

НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ СКЛАДАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ДОВГОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ

Метод просторового довгострокового прогнозу шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля заснований на принципі розподілу сукупності років на групи водності за допомогою лінійної дискримінантної функції за комплексом стокоформуєчих факторів. Прогноз представлено у вигляді карт очікуваних модульних коефіцієнтів шарів стоку і максимальних витрат води водопілля та їх повторюваність у багаторічному розрізі, що дозволяє оцінити розміри водопілля і для невивчених річок.

Для періоду весняного водопілля територіальні методики розроблені в основному для довгострокових прогнозів шарів стоку, які представляються у вигляді карт очікуваних величин. Уперше на існування загальних залежностей весняного стоку від основних факторів для річок окремих районів з однорідними умовами формування талого стоку вказав В.Д.Комаров (1955). В останні роки розроблена і успішно використовується в оперативній практиці Українського Гідрометцентру математична модель для довгострокових прогнозів шарів стоку –“Слой-2”, запропонована М.М.Сусідком.

Через залежність витрат води від розмірів річок, а також редукцією модулів стоку по площі водозборів задача побудови територіальних прогнозів максимальних витрат води водопілля вирішується значно складніше. Існуючі в сучасній практиці методики прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля базуються на залежностях максимальних витрат води від шарів весняного стоку. Територіальний варіант такого роду залежностей уперше був розглянутий О.С. Змієвою (1983).

У запропонованій авторами методиці територіального довгострокового прогнозу шарів стоку і максимальних витрат води

весняного водопілля використовуються досить відомі підходи, але їх реалізація принципово відрізняється. Так, у посібнику з гідрологічних прогнозів [1] розглянутий метод довгострокового прогнозу максимальних витрат води (Q_m) на основі залежностей модульних коефіцієнтів $k_i = Q_{mi}/Q_0$ (де Q_0 – норма максимальних витрат водопілля в даному i -му створі річки), які осереднені по території ($\bar{k}$), від сумарної величини запасів води в сніговому покриві й опадів за час сніготанення ($S + X_I$) та показником попереднього зволоження ґрунту у басейні (U) у вигляді:

$$\bar{k} = f[(S_m + X_I), U] . \quad (1)$$

Територіальні прогнози максимальних витрат води водопілля (Q_m) за очікуваним середнім значенням $\bar{k}$ здійснюються за рівнянням $Q_m = \bar{k}Q_0$, тобто передбачають обчислення норми Q_0 для басейнів, по яких є ряди спостережень. Однак метод не забезпечує розрахунку максимуму по річках, на яких спостереження не ведуться.

Як показує аналіз, залежності (1) як для шарів стоку, так і для максимальних витрат води виражені недостатньо. Одним з альтернативних варіантів прогнозу авторами статті пропонується: 1) здійснити типізацію водопіль за їх водністю; 2) обрати таку комплексну характеристику, яка описує процес формування весняного водопілля. Досить ефективним методом може бути використана статистична дискримінантна модель.

До факторів, які визначають умови формування різних за висотою водопіль, можуть бути віднесені: максимальні запаси води в сніговому покриві; динаміка накопичення і сходу снігу, пов'язана з характером зими, термінами настання весни, її температурним режимом; кількість рідких опадів; водопроникна спроможність ґрунтів на басейні – вологість та глибина їх промерзання на початку весни та інші особливості гідрометеорологічного стану басейнів у період водопілля.

Рівняння дискримінантних функцій (DF) дозволяють за ознакою цих функцій (більших або менших нуля) віднести той чи інший рік до високого, середнього або низького водопілля.

Якщо задача визначення типу весни вирішена, то складання самих прогнозів досить просте і реалізується шляхом побудови регіональних залежностей шарів стоку чи максимальних витрат води водопілля від максимальних запасів води в сніговому покриві і весняних опадів, виражених у модульних коефіцієнтах:

$$k_m = f(k_X),$$

(2)

де k_m - модульні коефіцієнти шарів весняного стоку ($k_m = Y_m / Y_0$, Y_m і Y_0 – шари весняного стоку і їх норми) або максимальних витрат води (модулів) весняного водопілля ($k_m = q_m / q_0$, q_m і q_0 – максимальні модулі весняного водопілля та їх норми), а k_X - модульні коефіцієнти сумарного надходження води на водозбір у період весняного водопілля.

$$k_X = (S_m + X_1 + X_2) / (S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}), \quad (3)$$

де S_m і S_0 – максимальні запаси води в сніговому покриві і їх норми, X_1 і X_{1_0} – опади періоду танення снігу та їх норми, X_2 і X_{2_0} – опади періоду спаду весняного водопілля та їх норми.

