

Ж.Р. Шакірзанова, Г.М. Андреевська, В.М. Бойко

**ДОВГОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ
ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ РІЧОК
ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА З
ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ**

Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняних водопіль в басейнах Десни та інших приток Дніпра в умовах зниження водності водопіль показують, що краща якість прогнозованої методики досягається при врахуванні цих змін.

Ключові слова: весняне водопілля, довгостроковий прогноз, зміни водності річок.

Вступ

Актуальність роботи обумовлена необхідністю практичного впровадження в оперативну діяльність гідрометцентрів методів територіальних довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик весняного водопілля рівнинних річок України, що відкриває шляхи до отримання очікуваних величин і при обмеженості або відсутності даних стокових спостережень на річках або в цілому по регіонах.

Мета дослідження полягає в теоретичній та практичній реалізації науково-методичної бази для просторового довгострокового прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейнах р. Десна та інших приток лівобережжя середнього Дніпра, а саме: адаптації розробленої методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на гідрометеорологічних даних (в умовах сучасних направлених змін клімату та водності річок) та отримання ймовірнісних оцінок водопілля. У роботі проаналізовано результати прогнозування максимумів водопіль на річках у сучасний період (2001-2012 рр.) з використанням програмного комп'ютерного комплексу, який упроваджено в оперативній діяльності Українського гідрометцентру. При цьому в програмному комплексі відповідно до первинної його версії [1-4] авторами внесено деякі корективи, пов'язані зі змінами параметрів у прогнозній методиці для умов сучасного періоду водного режиму річок та врахуванні побажання відділу гідрологічних

прогнозів Українського гідрометцентру щодо форми надання результатів розрахунків і представлення прогнозних характеристик.

Об'єкти та вихідні матеріали дослідження

Перевірку методики довгострокових прогнозів максимальних витрат води водопіль на незалежному сучасному періоді за автоматизованим програмним комплексом оперативних прогнозів здійснено для басейнів річок Десни, Сейму, а також приток середнього Дніпра – Сули, Псла та Ворскли.

Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в комп'ютерному комплексі здійснюється для опорних гідрологічних створів, кількість яких замикає 20 водозборів (на території Росії та України) з діапазоном водозбірних площ від 2380 км² (р. Тускар - м. Курськ) до 36300 км² (р. Десна - с. Розльоти). По території вони розміщені порівняно рівномірно.

Із метеорологічних та агрометеорологічних характеристик (за даними 57 станцій і постів), які використовуються під час прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля, враховуються: температура повітря, атмосферні опади, запаси води в сніговому покриві, глибина промерзання ґрунтів. Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень здійснюється за допомогою комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро) через мережу Інтернет.

Методи дослідження

В основу створення засобів автоматичного оперативного прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Дніпра покладено методику територіального довгострокового прогнозу максимального весняного стоку, розроблену на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ Є.Д. Гопченком і Ж.Р. Шакірзановою [2-5].

Основу прогнозної схеми становлять обґрунтовані регіональні залежності між максимальними модульними коефіцієнтами та максимальними запасами води в сніговому покриві перед весняним водопіллям, які мають вигляд:

$$q_m/q_0 = f(S_m/S_0) \quad (1)$$

або

$$k_{q_m} = f(k_S), \quad (2)$$

де q_m і q_0 – максимальний модуль весняного водопілля і його середня багаторічна величина, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$; S_m і S_0 – максимальний запас води в сніговому покриві (з урахуванням льодової кірки) перед початком весняного сніготанення і його середня багаторічна величина, мм; k_{q_m} – максимальний модульний коефіцієнт весняного водопілля; k_S – модульний коефіцієнт запасів вологи на басейні, які беруть участь у формуванні максимальної витрати води весняного водопілля.

Для типізації весняних водопіль на графіках зв'язку $q_m/q_0 = f(S_m/S_0)$ було використано багатомірну модель дискримінантного аналізу.

