

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки

з практичних занять та чергувань з дисципліни

«Гідрологічні прогнози» по темі:

**«Територіальний довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра
(за автоматизованим комп'ютерним комплексом)»**

Одеса-2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки

з практичних занять та чергувань з дисципліни
«Гідрологічні прогнози» по темі:
**«Територіальний довгостроковий прогноз максималь-
них витрат води весняного водопілля в басейні р. Дес-
на та лівих приток Середнього Дніпра
(за автоматизованим комп'ютерним комплексом)»**

Затверджено
методичною комісією
гідрометеорологічного інституту
протокол №___ від ___.____.2012

Одеса-2012

Методичні вказівки з практичних занять та чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» по темі: «Територіальний довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра (за автоматизованим комп'ютерним комплексом)» для студентів IV курсу денної форми навчання за спеціальністю «Гідрологія» / Шакірзанова Ж.Р., Андрєєвська Г.М., Погорелова М.П., Будкіна І.Є.— Одеса, ОДЕКУ, 2012. – 56 с.

ЗМІСТ

Передмова.....	5
1 Гідрометеорологічна мережа спостережень.....	6
2 Запропонована структура просторового довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля та основні етапи її реалізації.....	7
2.1 Методика прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля.....	8
2.2 Етапи реалізації запропонованого методу територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на річках.....	16
2.2.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації.....	16
2.2.2 Визначення факторів весняного водопілля.....	18
2.2.3 Складання прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.....	24
3 Практичне завдання. Оперативний прогноз максимальних витрат води весняного водопілля та автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості.....	26
3.1 Автоматичне складання оперативного прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля.....	26
3.1.1 Організація бази даних у комп'ютерному комплексі.....	27
3.1.2 Схема прогнозу максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля у автоматичному режимі.....	31
3.1.3 Результати прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля та оцінка прогнозів.....	35
3.2 Автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості на основі комп'ютерних технологій.....	37
3.3 Аналіз результатів автоматичного довгострокового прогнозування і просторового узагальнення очікуваних максимальних витрат води та їх забезпеченості.....	43
Запитання для самоперевірки.....	44
Література	44
Додаток А. Таблиця А.1. Список опорних гідрологічних постів, по яких ведеться довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля.....	46
Додаток А. Таблиця А.2. Список метеорологічних станцій постів....	47

Додаток Б. Базова інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр.Десна, Сейм та лівих приток Середнього Дніпра.....	49
Додаток В. Таблиця В.1. Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в дату прогнозу 20 лютого 2012 р.....	53
Додаток В. Таблиця В.2. Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля в дату прогнозу 20 лютого 2012 р.....	54
Додаток В. Таблиця В.3. Розподіл по території прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля k_{q_m} при даті прогнозу 20 лютого 2012 р.....	55
Додаток В. Таблиця В.4. Розподіл по території забезпеченості (Р%) прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля при даті прогнозу 20 лютого 2012 р.....	56

Передмова

Народне господарство потребує такого гідрологічного обслуговування, при якому забезпечувався б випуск прогнозів багатьох гідрологічних явищ з різною, іноді великою завчасністю.

Метою практичної роботи є випуск оперативного довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля, встановлення забезпеченості їх настання у багаторічному періоді, здійснення просторового узагальнення і картографічного представлення прогнозних характеристик (в басейнах Десни, Сейму, Сули, Псла і Ворскли) при використанні автоматизованого комп'ютерного комплексу. Це дозволить щорічно робити оцінку очікуваних максимальних витрат води на річках не тільки в окремих створах, де відбуваються гідрологічні спостереження, але й для невивчених в гідрологічному відношенні річок. Останнє особливо важливе оскільки з максимальними витратами (рівнями) води в першу чергу пов'язані зони можливого затоплення населених пунктів, сільськогосподарських та промислових об'єктів.

При виконанні практичного завдання студенти повинні ознайомитись з гідрологічною інформацією: матеріалами про запаси води в сніговому покриві, температури повітря, запаси вологи у ґрунті, глибини його промерзання, витрати води в річках за поточний рік.

Запропонований метод територіальних довгострокових прогнозів у вигляді розробленого автоматизованого прогностичного комплексу впроваджений і практично використовується в оперативній діяльності Українського гідрометеорологічного центру для оперативного прогнозування максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля з можливістю побудови картосхем прогнозних величин комп'ютерними засобами для річок басейнів Десни, Сейму та інших лівих приток Середнього Дніпра.

Кількість балів, отриманих при чергуванні студентів в навчальній лабораторії гідрологічних прогнозів, складає 8, що входить складовою частиною до змістовного модулю чергувань у навчальній лабораторії з дисципліни «Гідрологічні прогнози».

Шкала відповідності інтегральних оцінок практичної роботи

Інтегральна сума балів до практичної роботи		Оцінка
бал	відсоток від максимальної суми балів	
4,7	<60	незадовільно
4,8-5,9	60-74,9	задовільно
6,0-7,1	>75,0-89,9	добре
7,2-8,0	≥90,0	відмінно

1 ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА МЕРЕЖА СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля та автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості ведеться для опорних гідрологічних створів, кількість яких замикає 20 водозборів. Такі гідрологічні пости охоплюють діапазони водозбірних площ від 2380 км² (р.Тускар-м.Курськ) до 36300 км² (р.Десна-м. Розльоти). По території вони розміщені порівняно рівномірно, що видно з рис.1.1, а їх список наданий у дод.А1.

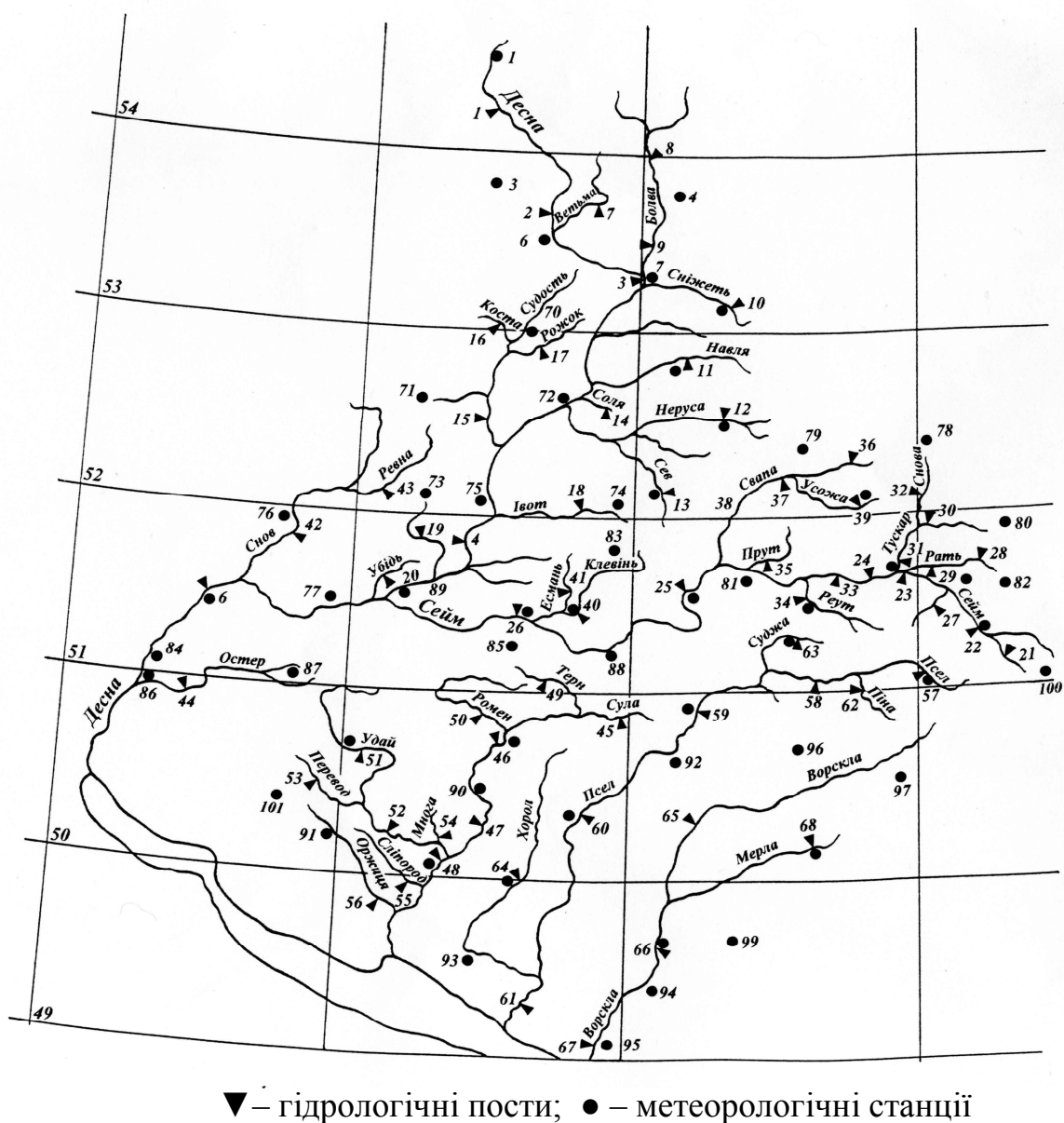


Рисунок 1.1 - Гідрометеорологічна мережа спостережень в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра

З метеорологічних величин, які використовуються при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля враховуються: температура повітря, атмосферні опади, запаси води в сніговому покриві. На досліджуваній території діє 27 метеорологічних станцій, які ведуть спостереження за опадами і температурою повітря.

Визначення запасів води в сніговому покриві на водозборах відбувається за даними 57 метеорологічних станцій та постів (див. рис.1.1, дод.А2), які проводять снігомірні зйомки на стандартних снігомірних маршрутах на відкритій місцевості та у лісі. Снігомірні пункти розміщені по площі рівномірно.

Використовуються й дані агрометеорологічних спостережень – глибини промерзання ґрунтів. На розглядуваній території спостереження за промерзанням ґрунтів ведуться на метеорологічних станціях.

Отримання оперативної інформації гідрометеорологічних спостережень ведеться при використанні комп'ютерної системи «Автоматизоване робоче місце» (АРМ гідро) через мережу Інтернет.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДУ ПРОСТОРОВОГО ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ ТА ОСНОВНІ ЕТАПИ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

В основу створення засобів автоматичного оперативного прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Дніпра покладена методика територіального довгострокового прогнозу максимального весняного стоку, яка розроблена на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ авторами Є.Д.Гопченком і Ж.Р.Шакірзановою [1-3]. Розробка автоматизованого комп'ютерного комплексу здійснена кандидатом географічних наук, доцентом кафедри інженерних конструкцій і водних досліджень Одеської морської національної академії Г.М. Андреєвською та інженером В.Ф.Окуневичем, створення бази вихідних даних по басейнах річок, апробація методики прогнозування характеристик весняного водопілля при використанні комп'ютерного комплексу виконана за участю співробітників і начальника відділу гідрологічних прогнозів Українського гідрометеорологічного центру Бойко Вікторії Михайлівні.

Основні теоретичні положення і практичні етапи реалізації методики у вигляді комп'ютерного комплексу наведені нижче.

2.1 Методика прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля

Основу прогнозової схеми становлять обґрунтовані [1-3,8] регіональні залежності між максимальними модульними коефіцієнтами та максимальними запасами води в сніговому покриві перед весняним водопіллям, які мають вигляд

$$q_m/q_0 = f(S_m/S_0) \quad (2.1)$$

або

$$k_{q_m} = f(k_S), \quad (2.2)$$

де q_m і q_0 - максимальний модуль весняного водопілля і його середньобогаторічна 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 середньобогаторічна величина, мм;

k_{q_m} - максимальний модульний коефіцієнт весняного водопілля;

k_S - модульний коефіцієнт запасів вологи на басейні, які приймають 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 вимірювач приналежності випадку (об'єкту) до тієї або іншої апріорної групи явищ. Функція DF записується у вигляді:

$$DF = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m, \quad (2.3)$$

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 факторів водопілля: максимальних запасів води в сніговому покриві, передвесняного зволоження ґрунтів, 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 побудовані за знаком дискримінантних функцій, описуються поліномами 3-го степеня:

$$\frac{q_m}{q_0} = b_0 + b_1 \frac{S_m}{S_0} + b_2 \left(\frac{S_m}{S_0} \right)^2 + b_3 \left(\frac{S_m}{S_0} \right)^3, \quad (2.4)$$

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 і прогнознi поліноми сталі та можуть використовуватися для усіх річок регіону.

По встановлених регіональних залежностях вигляду (2.1), а також даних снігомірних зйомок, за методикою знаходяться значення максимальних модульних коефіцієнтів $k_{q_m} = q_m/q_0$. Одержання прогнозних величин максимальних модулів весняного водопілля q_m , $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ відбувається як

$$q_m = k_{q_m} q_0, \quad (2.5)$$

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

$$Q_m = k_{q_m} q_0 F, \quad (2.6)$$

де F - площа водозборів річок, км^2 .

Реалізація моделей, подібних (2.1), ускладнюється необхідністю розрахунку величини q_0 . Для річок, по яких є багаторічні ряди спостережень, його значення можна визначити як

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{m_i}}{n \cdot F}, \quad (2.7)$$

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 і розраховується за рівнянням [4]

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p / T_0) \varepsilon_F \cdot r, \quad (2.8)$$

де q_0 – середньобагаторічний модуль максимального стоку, $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$;

q'_0 – середньобогаторічний 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.

Середньобогаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу q'_0 в (2.8), визначається в рамках редукційних гідрографів [4,5]

$$q'_0 = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_0, \quad (2.9)$$

де $(n+1)/n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі, що приймається для басейнів рівнинних річок України на рівні 8.1;

T_0 – тривалість схилового припливу, год;

Y_0 – середньобогаторічний шар стоку, мм.

Середньобогаторічні шари стоку весняного водопілля Y_0 для невивчених у гідрологічному відношенні річок в (2.9) можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.2.1) при введенні поправкових коефіцієнтів на урахування впливу місцевих факторів – залісеності f_L і заболоченості $f_{\bar{\theta}}$ (у частках від одиниці), що наведені у дод.Б.