Перехід від модульних коефіцієнтів k_m до очікуваних значень шарів весняного стоку чи максимальних витрат води здійснюється шляхом визначення норм Y_0 або q_0 для річок, по яких є гідрологічні ряди спостережень. У випадку ж відсутності стокових спостережень на річках для визначення норм шарів весняного стоку можуть бути побудовані карти розподілу Y_0 по території. Для прогнозу ж максимальних витрат води водопілля невивчених річок методика ускладнюється у зв'язку з обумовленістю максимальних витрат води чи їх модулів площами водозборів.

Авторами в основу методики розрахунку норм максимальних витрат води весняного водопілля на річках q_0 покладена модель типового одномодального гідрографу у вигляді

$$q_0 = \frac{q'_0}{(F+1)^{n_1}} \delta_1, \quad (4)$$

де q'_0 – середній багаторічний максимум схилового припливу, причому $q'_0 = k_0 Y_0$; Y_0 – середній багаторічний шар стоку за період весняного водопілля; k_0 – коефіцієнт схилової трансформації або “дружності” водопілля [2]:

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}, \quad (5)$$

де T_0 – тривалість схилового припливу води, а $(n+1)/n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового стоку; n_I – показник редукції максимального модуля по площі водозбору F ; δ_I – коефіцієнт озерності.

Просторове узагальнення параметрів формули (4) виконується на основі картування величин норм весняного стоку Y_0 і тривалості схилового припливу T_0 (після виключення впливу місцевих факторів).

Прогнозні модульні коефіцієнти k_m шарів весняного стоку і максимальних витрат води водопілля у кожному році представляються у вигляді карт розподілу їх по території. Прикладом очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів для весняного водопілля 1970 року в басейнах річок південної частини України є карта, наведена на рис.1.

Однак важливою стороною об'єктивної оцінки можливого затоплення територій під час водопіль, особливо для невивчених річок, є питання не тільки про величини очікуваних значень k_m , але й оцінки забезпеченості їх настання за багаторічний період. Тому одночасно з картами зміни k_m пропонується складати карти забезпеченості прогнозних величин шарів стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля (рис. 2). Забезпеченість $P\%$ розраховується на основі кривої трипараметричного гама-розподілу при встановленому для даної території значення C_S/C_V .

Необхідно зупинитися на питанні довгострокового прогнозування елементів водопілля при недостатній кількості або відсутності гідрологічних спостережень у регіоні. Зокрема, це стосується більшої частини Причорноморської низовини. Авторами запропонована методика, яка дає змогу відновлювати поля модульних коефіцієнтів максимальних витрат води весняного водопілля k_m . З цією метою вибираються опорні водозбори таким чином, щоб вони рівномірно характеризували частину розглядуваної території.

Для кожного з опорних водозборів, як і для тих, що вивчені у гідрологічному відношенні, розраховуються фактори, що складають вектор-предиктор дискримінантної функції DF .

Знак DF дає змогу отримати розрахункову залежність (2), тобто дати альтернативний (якісний) прогноз майбутнього водопілля (максимум вище чи близький до норми, або нижче норми).

Отримані по зв'язках прогнозні значення k_m відносяться до центрів тяжіння опорних створів (незалежно від ступеня їх гідрологічного

вивчення). Таким чином, стає можливим проведення ізоліній (див. рис. 1) вже для всієї території півдня України (наприклад, для 1970 року).