Лінійна дискримінантна функція (DF) виступає як вимірник приналежності випадку (об'єкта) до тієї або іншої апріорної групи явищ. Функція DF записується у вигляді:

$$DF = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (3)$$

де $A = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_m)$ – вектор коефіцієнтів дискримінантної функції; $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ – вектор ознак (вектор-предиктор); m – кількість вимірюваних ознак ($j = 1, 2, \dots, m$).

За знаком дискримінантних рівнянь водопілля диференційовані по категоріях водності (багато-, середньо- і маловодних) за комплексом провідних чинників водопілля, виражених у модульних коефіцієнтах, а саме: максимальних запасів води в сніговому покриві, передвесняного зволоження ґрунтів (у вигляді середнього стоку в річках з вересня попереднього по січень поточного років), глибини їх промерзання, а також середньомісячної температури повітря лютого, як показника метеорологічних зимових умов.

Прогнозні залежності $q_m/q_0 = f(S_m/S_0)$, які побудовано за знаком дискримінантних функцій, описуються поліномами 3-ї степені:

$$\frac{q_m}{q_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m}{S_0} + b_2 \left(\frac{S_m}{S_0} \right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m}{S_0} \right)^3, \quad (4)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти поліному.

Встановлено, що для басейнів річок розглядуваної території, які характеризуються близькими умовами формування весняних водопіль, дискримінантні рівняння й прогнознi поліноми сталі та можуть використовуватися для всіх річок регіону.

За встановленими регіональними залежностями вигляду (1) чи (2), а також даними снігомірних зйомок знаходяться значення максимальних модульних коефіцієнтів $k_{q_m} = q_m / q_0$ (за методикою). Одержання прогнозних величин максимальних модулів весняного водопілля q_m , $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ відбувається як:

$$q_m = k_{q_m} q_0, \quad (5)$$

а максимальних витрат води, ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$Q_m = k_{q_m} q_0 F, \quad (6)$$

де F – площа водозборів річок, км^2 .

Реалізація моделей, подібних (1), ускладнюється необхідністю розрахунку величини q_0 . Для річок, по яких є багаторічні ряди спостережень, його значення можна визначити як:

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{n \cdot F}, \quad (7)$$

де Q_{m_i} – максимальні витрати води водопілля i -х років за період спостережень n .

За відсутності даних спостережень за стоком норма q_0 визначається за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля й розраховується за рівнянням [5]:

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \cdot r, \quad (8)$$

де q_0 – середній багаторічний модуль максимального стоку, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$; q'_0 – середній багаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$; $\psi(t_p / T_0)$ – трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання; ε_F – коефіцієнт русло-заплавного регулювання; r – коефіцієнт трансформації водопіль під впливом озер і водосховищ руслового типу.

Середній багаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу q'_0 в (8) визначається в рамках редуційних гідрографів [5]:

$$q'_0 = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0, \quad (9)$$

де $(n+1)n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу в часі, який приймається для басейнів рівнинних річок України на рівні 8,1; T_0 – тривалість схилового припливу, год; Y_0 – середній багаторічний шар стоку, мм.