Отримати значення Y_0 , використовуючи картосхему (див.рис.2.1), можна за рівнянням

$$Y_0 = (Y_0)_{\text{карт}} \cdot k_L k_{\bar{\theta}}, \quad (2.10)$$

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

Визначення коефіцієнтів впливу залісеності k_L і заболоченості $k_{\bar{\theta}}$ на середньобогаторічні величини шарів стоку здійснюється за рівняннями:

$$k_L = 1 + 0,070 \cdot \lg(f_L + 1); \quad (2.11)$$

$$k_{\bar{\theta}} = 1 - 0,081 \cdot \lg(f_{\bar{\theta}} + 1). \quad (2.12)$$

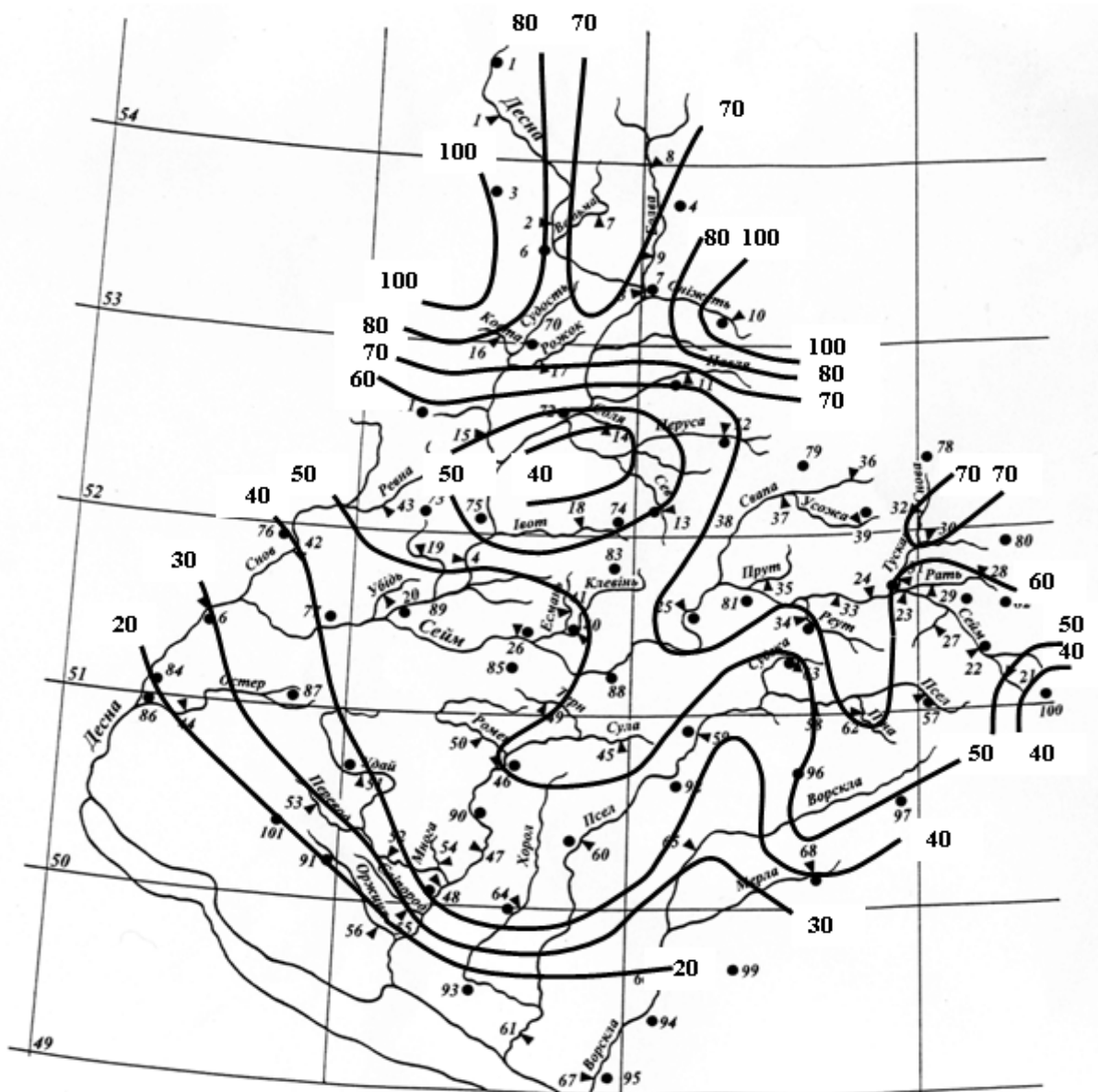


Рисунок 2.1 – Розподіл по території середньобагаторічних величин шарів стоку весняного водопілля (при $f_n = 0, f_o = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, мм

Величини тривалості схилового припливу тало-дощової води на водозборах T_0 в (2.9) для невивчених у гідрологічному відношенні річок можуть бути визначені за картосхемою їх розподілу по території (рис.2.2) при введенні поправочних коефіцієнтів на урахування впливу місцевих факторів – залісеності і заболоченості (див.дод.Б).

Отримати значення T_0 , використовуючи картосхему (див.рис.2.2), можна за рівнянням

$$T_0 = (T_0)_{\text{карт}} \cdot k'_l k'_o, \quad (2.13)$$

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

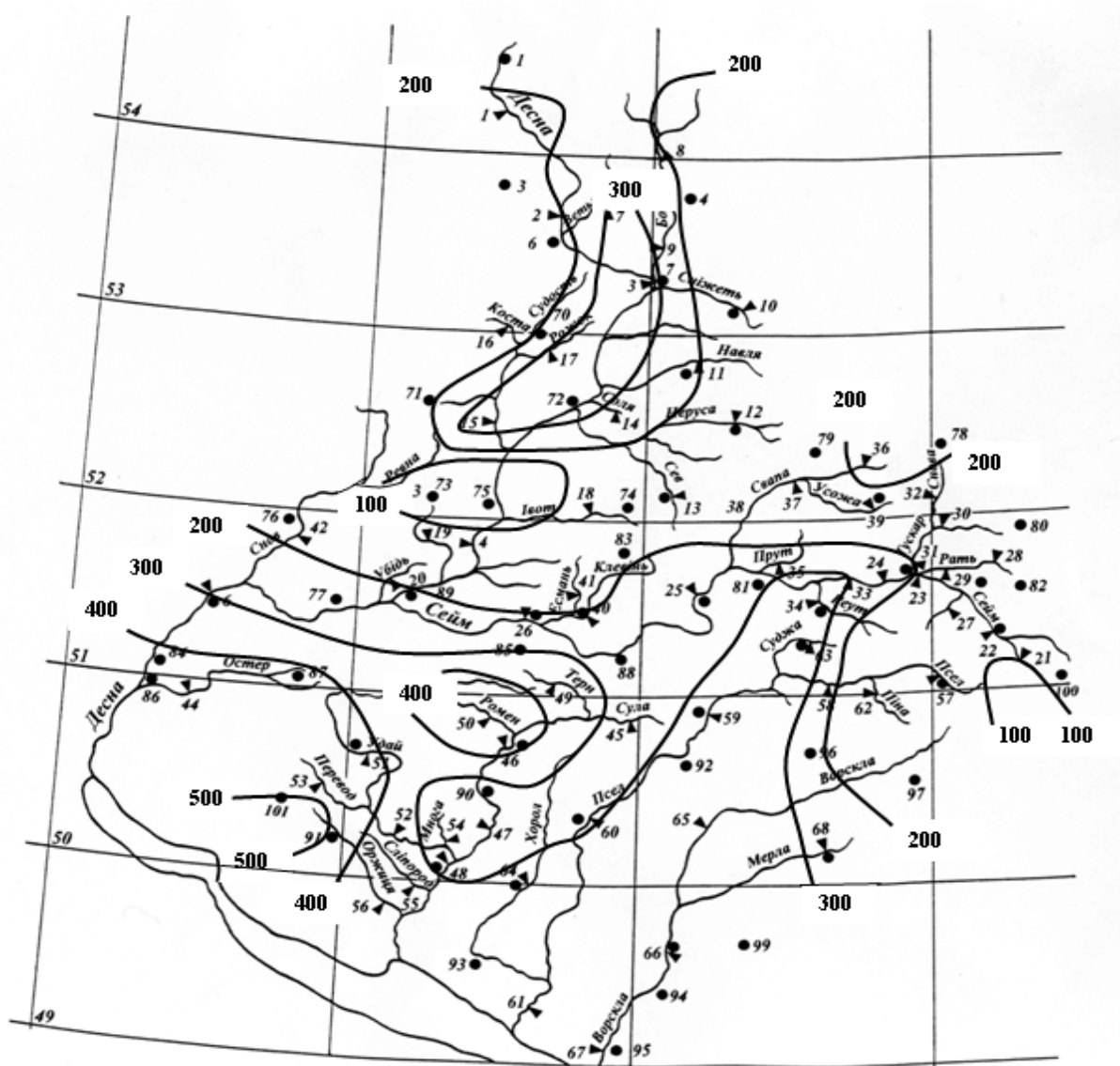


Рисунок 2.2 – Розподіл по території тривалості схилового припливу тало-дошової води (при $f_l = 0, f_{\bar{o}} = 0$) в басейні Десни та інших лівих приток Середнього Дніпра, год

Значення коефіцієнтів впливу залісеності k'_l і заболоченості $k'_{\bar{o}}$ на величину тривалості схилового припливу визначаються за рівняннями:

$$k'_l = 1 + 0,37 \lg(f_l + 1); \quad (2.14)$$

$$k'_{\bar{o}} = 1 + 1,23 \lg(f_{\bar{o}} + 1). \quad (2.15)$$

Трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання $\psi(t_p / T_0)$ в (2.8) встановлюється за рівняннями [4,5]:

- при $t_p / T_0 = 0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1.0; \quad (2.16)$$

- при $0 < t_p < T_0$

$$\psi(t_p / T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (2.17)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p / T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (2.18)$$

де t_p – тривалість руслового добігання, год;

m – показник степені у рівнянні кривої ізохрони ($m=1.0$);

n – показник степені у рівнянні кривої припливу поверхневих вод ($n=0.2$).

Розрахунок тривалості руслового добігання t_p в (2.8) здійснюється за співвідношенням

$$t_p = L / V_\partial, \quad (2.19)$$

де L – гідрографічна довжина водотоку (відстань від найдалшої точки водозбору), км, що за відсутності даних про гідрографічну довжину водотоку визначається по залежностях від площ водозборів річок F вигляду

$$L = f(F); \quad (2.20)$$

V_∂ – швидкість добігання, км/год, для визначення якої використовується формула

$$V_\partial = a_2 \cdot F^{\alpha_2} \cdot I^{0,33}, \quad (2.21)$$

a_2 – швидкісний параметр, приймається для району досліджень за табл.2.1;

α_2 – параметр, який також визначається за табл.2.1;

I – середньозважений ухил річки, ‰, що за відсутності даних про середньозважені ухили річок можна визначити в залежності від площ водозборів

$$I = f(F). \quad (2.22)$$

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε_F в (2.8) можна визначити в залежності від розмірів водозборів F , км²

$$\varepsilon_F = e^{-0,18 \cdot \lg(F+1)}. \quad (2.23)$$

Таблиця 2.1 – Значення параметрів a_2 і α_2

Географічна зона	a_2	α_2
Полісся	1,37	0,12
Лісостепова	1,51	0.17

Коефіцієнт трансформації максимального стоку весняного водопілля під впливом озер і водосховищ руслового типу r в (2.8) визначається за формулою СНіП 2.01.14-83 [6]

$$r = 1/(1 + Cf'_{oz}), \quad (2.24)$$

де f'_{oz} – середньозважена озерність;

C – емпіричний коефіцієнт, який визначається величиною Y_0 за табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта C

Y_0 , мм	>100	99-50	49-20	<20
C	0,2	0,25	0,35	0,40

Враховуючи багаторічну тенденцію до зниження максимальних витрат води весняного водопілля у зв'язку з сучасними змінами клімату (підвищенням зимових температур повітря, зменшенням снігонакопичення і промерзання ґрунтів) до середньобагаторічних величин максимумів водопіль рекомендовано [9] вводити коефіцієнт на зниження водності річок у період з 2010 і подальші роки.

Забезпеченість або ймовірність настання у багаторічному періоді прогнозних величин максимальних витрат води водопілля Q_m встановлюється за спрогнозованими за методикою максимальними модульними кое-

фіцієнтами k_{q_m} і коефіцієнтами варіації максимальних витрат води водопіль $(C_v)_{Q_m}$ по таблицях трипараметричного гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля при встановленому для даної території $(C_s / C_v)_{Q_m} = 2,5$ [6].

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

$$(C_v)_{Q_m} = 1.09 - 0.17(\varphi^0 - 50), \quad (2.25)$$

де φ^0 - широта геометричних центрів водозборів, в частках °півн.ш.

Забезпеченість прогнозних величин Q_m встановлюється у вигляді

$$P_1 < P_{Q_m} < P_2, \quad (2.26)$$

де P_1 і P_2 – верхня та нижня межі забезпеченості [6].

Формою представлення територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля по запропонованій методиці [1, 2, 10, 11] 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 розглянута в роботі [10-12].

Карти дають змогу визначити прогнозні значення максимальних витрат води водопілля для будь-якого водозбору у межах розглядуваної території, що особливо важливо для невивчених річок, а також оцінити розміри майбутнього водопілля в цілому для великої території у кожному році.

При наявності стокових спостережень на річках у регіоні побудування карт величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля відбувається за схемою: прогнозовані у кожному році по залежностях (2.1) 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 при $k_q(k_Y) = 1.0$ його значення співпадає з середнього багаторічною величиною (нормою) значення. Якщо прогнозований модульний коефіцієнт $k_q(k_Y) < 1$, то максимальні витрати (шари стоку) водопілля будуть нижчими за норму, якщо ж $k_q(k_Y) > 1$, то водопілля очікується вищим за норму, а якщо ж $k_q(k_Y)$ знаходиться в межах одиниці, то водопілля буде близьким до норми.

