості територіального розповсюдження селів.

Вступ. Українські Карпати є одним з найбільших селенебезпечних районів не лише України, а і Європи. Вивчення селевих потоків (паводків) – причин їх виникнення, умов формування, аналіз та узагальнення характеристик селів та їх небезпечних проявів, територіального розповсюдження – є дуже важливим та одним із найскладнішим питанням гідрології. Адже *селевий потік (паводок) або сель* – це швидкоплинний та короткочасний потік води з великим вмістом наносів, пухкоуламкового матеріалу, що має руйнівну силу і характеризується раптовістю виникнення. Тобто, їх формування є доволі небезпечним і часто катастрофічним, а це завдає шкоди не лише навколишньому природному середовищу, а й населенню, інфраструктурі, сільському господарству.

Дослідженнями селів у Карпатах займались Айзенберг М.М. [1-3, 16], Оліферов А.М. [9], Яблонський В.В. [2, 15-17], Лундін С.М. [3, 6], Тіщенко О.С. [13-14], Грищенко В.Ф. [4, 12, 18], Маслова Т.В. [4], Сусідко М.М. [11, 12, 18], Лук'янець О.І. [4, 11], Щербак А.В. [4, 18],

Мета роботи – статистичний аналіз основних характеристик селевих потоків та їх басейнів, взаємозв'язки між ними та особливості просторового розповсюдження селевих явищ в Українських Карпатах.

Вихідні дані. Дослідження проведено на основі багаторічних даних експедиційних робіт та досліджень Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту, гідрометеорологічних даних мережі станцій і постів Карпатського регіону, відомостей від організацій автошляхового та лісового господарств про наслідки проходження селевих потоків (паводків) [12].

Банк даних для дослідження та статистичного аналізу складається з шести характеристик селевих потоків та їх басейнів – площі водозборів, середньозважені похили місцевості, відмітки найвищих точок басейнів, середні похили селевих русел, їх довжини, висотні відмітки замикаючих створів і в межах території Українських Карпат загалом було використано дані з 421 селевого басейну [12].

Українські Карпати поділяються на три селенебезпечні райони: північно-західний (басейн Дністра), південно-східний (басейни річок Прут та Сірет) та південно-західний (басейн Тиси) [5, 11, 12].

Для північно-західного Карпатського селенебезпечного району (басейн