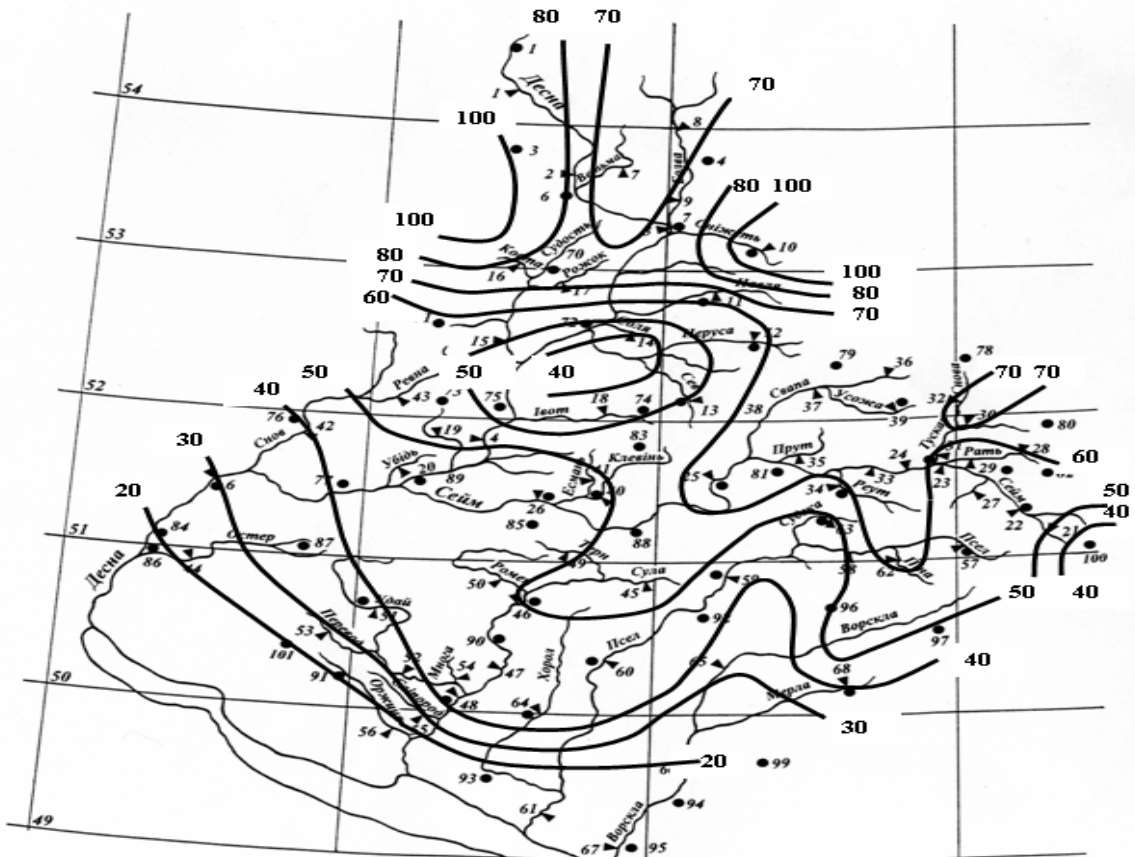


Рис. 1. Розподіл по території середніх багаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (за $f_l = 0, f_b = 0$) в басейнах Десни та інших лівих приток середнього Дніпра, мм

Середні багаторічні шари стоку весняного водопілля Y_0 для невивчених у гідрологічному відношенні річок у (9) можуть бути визначені за картосхемою (рис. 1) їх розподілу по території (за середніми їхніми значеннями станом на 2000 р.) під час введення поправкових

коефіцієнтів на врахування впливу місцевих чинників – залісеності f_L і заболоченості f_B (у частках від одиниці) [6].

Отримати значення Y_0 , використовуючи картосхему (рис. 1), можна за рівнянням:

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_L k_B, \quad (10)$$

де $(Y_0)_{\text{карт}}$ – середні багаторічні значення шарів весняного стоку, зняті з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок, мм.

Визначення коефіцієнтів впливу залісеності k_L і заболоченості k_B на середні багаторічні величини шарів стоку здійснюється за рівняннями:

$$k_L = 1 + 0,070 \cdot \lg(f_L + 1); \quad (11)$$

$$k_B = 1 - 0,081 \cdot \lg(f_B + 1). \quad (12)$$

Величини тривалості схилового припливу тало-дошової води на водозборах T_0 в (9) для невивчених у гідрологічному відношенні річок можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис. 2) під час введення поправочних коефіцієнтів щодо врахування впливу місцевих чинників – залісеності й заболоченості.

Отримати значення T_0 , використовуючи картосхему (рис. 2), можна за рівнянням:

$$T_0 = (T_0)_{\text{карт}} \cdot k'_L k'_B, \quad (13)$$

де $(T_0)_{\text{карт}}$ – значення тривалості схилового припливу води, які знято з картосхеми для геометричних центрів водозборів річок.