Одночасно з картами прогнозних значень модульних коефіцієнтів весняного водопілля надається й картосхема ймовірності перевищення

прогнозних величин у багаторічному розрізі (P %) у будь-якій частині території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості. Так, наприклад, при $P=20$ % водопілля буде спостерігатися один раз у 5 років, при $P=1$ % – один раз у 100 років і т.д.

2.2 Етапи реалізації запропонованого методу територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на річках

Етапи реалізації запропонованого методу прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на річках відповідають комп'ютерній програмі „*Seim*” для автоматичного оперативного прогнозу максимальних витрат води і побудови картосхем очікуваних величин та їх забезпеченості.

Блок-схема прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля на основі запропонованої методики територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного режиму річок наведена на рис.2.3.

2.2.1 Складання бази вихідної та оперативної гідрометеорологічної інформації

При складанні довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля необхідна базова та оперативна вихідна інформація.

Складання базової інформації (дод. Б).

а) Морфометричні та басейнові характеристики опорних водозборів:

- площа водозборів, F , км²;
- залісеність водозборів, f_l , в частках від площ водозборів F ;
- заболоченість водозборів, f_o , в частках від площ водозборів F ;
- географічна широта геометричних центрів водозборів φ° півн.ш.

або в частках град.;

- приналежність гідрологічного поста до однорідного за умовами формування весняного водопілля району, відповідно районуванню де зберігається сталість параметрів прогнозної схеми.

б) Середньобагаторічні величини вихідних даних:

- максимальних витрат води весняного водопілля Q_0 , м³/с або їх модулів q_0 , м³/(с·км²) – визначаються за рівняннями (2.8) або (2.9);

- максимальних запасів води у сніговому покриві або картосхема розподілу по території S_0 , мм;

-максимальних значень глибин промерзання ґрунтів під озимими L_0 , см;

- середньомісячних витрат води за зимові та весняні місяці, отримані як: середньобагаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років $(q_{09-01})_0$, л/(с·км²);

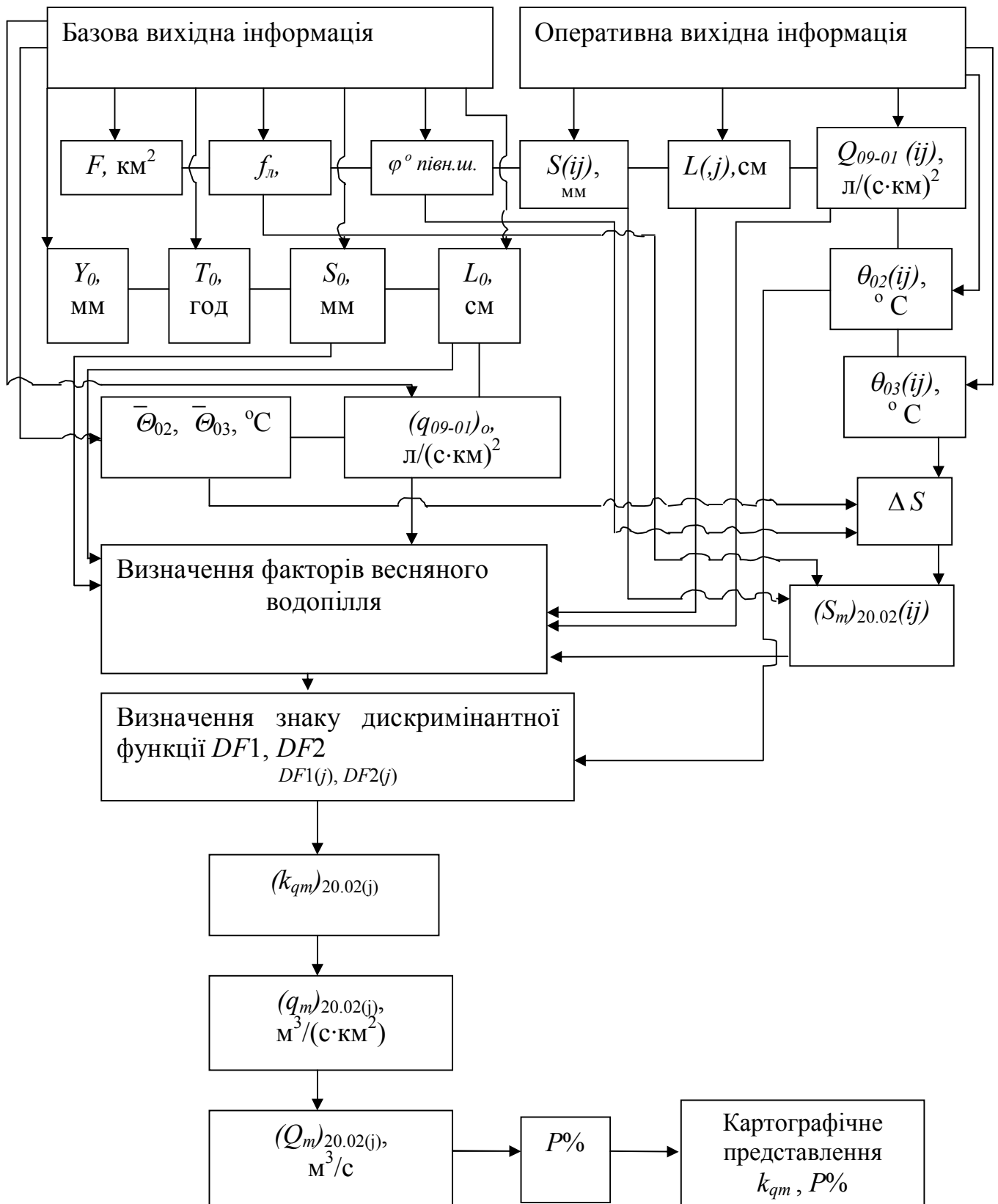


Рисунок 2.3 – Блок-схема програми для довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в дату 20 лютого

- середніх місячних температур повітря за лютий $(\theta_{02})_0$ °C та березень $(\theta_{03})_0$ °C за даними метеорологічних станцій (як середня величина по даних метеостанцій в межах водозбору) або по тих, що знаходяться близько до центрів тяжіння водозборів;

- коефіцієнтів варіації максимальних витрат води весняного водопілля на річках $(Cv)_{Q_m}$, що отримуються при статистичній обробці часових рядів стокових даних;

- величина допустимої похибки прогнозів максимальних витрат води $\delta_{доп}$, м³/с.

Оперативна гідрометеорологічна інформація поточного року включає гідрометеорологічні фактори водопілля, що входять до рівнянь дискримінантних функцій. До них відносяться:

а) запаси води в сніговому покриві на дати складання прогнозів $S_{дсп}$ і на дату їх максимального накопичення S_m , мм за даними снігомірних зйомок на метеорологічних станціях або у вигляді картосхем їх розподілу по території;

б) максимальна (на дату складання прогнозу або за зиму) глибина промерзання ґрунтів під озимими L , см за даними пунктів їх виміру або у вигляді картосхеми розподілу по території;

в) середньомісячні витрати води осінньо-зимового стоку по опорних створах річок з вересня попереднього по січень поточного року q_{09-01} , л/(с·км²);

е) середньомісячна температура повітря в лютому θ_{02} °C за даними метеорологічних станцій або у вигляді прогнозних величин;

ж) метеорологічний прогноз середньомісячної температури повітря в березні θ_{03} °C.

2.2.2 Визначення факторів весняного водопілля

Визначення максимальних запасів води в сніговому покриві та нормованих добавок до максимальних снігозапасів

Максимальні запаси води в сніговому покриві (S_m) на водозборах в залежності (2.1) визначаються як середні зважені значення з урахуванням нерівномірності снігонакопичення на відкритих і залісених ділянках і обчислюються за формулою

$$S_m = S(1 - f_{л}) + k_{л} S f_{л}, \quad (2.27)$$

де $k_{л}$ – коефіцієнт снігонакопичення з урахуванням залісеності водозборів $f_{л}$, у частках одиниці;

S - максимальні запаси води в сніговому покриві по вимірах у полі (з урахуванням запасів води в крижаній кірці), мм.

Для кожної станції дата максимальних запасів води в сніговому покриві встановлювалася по найбільшому значенню загальних снігозапасів (включаючи запас води в крижаній шкідці) перед весняним таненням снігу (за даними вимірів снігозапасів у полі).

Підрахунок середніх по басейнах максимальних запасів води в сніговому покриві проводився по значеннях S , які обчислені за формулою (2.27) за даними репрезентативних метеостанцій по вимірах їх на польових ділянках

$$S_{m_i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j, \quad (2.28)$$

де S_j - максимальні снігозапаси по окремих пунктах їх виміру у межах водозбору, мм;

m - кількість вимірювальних пунктів снігозапасів.

Максимальні запаси води у сніговому покриві перед весняним сніготаненням включені до вектор-предиктору дискримінантної функції DF та у прогнозу схему у вигляді модульних коефіцієнтів

$$(k_S)_i = \frac{S_{m_i}}{S_0}, \quad (2.29)$$

де S_{m_i} - значення середніх на водозборах максимальних снігозапасів в i -му році, мм;

S_0 - середньобогаторічні величини максимальних снігозапасів на водозборі, мм.

Середньобогаторічні максимальні снігозапаси узагальнені у вигляді карти розподілу величини S_0 по території (рис.2.4). Напрямок ізоліній на цій карті свідчить про убування S_0 по мірі зменшення континентальності клімату - з півночі та північного сходу (від 70-80- мм) на південь і південний захід (до 60-50 мм).

Для аналізу зміни снігозапасів, які накопичуються на водозборах перед початком весняного водопілля, доцільно у кожному році будувати карти розподілу їх по території. Такі карти є основою при складанні прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля.

На календарну дату складання прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля розрахунок середніх на водозборах максимальних запасів води в сніговому покриві $(S_m)_{ДСП}$ ведеться за схемою

$$(S_m)_{ДСП} = [S_{ДСП}(1 - f_n) + k_n S_{ДСП} f_n] + \Delta \bar{S}, \quad (2.30)$$

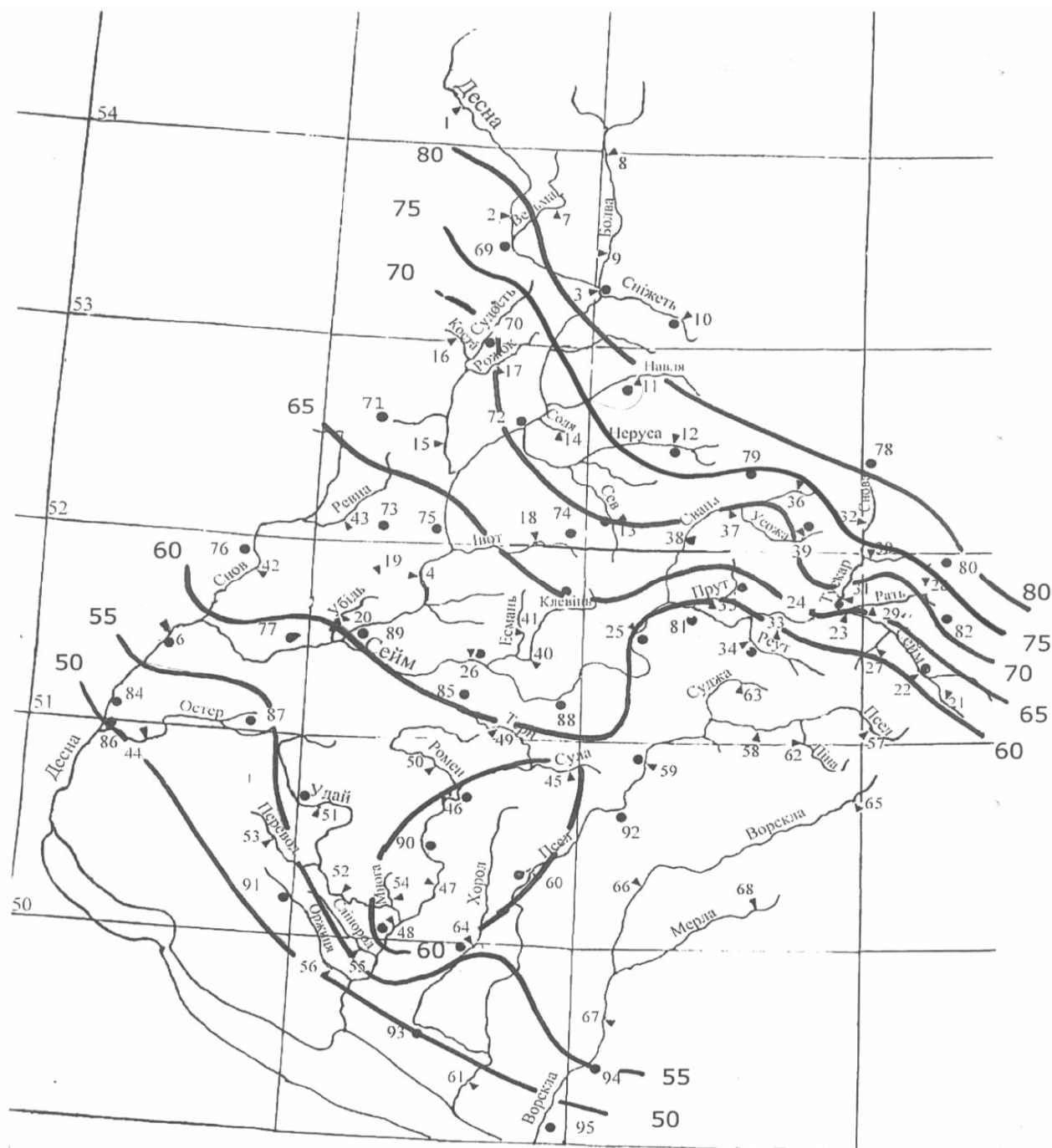


Рисунок 2.4 – Розподіл по території середньобаторічних величин
максимальних запасів води в сніговому покриві

Визначення середніх величин добавок $\Delta\bar{S}$ на різні дати складання прогнозу виконується за рівнянням

$$\Delta\bar{S} = a + b(\varphi'^o - 50), \quad (2.31)$$

де φ'^o - географічна широта пунктів виміру снігозапасів, в частках град. півн. ш.