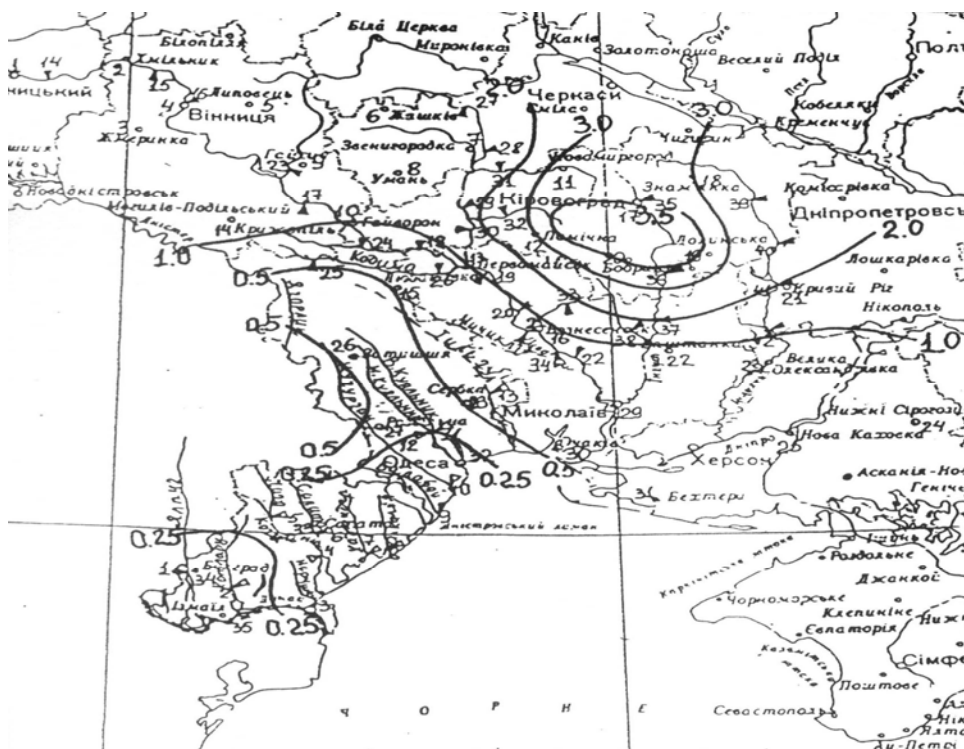


Рис. 1. Зміна по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля 1970 року

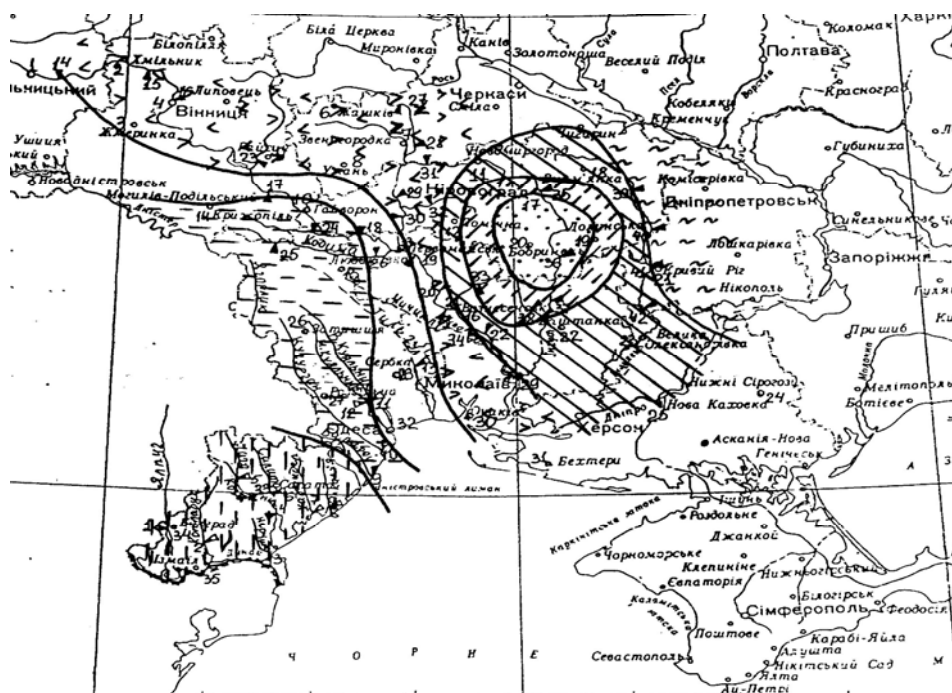
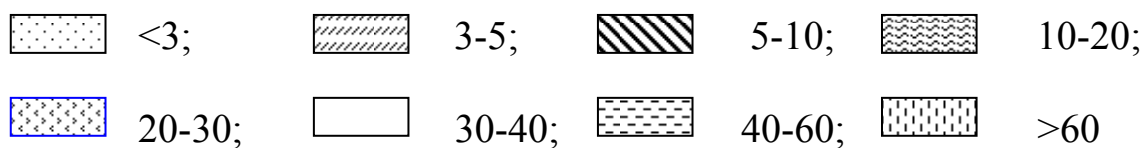


Рис. 2. Зміна по території забезпеченості прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля 1970 року (%)



Аналіз показує, що карта поля очікуваних значень максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля суттєво уточнює просторовий розподіл цих модульних коефіцієнтів на даній території.

Викладена модель для територіальних довгострокових прогнозів елементів весняного водопілля реалізована авторами для річок верхнього Дніпра, Західної Двіни, Німану, а також на річках південної частини України. Оцінка якості методики прогнозів змінюється від 0,40 до 0,76, забезпеченість допустимої похибки коливається від 95 до 77 %, а завчасність прогнозів у середньому складає 30-50 діб.

* *

Метод территориальных долгосрочных прогнозов слоев стока и максимальных расходов воды весеннего половодья основан на принципе деления совокупности лет на группы водности при помощи линейной дискриминантной функции по комплексу стокоформирующих факторов. Прогноз представлен в виде карт ожидаемых модульных коэффициентов слоев стока и максимальных расходов воды половодья и их повторяемости в многолетнем разрезе, что позволяет оценить размеры половодья и для неизученных рек.

* *

1. Руководство по гидрологическим прогнозам. – Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 358 с.
2. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 302 с.