Значення коефіцієнтів впливу залісеності k'_L і заболоченості k'_B на величину тривалості схилового припливу визначаються за рівняннями:

$$k'_L = 1 + 0,37 \lg(f_L + 1); \quad (14)$$

$$k'_B = 1 + 1,23 \lg(f_B + 1). \quad (15)$$

Практичні рекомендації до визначення інших параметрів формули (8) – трансформаційної функції розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання $\psi(t_p / T_0)$, коефіцієнта русло-заплавного регулювання ε_F та коефіцієнта трансформації максимального стоку весняного водопілля під впливом озер і водосховищ руслового типу r надано в [5].

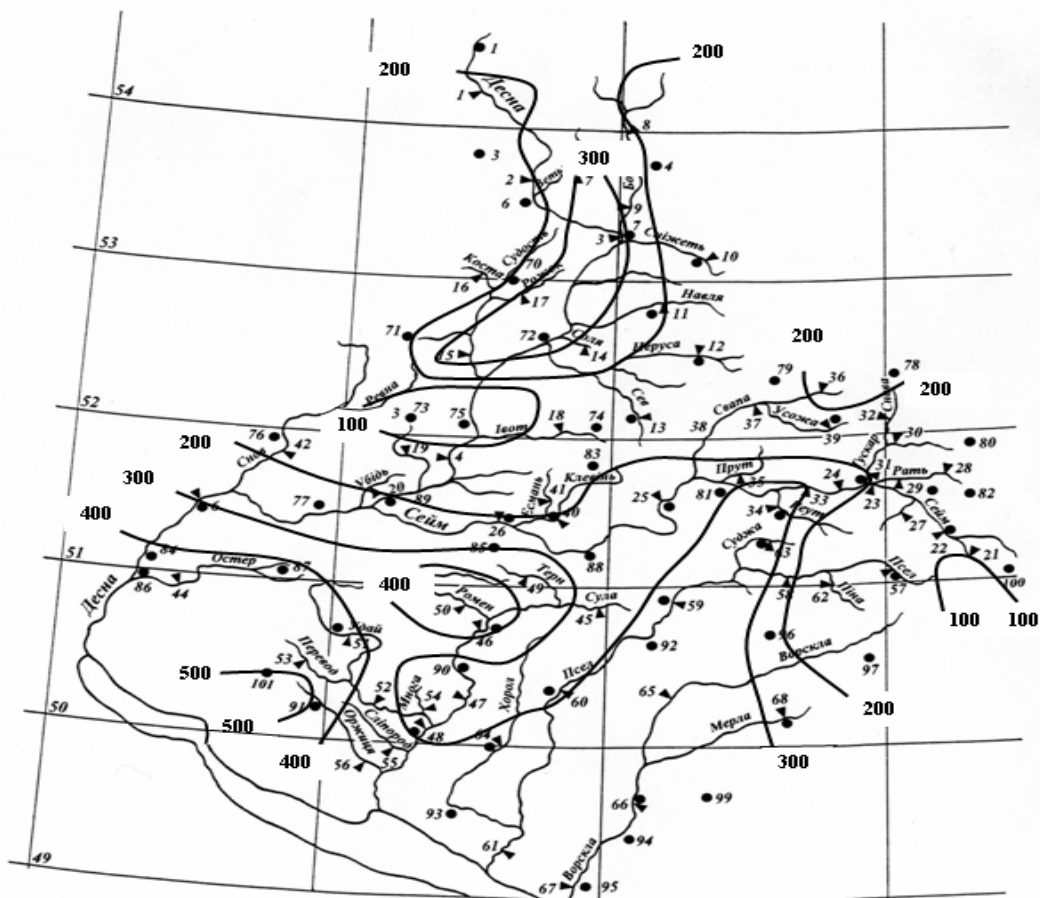


Рис. 2. Розподіл по території тривалості схилового припливу талодощової води (за $f_l=0$, $f_b=0$) в басейнах Десни та інших лівих приток середнього Дніпра, год

Середні багаторічні значення максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля, що є базовими в прогностичній методиці, прийнято як середні їх величини за багаторічний період спостережень на річках станом на 2000 р. У зв'язку з сучасними направленими тенденціями до змін глобального й регіонального клімату (підвищенням зимових температур повітря, зменшенням снігонакопичення та промерзання ґрунтів) [7] відбувається й зміна водного режиму річок, зокрема, весняного стоку [8].