Коефіцієнти a і b у формулі (2.31) визначаються для календарних дат випуску прогнозів. Умови введення добавки $\Delta\bar{S}$ і значення коефіцієнтів в рівнянні (2.31) наведені у табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Нормальні добавки до максимальних запасів води в сніговому покриві $\Delta\bar{S}$, мм

Умови введення добавки ($\Delta\bar{S}$) в залежності від очікуваної температури повітря		$\Delta\bar{S}$	Значення коефіцієнтів рівняння (2.31)	
ДСП: до дати 20 лютого	ДСП: від дати 20 лютого і пізніше		a	b
$\Theta_{02,03} \leq (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \leq (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_1$	$3.27 - 0.086 D$	$26.8 - 0.55 D$
$(\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{02,03} > (\bar{\Theta}_{02,03} - 1^\circ\text{C})$	$(\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C}) > \Theta_{03} > (\bar{\Theta}_{03} - 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_2$	$3.38 - 0.109 D$	$20.4 - 0.61 D$
$\Theta_{02,03} \geq (\bar{\Theta}_{02,03} + 1^\circ\text{C})$	$\Theta_{03} \geq (\bar{\Theta}_{03} + 1^\circ\text{C})$	$\Delta\bar{S}_3$	$2.14 - 0.074 D$	$7.47 - 0.25 D$

Умовні позначення:

ДСП – дата складання прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля;

$\Theta_{02,03}$ і $\bar{\Theta}_{02,03}$ - середнє значення середньомісячних температур повітря в лютому і березні та норма величини, відповідно, $^\circ\text{C}$.

Θ_{03} і $\bar{\Theta}_{03}$ - середня температура повітря за березень та її норма, відповідно, $^\circ\text{C}$.

D - кількість діб від 1-го лютого.

При цьому, якщо зима очікується холодною, вважається, що опадів у вигляді снігу буде більше за середньобаторічне їх значення ($\Delta\bar{S}_1$), при температурі повітря, близькій до норми – значення добавки снігу ($\Delta\bar{S}_2$) береться на рівні середньобаторічної величини і, якщо температура

повітря вища за норму, поповнення максимальних снігозапасів ($\Delta \bar{S}_3$) буде меншим за середньобогаторічне.

Визначення вологості та промерзання ґрунтів на водозборах

У прогнозній схемі у вектор-предикторі дискримінантної функції в якості інтегральної характеристики зволоження ґрунтів на водозборах прийнятий середній річковий модуль стоку в створі річки з вересня попереднього по січень поточного року q_{09-01} , віднесений до його норми $(q_{09-01})_0$

$$(k_{q_{09-01}})_i = \frac{(q_{09-01})_i}{(q_{09-01})_0}, \quad (2.32)$$

де $(q_{09-01})_i$ - середній модуль стоку з вересня по січень для i -ї весни, л/(с·км²):

$$(q_{09-01})_i = \frac{\sum_{01}^{09} Q_i}{F} 10^3, \quad (2.33)$$

де Q_i - середня місячна витрата води з вересня попереднього по січень поточного року, м³/с.

За відсутності спостережень прийняту характеристику зволоження ґрунтів можна визначити за встановленими залежностями середнього модуля стоку з вересня по січень q_{09-01} від широти геометричних центрів водозборів. Так, для визначення середньобогаторічних величин $(q_{09-01})_0$ використовується рівняння

$$(q_{09-01})_0 = 0,417 (\varphi^0 - 50) + 1,36, \quad (2.34)$$

де $(q_{09-01})_0$ - середньобогаторічні значення середніх модулів стоку з вересня попереднього по січень поточного років, л/(с км²);

φ^0 - широта геометричних центрів водозборів, в частках °півн.ш.

При визначенні модульного коефіцієнта $(k_{q_{09-01}})_i$ за (2.32) для конкретних років поточні значення $(q_{09-01})_i$ можна бути отримати на основі безпосередніх спостережень за стоком води річок. За відсутності спостережень пропонується відновлення рядів $(q_{09-01})_i$ шляхом побудування для кожного i -го року залежностей типу

$$(q_{09-01})_i = k_3 + k_4(\varphi^i - 50), \quad (2.35)$$

де k_3 і k_4 - коефіцієнти рівняння (2.35), що отримуються у поточному році.

В якості фактора втрат води під час водопілля при дискримінантному аналізі бралися значення глибин промерзання ґрунтів (під озимими) найбільші перед початком весняного танення снігу, осереднені по водозборах з урахуванням даних усіх пунктів спостережень, розташованих у їх межах, і віднесені до норм промерзання, тобто

$$(k_L)_i = \frac{L_i}{L_0}, \quad (2.36)$$

де L_i - середні по водозборах значення максимальних глибин промерзання ґрунтів для i -го року, см;

L_0 - середньобагаторічні глибини промерзання ґрунтів на окремих водозборах, см.

Узагальнення L_0 , розрахованих для кожного пункту спостережень (по даних на агрометеорологічних станціях), виконане в залежності від широтного положення пунктів. У цілому при збільшенні широти, тобто при переході від південних у більш північні райони розглядуваної території, глибини промерзання збільшуються у відповідності з рівнянням

$$L_0 = 69 + 1,43(\varphi'^0 - 50), \quad (2.37)$$

де φ'^0 - географічна широта пунктів виміру глибин промерзання ґрунтів, в $^\circ$ півн.ш.

При прогнозах максимального стоку у кожному році на різні дати їх складання для розрахунку k_L використовуються безпосередні виміри глибин промерзання ґрунтів L_j , як середньозважені або середні арифметичні значення у межах кожного з водозборів. За відсутності спостережень на водозборі доцільним є відновлення полів глибин промерзання ґрунтів на дати прогнозу шляхом встановлення залежностей вигляду (2.37), але побудованих по щорічних даних у вигляді

$$L_i = k_1 + k_2(\varphi'^0 - 50), \quad (2.38)$$

де k_1 і k_2 - коефіцієнти рівняння (2.38), визначені у поточному році.

2.2.3 Складання прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля

На дати випуску прогнозів 10, 20, 28 лютого та в дати максимальних снігозапасів (а також в інші дати) здійснюється складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на річках розглядуваної території.

Етапи випуску прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля:

а) складання альтернативного (якісного) прогнозу типу водності майбутнього весняного водопілля виконується з урахуванням знаку лінійної дискримінантної функції DF .

Коефіцієнти рівнянь наведені в табл.2.4 відповідно району приналежності гідрологічного поста до річкового басейну. За знаком дискримінантної функції встановлюється якісний (альтернативний) прогноз висоти майбутнього водопілля:

- дискримінантна функція $DF1 > 0$ – максимальні витрати води будуть більшими за середньобогаторічні значення (ситуація 1);
- за $DF1 \leq 0$, а $DF2 \geq 0$ – максимальні витрати води весняних вод очікуються близьким до середньобогаторічних їх значень (ситуація 2);
- за $DF1 < 0$ і $DF2 < 0$ – максимальні витрати води водопілля прогнозуються меншим за середньобогаторічні їх значення (ситуація 3);

Таблиця 2.4 – Коефіцієнти рівнянь дискримінантних функцій

$$DF = a_0 + a_1 k_S + a_2 k_{q_{09-01}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}^0$$

Дискримінантна функція	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
$DF1$	1,49	-14,4	2,76	11,0	0,057
$DF2$	-0,30	-6,33	2,96	7,55	0,274

Умовні позначення:

k_S – модульний коефіцієнт максимальних запасів води в сніговому покриві;

k – модульний коефіцієнт середнього модулю стоку осінньо-зимового періоду;

k_L – модульний коефіцієнт глибини промерзання ґрунтів;

Θ_{02}^0 - температура повітря лютого ($^{\circ}\text{C}$).

б) прогноз величин модульних коефіцієнтів k_{q_m} здійснюється на дату його складання за регіональними залежностями у вигляді рівняння

поліному вигляду (2.3) і даними табл.2.5, відповідно району приналежності гідрологічного поста і знаком дискримінантної функції DF ;

Таблиця 2.5 – Коефіцієнти поліному $k_{q_m} = b_0 + b_1 k_S + b_2 k_S^2 + b_3 k_S^3$

Умови застосування	b_0	b_1	b_2	b_3
Басейн р.Десна (вище впадіння р.Сейм) і р.Снов				
$DF1 > 0$	0,0412	-0,258	2,58	-0,66
$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,036	-0,198	1,07	-0,0563
$DF1 < 0; DF2 < 0$	-0,04	0,462	-0,462	0,385
Басейни рр. Сейм, Сула, Псьол, Ворскла				
$DF1 > 0$	0,06	0,487	0,753	0,486
$DF1 \leq 0; DF2 \geq 0$	0,03	-0,06	0,61	0,04
$DF1 < 0; DF2 < 0$	0,04	-0,25	0,45	-0,03

в) здійснюється перехід від прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів k_{q_m} до значень максимальних витрат води Q_m , м³/с за рівнянням

$$Q'_m = k_{q_m} \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F. \quad (2.39)$$

де q_0 – середньобагаторічні величини максимальних модулів весняного водопілля, м³/(с·км²);

$K_{Q_{2010}}$ – коефіцієнт, враховуючий зміну значень середньобагаторічних величин максимальних витрат води за період до 2010 р. і наступні роки, що отримується за рівнянням (φ в частках град.)

$$K_{Q_{2010}} = 0,92 - 0,022(\varphi^0 - 50); \quad (2.40)$$

г) встановлення забезпеченості прогнозованих максимальних витрат води весняного водопілля здійснюється за таблицею трипараметричного гама-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф.Менкеля за очікуваним k_q і значеннями коефіцієнтів варіації максимальних витрат води $(C_v)_{Q_m}$ при $C_s = 2,5C_v$. За відсутності часових рядів стокових на річках величина $(C_v)_{Q_m}$ одержується за рівнянням (2.25). Забезпеченість прогнозних величин Q_m надається у вигляді інтервалу $P\%$ (2.26).

д) Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля виконується шляхом визначення похибки прогнозу δ та в частках від допустимої похибки – $\delta/\delta_{дон}$.

Величина похибки прогнозу δ , м³/с визначається за рівнянням

$$\delta = Q_m - Q'_m \quad (2.41)$$

де Q_m і Q'_m – спостережені і прогнозні значення максимальних витрат та рівнів води весняного водопілля, м³/с.

Прогноз вважається справджуваним, якщо відношення $\delta / \delta_{don} \leq 1,0$.

За відсутності рядів стокових вимірів на річках для визначення величини допустимої похибки при прогнозуванні максимальних витрат води весняного водопілля використовується залежність δ_{don} від площ водозборів F у вигляді

$$\delta_{don} = 0,0147F. \quad (2.42)$$

3 Практичне завдання

ОПЕРАТИВНИЙ ПРОГНОЗ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ ТА АВТОМАТИЧНА ПОБУДОВА КАРТОСХЕМ ОЧІКУВАНИХ МАКСИМАЛЬНИХ МОДУЛЬНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТА ЇХ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ

Мета роботи: придбати практичні навички при складанні оперативного довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейні рр.Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра.

Завдання: за допомогою автоматизованого комп'ютерного комплексу «Сейм» на різні дати (10, 20, 28 лютого та дату накопичення максимальних снігозапасів) скласти довгострокові прогнози максимальних витрат води весняного водопілля у поточному році, побудувати картосхеми модульних коефіцієнтів очікуваних величин та їх забезпеченості, оцінити прогноз, роздрукувати та проаналізувати отримані результати.

Порядок роботи з комп'ютерною програмою «Сейм»

3.1 Автоматичне складання оперативного прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля

Програма використовується для випуску територіального довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах рр. Десна, Сейм та інших лівих приток Середнього Дніпра.

Мінімальні вимоги до конфігурації комп'ютера: *Windows 2000* і вище, *Microsoft Office XP*, з обов'язковою установкою *MsExcel*, *MsAccess*. Монітор: дозвіл екрана не менш 800×600 точок.

Програма «*Seim*» створена в середовищі програмування *Microsoft Visual Basic 6.0* з використанням *Microsoft Office XP*, що створює користувачеві додаткові зручності при роботі з програмою.

Для запуску програми необхідно запустити файл *Seim.exe* з директорії, в яку встановлена програма. Після запуску цього файлу відкривається діалогове вікно „*Seim*” (рис.3.1), в якому вибирається поточний рік і дата, а потім шляхом послідовного натискування кнопок користувачеві надається можливість:

- ввести необхідну вихідну інформацію;
- здійснити розрахунок; переглянути /зберегти/, роздрукувати таблиці з вихідними даними й розрахунковими характеристиками;
- нанести на карту отримані прогнозні характеристики.

3.1.1 Організація бази даних у комп’ютерному комплексі

Базова інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля являє собою основні гідрологічні характеристики річок басейну Десни, Сейму та ін. (гідрографічні показники, норми максимального стоку водопілля, норми метеорологічних величин) – дод.Б і карту даного басейну (див.рис.1.1).

При натисканні кнопки [Інструменти] у діалоговому вікні „*Seim*” (див. рис.3.1) відкривається діалогове вікно „Tools”, з якого здійснюється доступ до змінюваної змінної KLL, а також доступ до базової інформації й розмітки карти. Оскільки база даних є закритою, доступ до неї дозволений лише за наявності пароля.