У роботі досліджено багаторічні часові ряди спостережень за чинниками та характеристиками весняного водопілля на річках середнього Дніпра (в межах лівобережжя). Побудовані хронологічні графіки деяких чинників весняного стоку (зимово-весняних температур повітря, глибин промерзання ґрунтів, максимальних запасів води в сніговому покриві) показали, що їхній багаторічний хід має циклічний

характер. При цьому є тенденція до підвищення зимових температур повітря та зменшення з кінця 90-х років минулого століття максимальних снігозапасів і глибин промерзання ґрунтів.

Відповідно до таких змін зменшується в сучасний період і водність весняного водопілля річок розглядуваних басейнів, що підтверджує хронологічний графік ходу максимальних витрат води весняного водопілля річок, виражених у модульних коефіцієнтах (рис. 3).

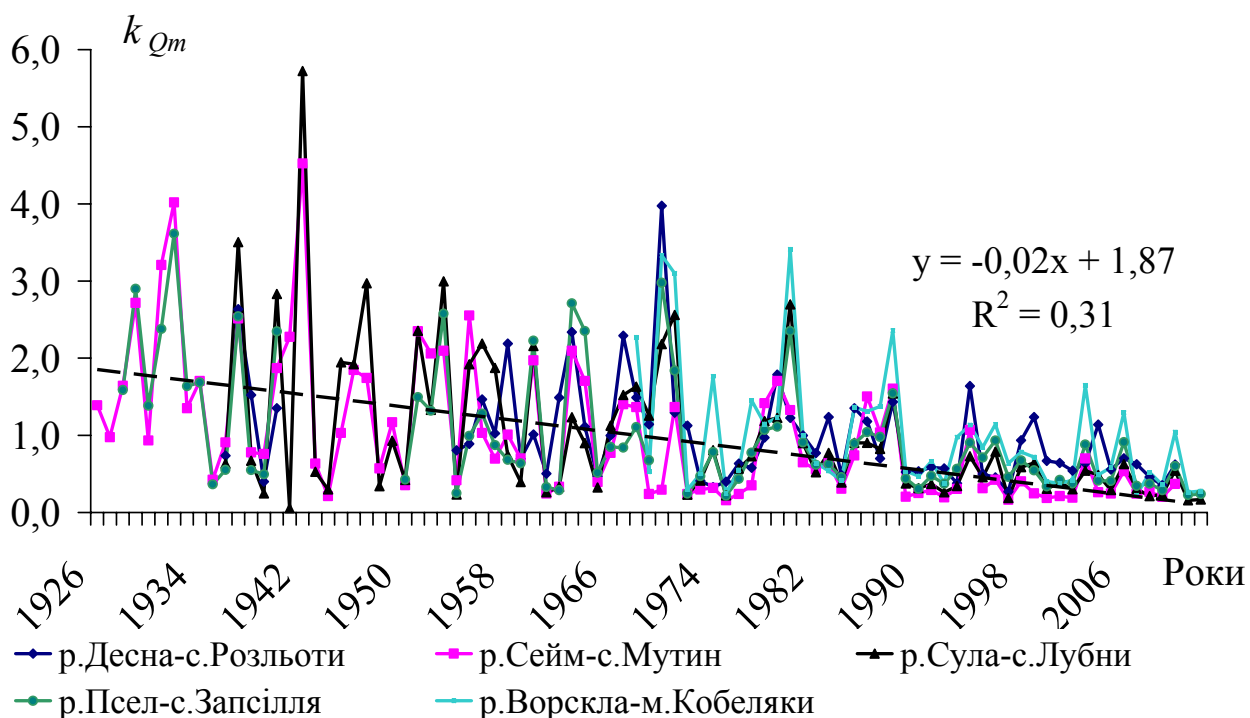


Рис. 3. Хронологічний графік (у вигляді трирічних ковзних) максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах Десни та лівих приток Середнього Дніпра (---- – лінія тренду (р. Сейм - с. Мутин))

Ураховуючи багаторічну тенденцію до зниження максимальних витрат води весняного водопілля у зв'язку з сучасними змінами клімату до середньобогаторічних величин максимумів водопіль, отриманих у методиці прогнозу станом на 2000 р., рекомендовано вводити коефіцієнт на зниження водності річок у весняний період з 2010 року [9]. Такий коефіцієнт можна отримати за регіональним рівнянням:

$$K_{Q_{2010}} = 0,92 - 0,022(\varphi^o - 50), \quad (16)$$

де φ^o – широта геометричних центрів водозборів, в частках o пн. ш.

У такому разі формула (6) для переходу від прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} до значень максимальних витрат води Q_m матиме вигляд:

$$Q_m = k_{q_m} \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F. \quad (17)$$

Аналогічні результати отримано й щодо іншої важливої характеристики весняного водопілля річок території – шарів стоку.

Забезпеченість або ймовірність настання в багаторічному періоді прогнозних величин максимальних витрат води водопілля Q_m встановлюється за спрогнозованими за методикою максимальними модульними коефіцієнтами k_{q_m} і коефіцієнтами варіації максимальних витрат води водопіль $(C_v)_{Q_m}$ по таблицях трипараметричного гамма-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля за встановленого для даної території $(C_s / C_v)_{Q_m} = 2,5$ [10].

Для невивчених у гідрологічному відношенні річок величина $(C_v)_{Q_m}$ може бути отримана за регіональною залежністю:

$$(C_v)_{Q_m} = 1.09 - 0.17(\varphi^o - 50), \quad (18)$$

Забезпеченість прогнозних величин Q_m встановлюється у вигляді:

$$P_1 < P_{Q_m} < P_2, \quad (19)$$

де P_1 і P_2 – верхня та нижня межі забезпеченості [10].

Формою представлення територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля по запропонованій методиці [1-5, 9] є карти очікуваних величин максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} , що складаються в оперативному режимі на різні дати випуску прогнозів. Можливість автоматичної побудови картосхем прогнозних характеристик розглянуто в роботах [1, 3].

Результати дослідження та їхній аналіз

Етапи реалізації запропонованого методу прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на річках відповідають комп'ютерній програмі для автоматичного оперативного прогнозу максимальних витрат води й побудови картосхем очікуваних величин та їх забезпеченості. Ці етапи такі:

1. Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації:

- базової:

а) морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів: площа водозборів, F , км²; залісеність водозборів, f_l , у частках від площ водозборів F ; заболоченість водозборів, f_b , у частках від площ водозборів F ; географічна широта геометричних центрів водозборів φ , у частках град. півн. ш.;

б) середні багаторічні величини вихідних даних: максимальних витрат води весняного водопілля Q_0 , м³/с або їх модулів q_0 , м³/(с·км²) – визначаються за рівняннями (7) або (8); максимальних запасів води в сніговому покриві або картосхема розподілу по території S_0 , мм; максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими L_0 , см; середніх місячних витрат води за зимові та весняні місяці, отримані як: середні модулі стоку з вересня попереднього по січень поточного року $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²); середніх місячних температур повітря за лютий $(\Theta_{02})_0$ °С та березень $(\Theta_{03})_0$ °С за даними метеорологічних станцій (як середня величина по даних метеостанцій в межах водозбору) або по тих, що знаходяться близько до центрів водозборів; коефіцієнтів варіації максимальних витрат води весняного водопілля на річках $(C_v)_{Q_m}$, що отримуються під час статистичної обробки часових рядів стокових даних або за формулою (18); величина допустимої похибки прогнозів максимальних витрат води $\delta_{дон}$, м³/с, яка для невивчених у гідрологічному відношенні річок розраховується як:

$$\delta_{дон} = 0,0147F; \quad (20)$$

- оперативної гідрометеорологічної інформації поточного року: гідрометеорологічні чинники водопілля, що входять до рівняння дискримінантної функції (3).