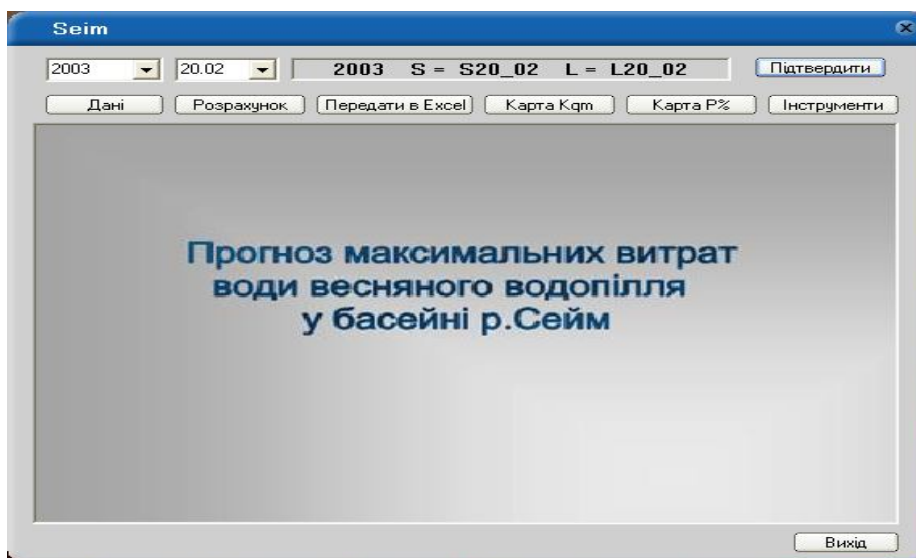


Рисунок 3.1 - Діалогове вікно „*Seim*”

При натисканні кнопки [Базова інформація] вікно, у яке слід ввести пароль, можна одержати доступ до таблиці з базовою інформацією (рис.3.2).

Tools

Базова інформація для складання прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля

	GST_Num	GST	F	FI	Hr	SO	LO	qos0	Q0	q_0	CvQm	Sig
▶	24	Сейм-м.Ришкове	7460	0,05	51,75	79,2	92,0	2,03	619	0,083	0,79	45,
	25	Сейм-м.Рильськ	18100	0,08	51,83	77,3	92,0	1,92	867	0,048	0,71	66,
	26	Сейм-м.Мутин	25600	0,07	51,75	76,5	90,0	2,22	942	0,037	0,86	67,
	31	Тускар-м.Курськ	2380	0,05	52,08	86,4	92,0	2,52	274	0,115	0,7	17,
	38	Свапа-ст.Город	3690	0,11	51,17	83,6	94,0	2,81	387	0,105	0,75	23,
	40	Клевень-с.Шарпівк.	2440	0,08	51,83	68,8	99,0	2,13	129	0,053	1	81,
	46	Сула-м.Ромни	4020	0,02	50,92	65,0	82,5	1,39	139	0,035	0,76	10,
	48	Сула-м.Лубни	14200	0,07	50,58	64,4	79,2	1,23	232	0,016	0,89	15,
	51	Удай-м.Прилуки	1520	0,11	50,83	63,7	87,6	1,39	32	0,021	0,77	24,
	59	Псел-м.Суми	7770	0,09	51,08	62,3	75,9	2,04	310	0,04	0,87	25,
	60	Псел-м.Гадяч	11300	0,11	50,83	60,1	75,8	1,94	282	0,025	0,88	27,
	61	Псел-м.Запілля	22400	0,07	50,67	57,5	76,0	1,42	343	0,015	0,76	23,
	64	Хорол-м.Миргород	1740	0,02	50,33	62,5	69,2	0,92	76,2	0,044	0,97	57,
	66	Ворскла-с.Чернетч	5790	0,08	50,50	69,6	78,5	1,82	159	0,037	0,87	19,
	67	Ворскла-с.Кобеляк	13500	0,10	50,17	67,0	73,0	1,88	215	0,019	0,87	25,
	3	Десна-Брянськ	13700	0,40	53,83	93,0	72	3,38	932	0,068	0,66	70,
◀	4	Песна-Розьютки	36300	0,30	53,17	80	72	2,84	944	0,026	0,64	65,

Вихід

Рисунок 3.2 - Базова інформація для складання прогнозу в басейні
рр. Десна, Сейм та ін.

Оперативна інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля являє собою гідрологічні та метеорологічні дані у поточному році. Введення вихідних даних по здійснюється безпосередньо в програмі у діалоговому вікні „Data” або через файл db.2. Після виходу з діалогового вікна db.2 вся інформація, яка занесена до таблиці „OI Meteo 200_” чи „OI GST 200_” зберігається автоматично.

Оперативна інформація по метеостанціях для заданого року, наприклад, 2003 – це таблиця „OI Meteo 2003” у діалоговому вікні „Data” (рис.3.3). Умовні позначення у ній такі:

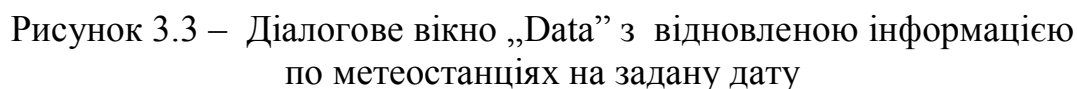
S31_01 – значення максимальних запасів води в сніговому покриві на 31 січня, мм;

S05_02 – значення максимальних запасів води в сніговому покриві на 5 лютого й т.д., мм;

Sm – значення максимальних запасів води в сніговому покриві, мм;

L31_01 – значення глибини промерзання ґрунту на 31 січня, см;

T3 – середня температура повітря в березні, °C.



Для коректної роботи програми досить заповнити графі q09_01 й Qm або тільки графу q09_01.

Відновлення вихідної інформації по глибинах промерзання ґрунту здійснюється на конкретно задану дату. При відновленні інформації в діа-

логовому вікні „*Seim*” необхідно вибрати рік і дату, натиснути кнопку [Підтвердити], а потім натиснути кнопку [Дані], після чого відкриється діалогове вікно „Data” (див.рис.3.3 та 3.4).

2003 S = S20_02 L = L20_02 OI_Meteo **OI_GST** Відновити інформацію

Оперативна інформація по гідрологічних постах у 2003 році, при S = S20_02, L = L20_02

OI GST 2003					
ID	Gst_Num	Gst	q09_01	Qm	Ym
1	24	Сейм-м.Ришкове	0,83	318	
2	25	Сейм-м.Рильськ		723	
3	26	Сейм-м.Мутин		552	
4	31	Тускар-м.Курськ		216	
5	38	Свапа-ст.Город	1,15		
6	40	Клевень-с.Шарпівк.		62	
7	46	Сула-м.Ромни		83,6	
8	48	Сула-м.Лубни	1,78	108	

Відновлена інформація по гідрологічних постах у 2003 році, при S = S20_02, L = L20_02

OI GST 2003_A				
Gst_Num	Gst	q09_01	Qm	Ym
24	Сейм-м.Ришкове	0,83	318	
25	Сейм-м.Рильськ	2,1301810381759	723	
26	Сейм-м.Мутин	2,10098053607432	552	
31	Тускар-м.Курськ	2,22143260724332	216	
38	Свапа-ст.Город	1,15		
40	Клевень-с.Шарпівк.	2,1301810381759	62	

Key	GST_Num	GST	Q 09_01	Hr	Hr - 50	(Hr-50)*Qos	(Hr-50)^2
1	24	Сейм-м.Ри	0,83	51,75	1,75	1,4525	3,0625
2	38	Свапа-ст.Гс	1,15	51,17	1,17	1,3455	1,3689
3	48	Сула-м.Луб	1,78	50,58	0,58	1,0324	0,3364

q09_01рас = K3 + K4 * (Hr-50) K3 = 1,46221955260233 K4 = 0,365006276269709

Вихід

Рисунок 3.4 - Діалогове вікно „Data” з відновленою інформацією по гідрологічних постах на задану дату

Після цього натиснути кнопку [Відновити інформацію], при активній кнопці [OI_Meteo], в результаті чого заповняться дві нижні таблиці (див.рис.3.3), при активній кнопці [OI_GST] - заповняться дві нижні таблиці (див.рис.3.4).

Відновлена інформація по глибинах промерзання ґрунту на задану дату заноситься до відповідної таблиці (наприклад, OI_Meteo 2003_A), а по величинах q09_01 – до табл.OI GST 2003_A.

У нижній таблиці в діалоговому вікні „Data”, при активній кнопці [OI_Meteo], показані вихідні дані, по яких відновлюються значення глибин промерзання ґрунту на задану дату $L_{роз}$, а при активній кнопці [OI_GST] - дані, по яких відновлюються значення модулів осіннього стоку (з вересня попереднього року по січень розрахункового) $q09_01_{роз}$.

Відновлена інформація по цих величинах використовуються в подальших розрахунках. Слід зазначити, що при кожній зміні дати, відновлення вихідної інформації необхідно повторити, натисканням клавіші [Відновити інформацію].

Після занесення вихідних даних і відновлення інформації по глибинах промерзання ґрунту $L_{роз}$ і модулів осіннього стоку $q_{09_01_{роз}}$ необхідно натиснути кнопку [Вихід] для того, щоб повернутися в діалогове вікно „Seim” і продовжити розрахунок.

3.1.2 Схема прогнозу максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля у автоматичному режимі

Перш ніж приступитися до визначення прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів, необхідно виконати усі операції, які описані в п.3.1.1. Потім у діалоговому вікні „*Seim*” (див. рис.3.1) необхідно натиснути кнопку [Розрахунок], в результаті чого відкриється діалогове вікно „Calculate” (рис.3.5).

The screenshot shows a software window titled "Calculate" with a blue header bar. Below the header, there is a text field containing "2003 S = S20_02 L = L20_02" and a button labeled "Розрахунок".

The main content area is divided into three sections:

- Оперативна інформація по метеостанціях на дату прогнозу**: A table with columns: Meteo_Num, Meteo, S20_02, T2, T3, L20_02. It contains three rows of data for stations 25 (Рильськ), 26 (Мутин), and 29 (Бегеяно).
- Базова інформація по гідрологічних постах на дату прогнозу**: A table with columns: GST_Num, GST, N°N°_Meteo, FI, T20, T30, Hr, and a unit symbol. It contains three rows of data for posts 24, 25, and 26.
- Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на дату прогнозу**: A table with columns: GST_Num, GST, F, Hr, S1, and S. The table is currently empty.

At the bottom right of the window is a button labeled "Вихід".

Рисунок 3.5 – Діалогове вікно „Calculate” з вибіркою вихідної інформації, яка використовується при прогнозі на задану дату

У таблиці «Оперативна інформація по метеостанціях на дату прогнозу» (див. рис.3.5) організується вибірка вихідних даних по метеостанціях для прогнозу на задану дату (наприклад, 20 лютого), де:

Meteo_Num – номер метеостанції;

Meteo – назва метеостанції;

S20_02 – значення максимальних запасів води в сніговому покриві на 20 лютого, мм;

L20_02 – значення глибини промерзання ґрунту на 20 лютого, см;

T2 – середня місячна температура повітря в лютому, °C;

T3 – середня місячна температура повітря в березні, °C.

У таблиці «Базова інформація по гідрологічних постах на дату прогнозу» (див. рис.3.5) організується вибірка вихідних даних по гідрологічних постах для прогнозу на задану дату, наприклад:

GST_Num – номер гідрологічного поста;

GST – назва гідрологічного поста;

№№_Meteo – номери метеостанцій, дані яких використовуються при розрахунках факторів водопілля на даному водозборі;

F1 – залісеність водозбору, у частках від одиниці;

T20 – норма середньомісячної температури повітря в лютому, °C;

T30 – норма середньомісячної температури повітря в березні, °C;

Hr – широта геометричного центру ваги водозбору, у частках градуса;

Meteo_T – номер метеостанції, по якій визначається температура повітря для даного водозбору;

S0 – норма максимальних запасів води у сніговому покриві на водозборі за вимірами в полі, мм;

L0 – норма глибини промерзання ґрунту, см;

qOS0 – норма модулів стоку з вересня по січень, л/(с·км²);

F – площа водозбору, км²;

CVQm – коефіцієнт варіації максимальних витрат води весняного водопілля;

q_0 – норма максимальних модулів стоку весняного водопілля, м³/(с·км²);

SigmaQ – середнє квадратичне відхилення максимальних витрат води весняного водопілля від їх норми, м³/с;

Вибірка усіх перелічених вихідних даних (по метеостанціях і гідрологічних постах), які використовуються у прогнозній схемі, здійснюється автоматично на задану дату.

Для одержання прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості за методикою прогнозу (розд.2), необхідно натиснути кнопку [Розрахунок] у діалоговому вікні „Calculate”, після чого заповнюється нижня таблиця (рис.3.6).