2. Визначення чинників весняного водопілля за рекомендаціями, викладеними в [2-5, 9]. При цьому невідомі на дати складання прогнозів метеорологічні чинники, що входять у вектор-предиктор дискримінантної функції (максимальні запаси води в сніговому покриві S_m , температура повітря в лютому та березні) оцінюються за їх середніми багаторічними значеннями або орієнтуючись на синоптичний прогноз погоди при введенні відповідних поправкових коефіцієнтів. За відсутності або пропусках даних в окремих пунктах спостережень за чинниками

водопілля їх величини підлягають просторовому відновленню за картосхемами розподілу по території або по регіональних залежностях від географічної широти пунктів виміру або розмірів річкових водозборів.

3. Складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на річках розглядуваної території здійснюється на дати їх випуску, які встановлені Українським гідрометцентром – 10, 20, 28 лютого та в дати максимальних снігозапасів (а також в інші дати). При цьому випуск прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля здійснюється відповідно до викладеної методики прогнозу.

4. Побудова карт величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля відбувається за схемою: прогнозовані в кожному році по залежностях (1) і описаній методиці значення k_{q_m} наносяться на карту до геометричних центрів водозборів, а потім проводяться ізолінії очікуваних величин по території.

Оскільки модульний коефіцієнт нижньою межею має 0, то за $k_{q_m} = 1,0$ його значення збігається з середньою багаторічною величиною (нормою) значення. Якщо прогнозований модульний коефіцієнт $k_{q_m} < 1$, то максимальні витрати води (шари стоку) водопілля будуть нижчими за норму, якщо ж $k_{q_m} > 1$, то водопілля очікується вищим за норму, а якщо ж k_{q_m} знаходиться в межах одиниці, то водопілля буде близьким до норми.

Аналогічно будуються й картосхеми ймовірності настання прогнозних величин у багаторічному розрізі ($P\%$) у будь-якій частині території. Так, наприклад, за $P = 20\%$ водопілля буде спостерігатися один раз на 5 років, за $P = 1\%$ – один раз на 100 років і т.д.

5. Здійснення оцінки якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля шляхом визначення абсолютної похибки прогнозу δ та в частках від допустимої похибки – $\delta/\delta_{доп}$. Завчасність прогнозів максимумів водопілля змінюється залежно від площ водозборів і метеорологічних умов весни і в середньому для розглядуваних річок складає 20-40 діб (за дати їх випуску 20 лютого).

По запропонованій методиці та наданій практичній схемі для територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах річок Десни та інших лівих приток Дніпра здійснено перевірні прогнози максимумів водопілля з використанням програмного комплексу за період 2000-2012 рр. При цьому вихідні гідрометеорологічні дані спостережень було отримано з

режимних друкованих видань Центральної геофізичної обсерваторії та оперативних архівів Українського гідрометцентру.

Оцінка складених прогнозів максимальних витрат води водопіль у басейнах річок лівобережжя Дніпра (на різні дати їх випуску загальна кількість становила близько 800 прогнозів) виконувалася шляхом побудови графіків збіжності спостережених і спрогнозованих величин $Q_m = f(Q'_m)$. Для періоду 2000-2012 рр. коефіцієнти кореляції зв'язків змінюються від 0,60 до 0,74.

За критерієм $\delta/\delta_{дон}$ якість прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля добра: забезпеченість прогнозів ($P_{\delta_{дон}}$ %) у разі використання формули (6) в середньому дорівнювала 87 %. Коефіцієнти регресії графіків дещо нижчі за одиницю, що свідчить про систематичне завищення спрогнозованих величин відносно спостережених на 25-28 %. Подібні розрахунки, але з урахуванням коефіцієнта до зниження середніх багаторічних максимальних витрат води водопіль $K_{Q_{2010}}$, здійснені за (17), показали, що справджуваність прогнозів знаходиться на тому ж рівні – 83-86 %, а збіжність спостережених і спрогнозованих величин підвищилася.

Треба відзначити, що під час прогнозування шарів стоку весняного водопілля забезпеченість допустимої похибки $P_{\delta_{дон}}$ становила 77 % і майже не змінилася під час введення коефіцієнта на зниження середніх багаторічних шарів стоку.

Висновки

У результаті дослідження можна зробити висновок, що у зв'язку з направленими тенденціями до зменшення водності річок весняного періоду під час прогнозування характеристик весняного водопілля річок у басейні Десни та лівих приток Середнього Дніпра необхідним є введення коефіцієнта на зменшення середніх багаторічних стокових величин у сучасний період водності водопілля (особливо для максимальних витрат води).

Надалі пропонується уточнення середніх багаторічних значень шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля здійснювати, наприклад, кожне десятиріччя, оскільки багаторічні тенденції водності можуть змінювати свій напрямок на протилежний знак.

* *

1. *Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андреевська Г.М.* Комп'ютерні засоби просторового узагальнення очікуваних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок (на прикл. басейну Десни). Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – К.: КНТ, 2005. – Вип. 49. – С. 406-413.
2. *Гопченко Є.Д., Бойко В.М., Шакірзанова Ж.Р.* Діагноз та просторовий довгостроковий прогноз характеристик весняного водопілля рівнинних річок (на прикл. басейну р. Сейм). – Матеріали наради-семінару спеціалістів організацій служби Мінекоресурсів. Гідрологічне прогнозування та обслуговування споживачів. Ужгород, 21-25 червня 2004 р. – С. 56-62.
3. *Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андреевська Г.М.* Довгострокове просторове прогнозування максимального весняного стоку на основі автоматизованого комп'ютерного комплексу // Наук. пр. УкрНДГМІ. – Вип. 255. – К: Ніка-Центр, 2006. – С. 228-240.
4. *E. Gopchenko, J. Shakirzanova.* Bundled software for long-term territorial forecasts of spring floods. Transboundary Floods: Reducing Risks Through Flood Management. - Printed in the Netherlands. – Springer 2006. – P. 111-119.
5. *Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р.* Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: Монографія – О.: Екологія, 2011. – 336 с.
6. *Бойко В.М., Шакірзанова Ж.Р., Швець О.А.* Багаторічні величини шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Сейм // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: ВГЛ"Обрії", 2003. – Т. 5. – С. 108-112.
7. Клімат України / За ред. *В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко.* – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
8. *Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р.* Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – № 10. – С. 133-142.
9. *Шакірзанова Ж.Р.* Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра з використанням автоматизованих програмних комплексів // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 4 (25). – С. 48-55.
10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

*Одеський державний екологічний університет
Одеський національний морський університет
Український гідрометцентр, Київ*

Ж.Р. Шакирзанова, Г.М. Андреевская, В.М. Бойко

Результаты долгосрочного прогнозирования максимумов весенних половодий левобережья среднего Днепра при использовании программного комплекса

Результаты долгосрочных прогнозов максимальных расходов воды весенних половодий в бассейнах Десна и других притоков Днепра в условиях снижения водности половодий показывают, что лучшее качество прогнозной методики достигается при учете этих изменений.

Ключевые слова: весеннее половодье, долгосрочный прогноз, изменения водности рек.

J.R. Shakirzanova, G.M. Andreevska, V.M. Boyko

The results of long-term forecasting of maximum water spring floods on the left bank of the Dnieper's middle by using software package

The results of long-term forecasts of maximum water spring floods in basins of river Desna and other tributaries of the Dnieper River in the face of declining water availability floods show that a better quality of forecast techniques is achieved by these changes.

Keywords: spring flood, the long-term forecast, changes in water availability.