Calculate

2003 S = S20_02 L = L20_02

Розрахунок

Оперативна інформація по метеостанціях на дату прогнозу

	Meteo_Num	Meteo	S20_02	T2	T3	L20_02
	25	Рильськ	48	Null	Null	88
	26	Мутин	16	Null	Null	92
	29	Бередин	50	-10.1	-3.8	86.859

Базова інформація по гідрологічних постах на дату прогнозу

	GST_Num	GST	N°N°_Meteo	FI	T20	T30	Hr	M
	24	Сейм-м.Рильськ	8,80,82,100	0,05	-7,9	-2,4	51,75	
	25	Сейм-м.Рильськ	10,81,82,100	0,08	-7,9	-2,4	51,83	
	26	Сейм-м.Мутин	12,83,88,100	0,07	-7,8	-2,2	51,75	

Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на дату прогнозу

	GST_Num	GST	F	Hr	S1
	24	Сейм-м.Ришкове	7460	51,75	58,3333333333333
	25	Сейм-м.Рильськ	18100	51,83	58,2
	26	Сейм-м.Мутин	25600	51,75	51,3571428571429
	31	Тускар-м.Курськ	2380	52,08	73
	38	Свапа-ст.Город	3690	51,17	73
	40	Клевень-с.Шарпівк.	2440	51,83	58
	46	Сейм-м.Велик.	4020	51,83	73

Вихід

Рисунок 3.6 – Діалогове вікно „Calculate” з вибіркою вихідної інформації й виконанням розрахунку прогнозних величин на задану дату

У таблиці «Результати довгострокового прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля на дату прогнозу» представлені усі проміжні розрахункові величини (див. рис.3.6). Тут використані наступні змінні:

GST_Num – номер гідрологічного поста;

GST – назва гідрологічного поста;

F – площа водозбору, км²;

Hr – широта геометричного центру ваги водозбору, у частках градуса;

S1 – розраховані на дату прогнозу середні на водозборі запаси води в сніговому покриві за вимірами в полі, мм;

Si – розраховані на дату прогнозу середні на водозборі запаси води в сніговому покриві з урахуванням площі лісу, мм;

Dk – число днів від 1 лютого;

T2 – середня місячна температура повітря в лютому, °C;

T3 – середня місячна температура повітря в березні, °C;

T20 – норма середньомісячної температури повітря в лютому, °C;

T30 – норма середньомісячної температури повітря в березні, °C;

T33 – температура повітря, яка при даті складання прогнозу раніше 20 лютого ($Dk < 20$) дорівнює середньому значенню середньомісячної температури повітря в лютому і березні $(T2 + T3)/2$, а при даті прогнозу пізніше

ше 20 лютого ($Dk \geq 20$) – середньомісячній температурі повітря в березні T_3 , °C;

T_{330} – норма температури повітря, яка при даті складання прогнозу раніше 20 лютого ($Dk < 20$) дорівнює середньому значенню норми температури повітря в лютому і березні $(T_{20} + T_{30})/2$, а при даті прогнозу пізніше 20 лютого ($Dk \geq 20$) – нормі середньомісячній температурі повітря в березні T_{30} , °C;

SR - середні на водозборі запаси води в сніговому покриві на водозборі, розраховані на дату прогнозу з урахуванням нормальних добавок $\Delta \bar{S}$, залежно від очікуваної температури повітря T_{33} , мм;

SR_0 – норма максимальних запасів води в сніговому покриві з урахуванням площі лісу Fl, мм;

KS_i – модульні коефіцієнти запасів води в сніговому покриві (SR/SR_0);

L_{li} – розрахована на дату прогнозу середня на водозборі глибина промерзання ґрунту за вихідними (L_i) і відновленими (L_{роз}) значеннями, см;

KL_i – модульні коефіцієнти глибини промерзання ґрунту (L_{li}/L_0);

qOS_i – вихідні (q_{09_01}) і відновлені (q_{09_01_роз}) значення модулів осіннього стоку, л/(с·км²);

KOS_i – модульні коефіцієнти осінньо-зимового стоку (qOS_i/qOS_0);

DF₁, DF₂ – значення дискримінантної функції, які розраховані на дату прогнозу;

K_{qm} – прогнозний максимальний модульний коефіцієнт весняного водопілля;

CVQ_m – коефіцієнт варіації максимальних витрат води весняного водопілля;

P – забезпеченість прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля на дату прогнозу, %;

q₀ – норма максимальних модулів стоку весняного водопілля, м³/(с·км²);

QR_m – прогнозне значення максимальної витрати води весняного водопілля на дату прогнозу, м³/с;

Q_m – спостережена максимальна витрата води весняного водопілля, м³/с;

dQ – похибка прогнозу, м³/с;

SigmaQ – середнє квадратичне відхилення максимальних витрат води весняного водопілля від їхньої норми, м³/с;

ddop – допустима похибка прогнозу, м³/с;

KR – критерій якості прогнозу на дату прогнозу, обчислений як dQ/ddop.

3.1.3 Результати прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля та оцінка прогнозів

Для того, щоб переглянути, зберегти й роздрукувати таблиці з вихідними даними й результатами розрахунків, необхідно натиснути кнопку [Передати в Excel] у діалоговому вікні „Data” (див. рис.3.1), після чого відкриється вікно „Send to Excel” (рис.3.7).

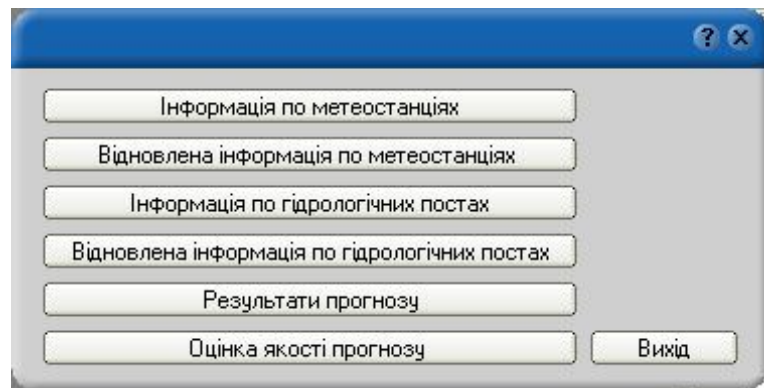


Рисунок 3.7 – Діалогове вікно для перегляду, збереження й роздрукування таблиць з вихідними даними, результатами розрахунку і оцінки якості прогнозу

Натиснувши відповідну кнопку можна переглянути потрібну таблицю. Слід зазначити, що:

- у таблицях: «Інформація по метеостанціях» (ОІ Meteo, див.рис.3.3) і «Інформація по гідрологічних постах» (ОІ GST, див.рис.3.4) відображається вся вихідна інформація (на дату прогнозу й на інші дати);

- у таблиці «Відновлена інформація по метеостанціях» (ОІ Meteo_A, див.рис.3.3) вихідна інформація відображається також на дату прогнозу й інші дати, а відновлена інформація по глибинах промерзання ґрунту $L_{роз}$ надається лише на дату прогнозу (наприклад, якщо прогноз здійснюється на дату 20.02.03, то відновлені значення по глибинах промерзання будуть надаватися лише на цю дату, незалежно від того чи виконувався прогноз на інші дати);

- у таблиці «Відновлена інформація по гідрологічних постах» (ОІ GST_A, див.рис.3.4) відновлена інформація з модулів осіннього стоку $q_{09_01_{роз}}$ надається для розрахункового року;

- у двох останніх таблицях: «Результати прогнозу» - надаються результати прогнозу (рис.3.8) і «Оцінка якості прогнозу» - оцінка якості прогнозу (рис.3.9) для дати складання прогнозу.

Microsoft Excel - Книга1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Введите вопрос

А1

Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - S20_02 2003 рік

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - S20_02 2003 рік														
2	Key	Gst_Num	Gst	F	SR	qOSI	L11	T2	T3	DF1	DF2	Kqm	P%	QRm	
3	1	24	Сейм-м.Ришкове	7460	81,29	0,83	82,76	-10	-3,8	-2,74	-1,5	0,22	92	136,96	
4	2	25	Сейм-м.Рильськ	18100	81,82	2,13	83,14	-10	-3,8	-1,12	0,44	0,68	61	589,98	
5	3	26	Сейм-м.Мутин	25600	74,4	2,1	84,72	-9,3	-2,9	0,05	0,95	1,66	18	1576,07	
6	4	31	Тускар-м.Курськ	2380	97,03	2,22	78,93	-10,1	-3,8	-3,28	-1,05	0,28	92	76,53	
7	5	38	Свапа-ст.Город	3690	94,9	1,15	81,82	-10,1	-3,8	-4,49	-2,37	0,28	88	109,19	
8	6	40	Клевень-с.Шарпівка	2440	81,42	2,13	87,93	-9,3	-2,9	-3,37	-0,61	0,32	76	40,9	
9	7	46	Сула-м.Ромни	4020	52,2	1,8	91,5	-8,5	-1,7	5,24	4,49	1,18	30	166,47	
10	8	48	Сула-м.Лубни	14200	49,89	1,78	85,31	-8,5	-1,7	5,79	4,92	1,1	33	249,39	
11	9	51	Удай-м.Прилуки	1520	48,26	1,77	84,29	-8,5	-1,7	4,34	3,66	1,05	36	33,4	
12	10	59	Псел-м.Суми	7770	77,92	1,86	83,29	-9,1	-2,9	-2,25	0,35	0,96	39	299,55	
13	11	60	Псел-м.Гадяч	11300	80,51	2,19	86,97	-9,1	-2,9	-2,31	0,84	1,11	33	312,71	
14	12	61	Псел-м.Запсілля	22400	73,62	2,08	86,95	-9,1	-2,9	-0,67	2,14	1,02	37	341,92	
15	13	64	Хорол-м.Миргород	1740	67,5	1,58	85	-8,5	-1,7	3,75	4,91	2,07	12	158,18	
16	14	66	Ворскла-с.Чернетчина	5790	58,62	1,64	86,88	-9,1	-2,9	3,64	2,95	1,27	27	272,22	
17	15	67	Ворскла-с.Кобеляки	13500	77,09	1,52	84,22	-9,1	-2,9	-0,46	1,12	0,81	47	207,11	
18	16	3	Десна-Брянськ	13700	95,14	2,73	84,73	-9,3	-2,9	-0,4	1,45	0,8	52	748,51	
19	17	4	Десна-Розьоти	36300	90,4	0	85,94	-9,1	-2,9	-7,36	-5,69	0,38	90	355,38	
20	18	9	Болва-Псур	3210	93,75	2,86	80,21	-9,3	-2,9	0,85	2,78	1,73	5	409,91	
21	19	15	Судость-Погар	5180	89,61	2,44	86,84	-9,1	-2,9	2,91	2,31	2,22	6	860,67	
22	20	20	Слов-Щорс	7140	70,65	3,43	107,95	-9	-2,6	7,36	5,19	1,69	16	555,93	
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															

Готово

Estimation Result \OI GST A \OI GST \OI Meteo A \OI Meteo Лист1 Лист2 Лист3

NUM

Рисунок 3.8 – Таблица „Result” з результатами прогнозу на дату його складання

Microsoft Excel - Книга1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Введите вопрос

A1 Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - S20_02 2003 рік

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля - S20_02 2003 рік													
2	Key	GST_Num	GST	F	SigmaQ	ddop	Qm	QRm	dQ	KR				
3	1	24	Сейм-м.Ришкове	7460	457	308	318	136,96	181,04	0,59				
4	2	25	Сейм-м.Рильськ	18100	665	448,2	723	589,98	133,02	0,3				
5	3	26	Сейм-м.Мутин	25600	676	455,6	552	1576,07	-1024,07	2,25				
6	4	31	Тускар-м.Курськ	2380	177	119,3	216	76,53	139,47	1,17				
7	5	38	Свапа-ст.Город	3690	235	158,4	***	109,19	***	***				
8	6	40	Клевень-с.Шарпівка	2440	81	54,6	62	40,9	21,1	0,39				
9	7	46	Сула-м.Ромни	4020	109	73,5	83,6	166,47	-82,87	1,13				
10	8	48	Сула-м.Лубни	14200	157	105,8	108	249,39	-141,39	1,34				
11	9	51	Удай-м.Прилуки	1520	24,9	16,8	24,5	33,4	-8,9	0,53				
12	10	59	Псел-м.Суми	7770	253	170,5	274	299,55	-25,55	0,15				
13	11	60	Псел-м.Гадяч	11300	273	184	195	312,71	-117,71	0,64				
14	12	61	Псел-м.Запсілля	22400	233	157	268	341,92	-73,92	0,47				
15	13	64	Хорол-м.Миргород	1740	57,5	38,8	52,3	158,18	-105,88	2,73				
16	14	66	Ворскла-с.Чернетчина	5790	199	134,1	226	272,22	-46,22	0,34				
17	15	67	Ворскла-с.Кобеляки	13500	250	168,5	280	207,11	72,89	0,43				
18	16	3	Десна-Брянськ	13700	702	473,1	371	748,51	-377,51	0,8				
19	17	4	Десна-Розьоти	36300	654	440,8	371	355,38	-377,51	0,86				
20	18	9	Болва-Псур	3210	115	77,5	241	409,91	-168,91	2,18				
21	19	15	Судость-Погар	5180	273	184	179	860,67	-681,67	3,7				
22	20	20	Слов-Щорс	7140	255	171,9	108	555,93	-447,93	2,61				
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														

EstimationResultOI GST AOI GSTAOI Meteo AOI MeteoЛист1Лист2Лист3

Готово

NUM

Рисунок 3.9 – Таблица „Estimation” з оцінкою якості прогнозу на дату його складання

3.2 Автоматична побудова картосхем очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості на основі комп'ютерних технологій

Побудова картосхем прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля

Для побудови карти прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів стоку весняного водопілля необхідно в діалоговому вікні „Data” (див. рис.3.1) натиснути кнопку [Карта Kqm], в результаті чого відкриється вікно „Excel” і діалогове вікно програми „Chart Kqm”, за допомогою якого виконується побудова карти Kqm (рис.3.10).

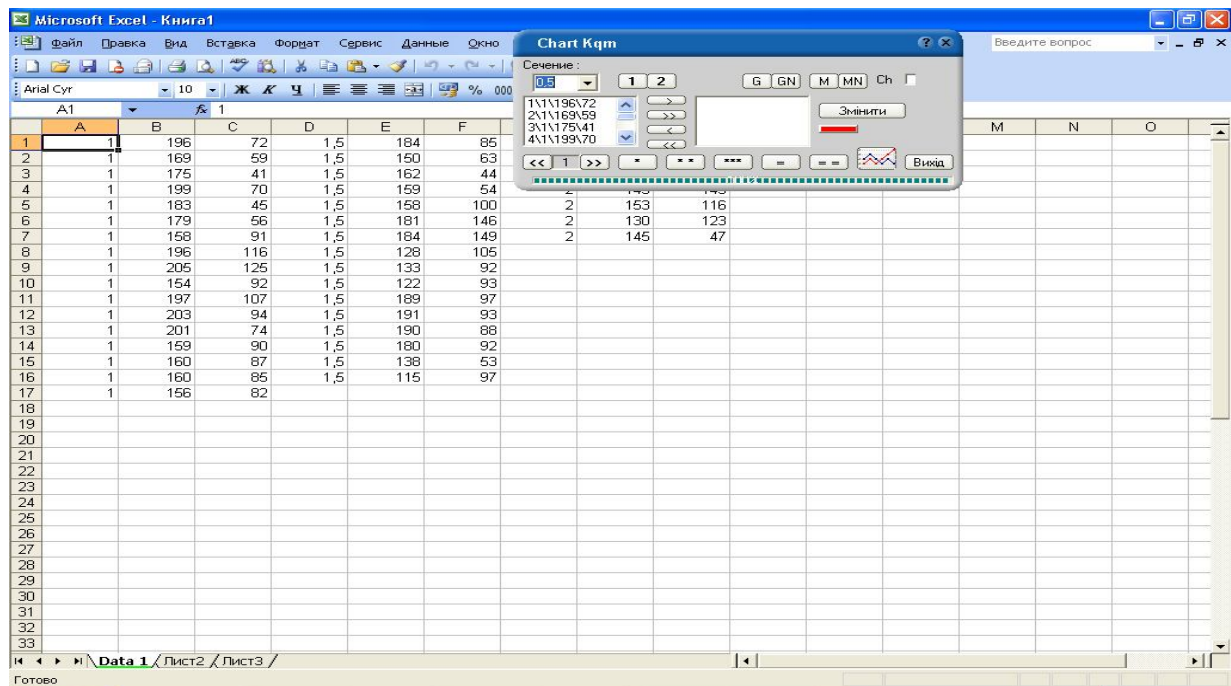


Рисунок 3.10 – Вікно „Excel” і діалогове вікно програми „Chart Kqm”

На рис.3.10 показана таблиця з координатами ізоліній величини Kqm при заданому кроці ізоліній на рівні 0.5. Крок ізоліній можна задавати, рівними 0.1; 0.2; 0.5, у діалоговому вікні „Chart Kqm” (рис.3.11).

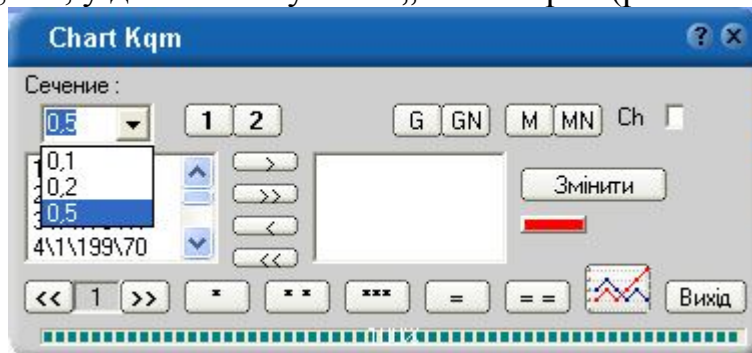


Рисунок 3.11 – Вибір кроку ізолінії у вікні „Chart Kqm”

Робота в Chart Kqm

У програмі „**Seim**” побудова ізоліній здійснюється за допомогою діалогового вікна „Chart Kqm” шляхом організації серій ізоліній заданої величини. На рис.3.12 показані три серії ізоліній із значеннями - 1; 1.5; 2. В кожному вікні показано: номер точки даної серії \значення величини Kqm\ координата точки по осі X \ координата точки по осі Y.

Перемикання між серіями здійснюється шляхом натискання кнопок  й .

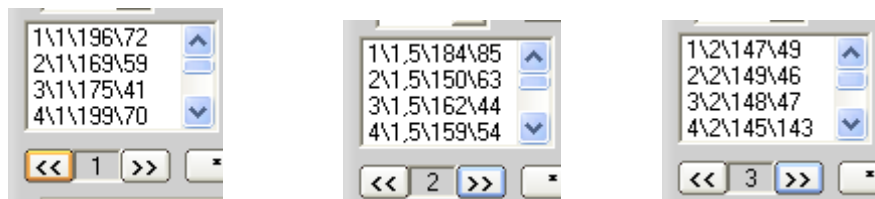


Рисунок 3.12 – Серії ізоліній зі значеннями 1,0; 1.5; 2,0

У першій побудові серії ізоліній призначаються автоматично. Якщо цей вибір серій задовольняє користувача, то кнопками  й  можна задати необхідний порядок точок, у якому вони будуть з'єднані ізолініями в горизонтальному й вертикальному напрямку, відповідно.

Натиснувши кнопку , при включеному  можна подивитися усі точки, по яких будуть побудовані ізолінії, із вказівкою значень Kqm у центрах ваги водозборів, при відключеному  значення Kqm - у центрах ваги водозборів не будуть показані.

Натиснувши кнопку  можна перейти до роботи з однією, обраною серією (рис.3.13).

При роботі з обраною серією ізоліній заданої величини Kqm можна самостійно задати порядок з'єднання точок або у випадку, коли потрібно побудувати кілька окремих ізоліній заданої величини Kqm, розбити цю серію на декілька допоміжних. Для виконання цих операцій необхідно виконати наступні дії:

1. У діалоговому вікні „Chart Kqm”, як описано вище, вибирається серія №1 (Для зручності роботи рекомендується завжди починати працювати з серії №1 і по одинці переходити до наступної!). Натиснувши кнопку , при включеному , слід подивитися, скільки необхідно зробити допоміжних серій й у якому порядку повинні бути з'єднані точки інтерполяції (див.рис.3.13).

Microsoft Excel - Книга1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Диаграмма Окно Справка

Введите вопрос

Chart Kqm

Сечение:

0.5 1 2 G GN M MN Ch

1\1\196\72
2\1\169\59
3\1\175\41
4\1\199\70

Значити

Вийді

Область диа...

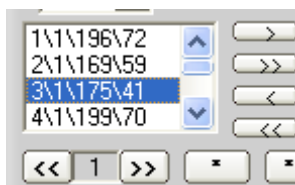
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20

1.63 1.75
0.65
2.23
1.69 1.95
9
8
1.84
0.55
10 1.42
1.16
1.7
1.66 1.2 0.68
0.396
1.05 1.24 1.09 3.04 6 1.34
2.07 5
0.85

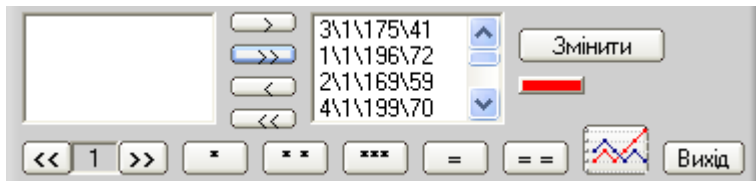
Chart Kqm / Data 1 / Лист2 / Лист3 /

Готово

- у Вікні



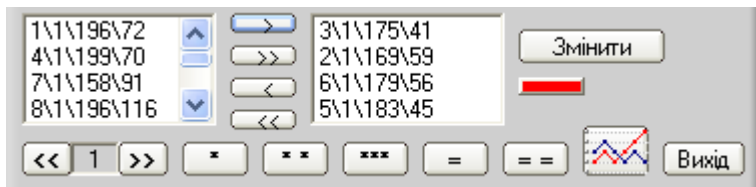
42



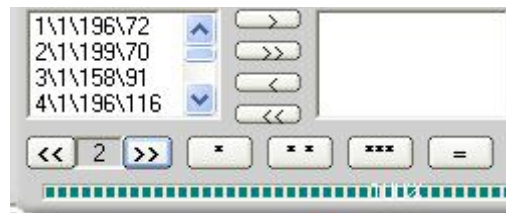
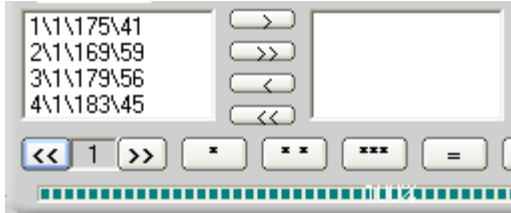
- кнопка  переносить усі точки з правого вікна до лівого вікна



- коли організація допоміжної серії закінчена,



необхідно натиснути кнопку [Змінити], у результаті чого усім обраним точкам буде привласнений номер серії 1, а усім точкам, що залишилися з цим же значенням величини K_{qm} , буде привласнений номер серії 2.



Потім знову необхідно натиснути кнопку , після чого можна подивитися на розташування усіх точок, що залишилися - з яких при необхідності організуються наступні серії.

Кнопка  служить для того, щоб усунути непотрібні точки у правому вікні.

Після того, як описаним вище способом відпрацьовані усі точки інтерполяції, натиснувши кнопку , можна подивитися на усі побудовані ізолінії (рис.3.14).

Кнопка  слугує для включення відображення сітки значень, кнопка  - для відключення відображення сітки значень.

Кнопка  слугує для відображення картографічної основи (рис.3.15), кнопка  - для відключення відображення картографічної основи.

Кнопка  показує значення точок інтерполяції від першої серії до заданої.

Кнопка  з'єднує лінією точки однієї (виділеної) серії.

Кнопка  з'єднує лінією точки інтерполяції декількох серій (від першої до заданої).

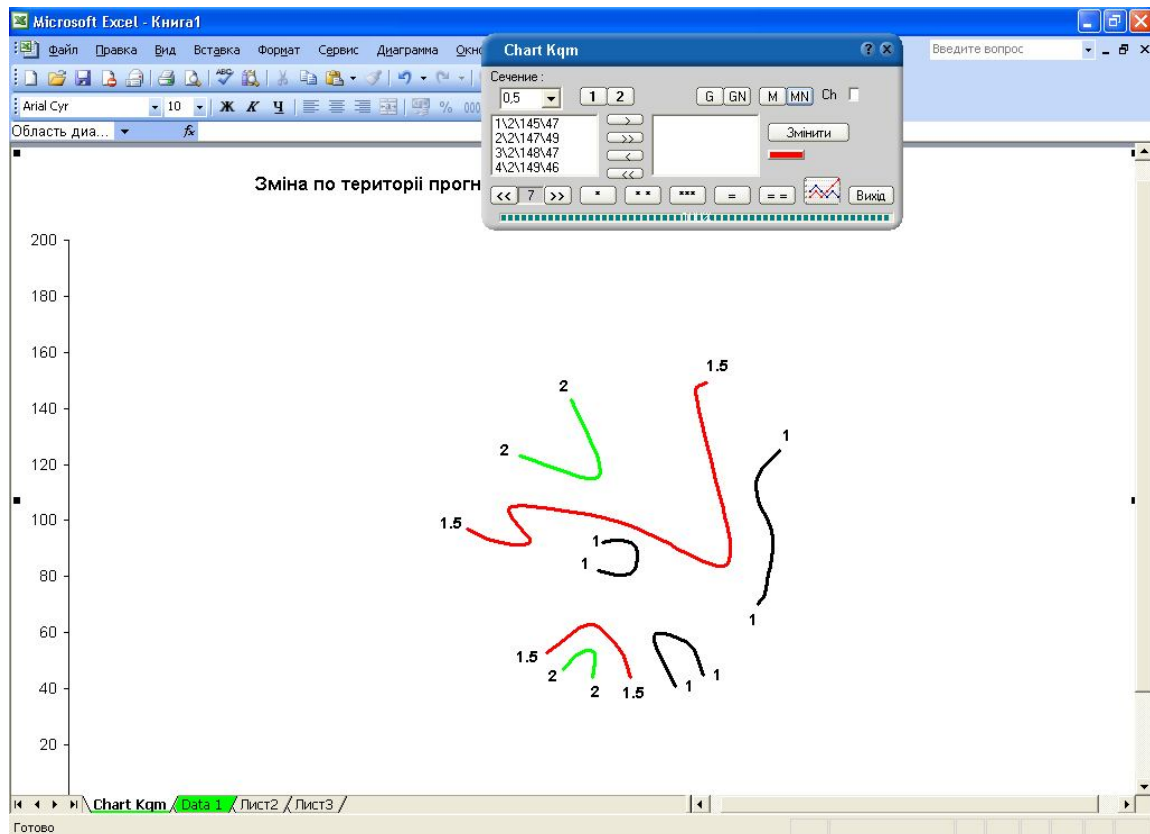


Рисунок 3.14 – Вікно „Excel” з відображенням ізоліній величини K_{qm} , з кроком, рівним 0,5

Після того, як карта ізоліній побудована, бажано вихідний файл зберегти й у подальшу його редакцію робити в Excel.

Побудова картосхем забезпеченості прогнозних максимальних модульних коефіцієнтів стоку весняного водопілля

Для побудови карти прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля необхідно в діалоговому вікні „Data” (див. рис.3.1) натиснути кнопку [Карта Р%], у результаті чого відкриється „Excel” і діалогове вікно програми „Chart P” за допомогою якого виконується побудова карти в Р%.

3.3 Аналіз результатів автоматичного довгострокового прогнозування і просторового узагальнення очікуваних максимальних витрат води та їх забезпеченості

Після виконання розрахункової частини практичної роботи необхідно здійснити аналіз результатів довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля поточного року за комп'ютерною програмою «Сейм». Такий аналіз виконаний на прикладі весняного водопілля 2011-2012 р.

Вихідними матеріалами були оперативні дані Українського гідрометеорологічного центру у 2011-2012 рр., що отримані при використанні автоматизованого комплексу АРМ-гідро.

Складання довгострокових прогнозів максимальних витрат води водопілля та встановлення їх забезпеченості в автоматичному режимі виконувалося на дати прогнозів 10, 20, 28 лютого та в дату максимальних снігозапасів. Таблиці результатів прогнозів (в дату прогнозу 20 лютого) і їх оцінка наведені у дод. В1-В2.

В цілому прогнози максимальних витрат води весняного водопілля на річках розглядуваної території у 2012 р. є справджуваними – критерій якості прогнозу на дату прогнозу KR , обчислений як $dQ/ddop$ змінюються від 0,01 до 0,89, за виключенням окремих створів розглядуваної території, для яких величина KR більша за одиницю (п.3.1.2).

На кожен дату складання прогнозів максимальних витрат води водопілля були автоматично побудовані картосхеми очікуваних максимальних модульних коефіцієнтів та їх забезпеченості. Приклад картосхем наведено у дод. В3-В4 при даті складання прогнозу 20 лютого 2012 р.

Розподіл по території прогнозних величин k_{qm} у 2012 відбувається у напрямку з північного заходу від 1.4 - 1.0 на південь і південний захід до 0.2- 0.6. Розподіл забезпеченостей прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля (P %) простежується з півночі від 30-40% на південь – до 60% – 90 %.

Побудовані картосхеми прогнозних величин максимальних модульних коефіцієнтів дають можливість оцінити розміри майбутнього водопілля, одразу на великій території, а картосхеми забезпеченості – повторюваність величини максимальних витрат води водопілля у багаторічному розрізі.

Використана методика прогнозу дозволяє по отриманих картосхемах здійснити прогноз максимальних витрат води весняного водопілля з визначенням їх забезпеченості для будь-яких річок, незалежно від стану їх гідрологічної вивченості.

Запитання

До теоретичної частини

1. Теоретичні основи територіального методу довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на річках.
2. Які основні фактори входять до рівняння дискримінантної функції, способи їх визначення?
3. Як визначити середньобагаторічні величини максимальних витрат води водопілля за наявності і відсутності часових рядів стокових спостережень на річках?
4. Як встановлюється забезпеченість максимальних витрат води весняного водопілля у багаторічному періоді?

До практичної частини

1. Основні етапи реалізації запропонованого методу довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля на в басейні Десни, Сейму та ін.
2. Які вихідні дані необхідні для випуску оперативного прогнозу максимальних витрат води весняного водопілля?
3. Спосіб відновлення даних по глибинах промерзання та вологості ґрунтів при пропусках спостережень.
4. Форма представлення прогнозу і аналіз картосхем розподілу максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля та їх забезпеченості.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Территориальное долгосрочное прогнозирование максимальных расходов воды весеннего половодья. – Київ:КНТ, 2005. – 240 с.
2. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р. Метод просторового довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля та строків його проходження // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - 2008. – Вип. 50. – ч.ІІ – С. 158-168.
3. Шакірзанова Ж.Р. Методика територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля та її реалізація в межах рівнинної території України // Український гідрометеорологічний журнал. – 2011. – №9. – С.141-150.

4. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины: монография. – Одесса: ТЭС, 2002. – 110 с.

5. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности – Київ: КНТ, 2005. – 148 с.

6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

7. Наставление по службе прогнозов, разд. 3, ч. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 194 с.

Додаткова

8. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокові гідрологічні прогнози: Конспект лекцій. – Одеса: Вид. ТЕС, 2010. – 154 с.

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. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андрієвська Г.М. Довгострокове просторове прогнозування максимального весняного стоку на основі автоматизованого комп'ютерного комплексу // Наук. праці УкрНДГМІ. – Вип.255. – К: Ніка-Центр, 2006. – С. 228-240.

11. Eugene Gopchenko, Jannetta Shakirzanova. Bundled software for long-term territorial forecasts of spring floods. Transboundary Floods: Reducing Risks Through Flood Management. - Printed in the Netherlands. - Springer 2006, 111-119.

12. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андрієвська Г.М. Комп'ютерні засоби просторового узагальнення очікуваних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок (на прикладі басейну Десни) // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Міжвід. наук. збірник України. – Київ:КНТ, 2005. – Вип. 49. – С. 406-413.

Перелік методичних вказівок до практичних завдань

1. Збірник методичних вказівок до практичних занять з курсу «Гідрологічні прогнози»/”Довгострокові прогнози елементів весняного водопілля”/ Лобода Н.С., Шакірзанова Ж.Р., Одеса, ОДЕКУ, 2003. - 30 с.

2. Збірник методичних вказівок до лабораторних занять(чергувань) в навчальному бюро гідрологічних прогнозів // Шакірзанова Ж.Р., Одеса, ОДЕКУ, 2004. - 45 с.

Додаток А

Таблиця А.1 - Список опорних гідрологічних постів, по яких ведеться довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля

Номер поста	Назва поста	Площа водозбору, F , км ²
3	Десна-м.Брянськ	13700
4	Десна-с.Розльоти	36300
9	Болва-с.Псур	3210
15	Судость-с.Погар	5180
20	Снов-с.Щорс	7140
24	Сейм-с.Ришкове	7460
25	Сейм-м.Рильськ	18100
26	Сейм-с.Мутин	25600
31	Тускар-м.Курськ	2380
38	Свапа-Ст.Город	3690
40	Клевень-с.Шарпівка	2440
46	Сула-м.Ромни	4020
48	Сула-м.Лубни	14200
51	Удай-с.Прилуки	1520
59	Псел-м.Суми	7770
60	Псел-с.Гадяч	11300
61	Псел-с.Запсілля	22400
64	Хорол-м.Миргород	1740
66	Ворскла-с.Чернеччина	5790
67	Ворскла-с.Кобеляки	13500

Таблиця А.2 - Список метеорологічних станцій і постів

Номер пункту	Назва пункту
25	Рильськ
26	Мутин
29	Беседино
31	Курськ
39	Фатеж
40	Шарпівка
78	Понирі
79	Дмитрієв
80	Щигри
81	Льгов
82	Тим
83	Глухів
88	Білопіль
100	Бог Феніно
46	Ромни
48	Лубни
51	Прилуки
85	Конотоп
87	Ніжин
101	Ягодин
57	Обоянь
59	Суми
60	Гадяч
63	Замостя
64	Миргород
92	Лебедин
93	Веселий Поділ
66	Чернетчина
68	Богодухів
94	Полтава
95	Кобеляки
96	Готня
97	Белгород
99	Коломак
1	Єльня
2	Спас-Деменський
3	Рославль

Продовження таблиці А.2

Номер пункту	Назва пункту
4	Жиздра
5	Сухінічи
6	Жуківка
7	Брянськ
8	Розльоти
9	Псур
10	Карачів
11	Навля
12	Радогощ
13	Нове-Ямське
72	Трубчевськ
70	Почеп
71	Унеча
74	Хут.Дружби
75	Новгород Сіверський
73	Семенівка
76	Щорс
19	Покошичи
77	Макошине
89	Нові Млини

Додаток Б

Базова інформація для складання довгострокового прогнозу максимальних витрат води
весняного водопілля в басейнах рр.Десна, Сейм та середніх лівих приток Дніпра

Номер поста	Річка-пост	F , км ²	$f_{\bar{e}}$, %	$f_{\dot{a}}$, %	ψ , в долях град. півн.ш.	S_0 , мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_0$, л/(с·км) ²	Q_0 , м ³ /с	q_0 , м ³ /(с·км) ²	$(C_v)_{Q_m}$	σ_{Q_m} , м ³ /с	$(\delta_{don})_{Q_m}$, м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Десна-м.Брянськ	13700	40	1	53,83	84	83	3,38	932	0,068	0,66	766	517
4	Десна-с.Розльоти	36300	30	2	53,17	76	80	2,84	923	0,025	0,66	602	406
9	Болва-д.Псур	3210	44	<1	53,83	85	91	2,70	238	0,074	0,26	110	74,2
15	Судость-д.Погар	5180	16	6	52,67	72	82	1,79	388	0,075	0,81	294	198
20	Снов-с.Щорс	7140	10	-	52,25	64	81	2,23	315	0,046	0,97	247	167
24	Сейм-м.Ришкове	7460	5	<1	51,75	79	92	2,03	619	0,083	0,77	510	344
25	Сейм-м.Рильськ	18100	8	1	51,83	77	92	1,92	867	0,048	0,70	654	441
26	Сейм-м.Мутин	25600	7	1	51,75	76	90	2,22	914	0,036	0,82	772	520
31	Тускар-м.Курськ	2380	5	<1	52,08	86	92	2,52	274	0,115	0,68	200	135

Продовження додатка Б

Номер поста	Річка-пост	F , км ²	$f_{\ddot{e}}$, %	$f_{\dot{a}}$, %	ψ , в долях град. півн.ш.	S_0 , мм	L_0 , см	$(q_{09-01})_0$, л/(с·км) ²	Q_0 , м ³ /с	q_0 , м ³ /(с·км) ²	$(C_v)_{Q_m}$	σ_{Q_m} , м ³ /с	$(\delta_{don})_{Q_m}$, м ³ /с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
38	Свапа-ст.Город	3690	11	2	51,17	84	94	2,81	387	0,105	0,74	235	159
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	8	3	51,83	69	99	2,13	124	0,051	1,00	81,0	54,4
46	Сула-м.Ромни	4020	2	2	50,92	65	82	1,39	134	0,033	0,90	104	70,4
48	Сула-м.Лубни	14200	7	7	50,58	64	79	1,23	226	0,016	0,86	157	106
51	Удай-м.Прилуки	1520	11	11	50,83	64	88	1,39	32,0	0,021	1,04	23,2	15,6
59	Псел-м.Суми	7770	9	1	51,08	62	76	2,04	297	0,038	1,03	247	166
60	Псел-м.Гадяч	11300	11	1	50,83	60	76	1,94	271	0,024	0,96	234	158
61	Псел-м.Запсілля	22400	7	1	50,67	58	76	1,42	334	0,015	0,81	218	147
64	Хорол-м.Миргород	1740	2	5	50,33	62	69	0,92	73,7	0,042	1,07	72,0	48,8
66	Ворскла-с.Чернеччина	5790	8	<1	50,50	70	78	1,82	207	0,036	0,97	183	124
67	Ворскла-м.Кобеляки	13500	10	3	50,17	67	73	1,88	254	0,019	0,82	147	98,9

Продовження додатка Б

№	Річка-пост	Кількість метеостанцій	Номер метеостанції	Номер метеостанції для $\theta^{\circ}\text{C}$	Назва метеостанції	Норма $\bar{\theta}_{02}^{\circ}\text{C}$	Норма $\bar{\theta}_{03}^{\circ}\text{C}$	Номер району (під району)
1	2	15	16	17	18	19	20	21
3	Десна-м.Брянськ	4	1,2,3,4,5,6,7,9	6	Жуківка	-7,4	-2,3	6
4	Десна-с.Розльоти	15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,	7	Брянськ	-7,2	-2,3	6
9	Болва-д.Псур	4	2,4,5,9	4	Жуківка	-7,4	-2,3	6
15	Судость-д.Погар	3	70,71	70	Жуківка	-7,4	-2,3	6
20	Снов-с.Щорс	3	71,73,76	73	Семеніка	-7,1	-2,0	6
24	Сейм-м.Ришкове	4	29,31,78,80,82,100	31	Курськ	-7,9	-2,4	7а
25	Сейм-м.Рильськ	8	25,29,31,39,78,79,80	31	Курськ	-7,9	-2,4	7а
26	Сейм-м.Мутин	11	25,26,29,31,39,40,78	81	Льгов	-7,8	-2,2	7а
31	Тускар-м.Курськ	4	78,80	80	Курськ	-7,9	-2,4	7а
38	Свапа-ст.Город	2	39,79	79	Курськ	-7,9	-2,4	7а
40	Клевень-с.Шарпівка	1	40,83	83	Курськ	-7,8	-2,2	7а
46	Сула-м.Ромни	2	45,85	46	Ромни	-6,0	-0,8	7б
48	Сула-м.Лубни	4	46,48,51,85,87,101	46	Ромни	-6,0	-0,8	7б
51	Удай-м.Прилуки	2	51,87,101	51	Ромни	-6,0	-0,8	7б
59	Псел-м.Суми	4	57,59,63	59	Суми	-6,0	-1,2	7в
60	Псел-м.Гадяч	6	57,59,60,63,92	59	Суми	-6,0	-1,2	7в
61	Псел-м.Запсілля	8	57,59,60,63,64,92,93	59	Гадяч	-6,0	-1,2	7в
64	Хорол-м.Миргород	2	60	60	Гадяч	-6,0	-0,8	7в

Продовження додатка Б

№	Річка-пост	Кількість метеостанцій	Номер метеостанції	Номер метеостанції для θ °С	Назва метеостанції	Норма $\bar{\theta}_{02}$ °С	Норма $\bar{\theta}_{03}$ °С	Номер району (підрайону)
1	2	15	16	17	18	19	20	21
66	Ворскла-с. Чернечина	4	66,96,97	96	Богодухів	-6,0	-1,2	7в
67	Ворскла-с. Кобеляки	7	66,68,94,95,96,97,99	96	Богодухів	-6,0	-1,2	7в

Додаток В

Таблиця В.1 - Результати довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля
в дату прогнозу 20 лютого 2012 р.

Номер поста	Пост	F	S _i	dS	SR	qOSi	L1i	T 2	T 3	DF1	DF2	kqm	P%	QRm
24	Сейм-м.Ришкове	7460	28	12	40	2,20	63	-7,0	-1,8	4,38	2,97	0,43	76	267
25	Сейм-м.Рильськ	18100	27	12	39	2,19	63	-7,0	-1,8	4,61	3,19	0,43	81	370
26	Сейм-м.Мути	25600	34	12	46	2,06	60	-7,1	-1,7	2,32	1,72	0,60	59	570
31	Гускар-м.Курськ	2380	38	12	50	2,37	66	-7,0	-1,8	3,23	2,29	0,56	71	153
38	Свапа-ст.Город	3690	26	11	37	1,50	64	-6,9	-1,9	3,82	1,78	0,33	84	127
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	40	12	52	2,13	47	-6,9	-1,7	-1,68	0	0,34	74	44,1
46	Сула-м.Ромни	4020	33	10	44	1,26	58	-6,0	-0,9	1,68	1,76	0,74	53	104
48	Сула-м.Лубни	14200	42	10	52	0,85	50	-6,0	-0,9	-1,47	0	0,39	75	88,1
51	Удай-м.Прилуки	1520	46	10	57	1,17	42	-5,5	-0,5	-3,89	-1,27	0,15	96	4,68
59	Псел-м.Суми	7770	19	11	30	1,41	58	-5,9	-0,8	4,67	2,9	0,38	75	119
60	Псел-м.Гадяч	11300	22	10	32	1,17	65	-5,9	-0,8	4,6	2,98	0,48	68	136
61	Псел-м.Запсілля	22400	24	10	34	0,94	62	-5,9	-0,8	3,53	2,5	0,58	64	195
64	Хорол-м.Миргород	1740	31	10	41	0,69	49	-5,7	-0,6	1,69	1,6	0,70	50	53,6
66	Ворскла-с.Чернетчина	5790	24	4	27	0,85	62	-5,5	-0,1	5,52	3,05	0,27	84	57,5
67	Ворскла-с.Кобеляки	13500	25	3	28	0,54	71	-5,5	-0,1	6,59	3,7	0,31	81	79,2
3	Десна-м.Брянськ	13700	61	15	76	3,90	38	-5,6	-1,6	-3,02	0	0,63	65	582
4	Десна-с.Розльоти	36300	51	14	65	3,50	42	-6,0	-1,6	-1,44	0	0,55	77	522
9	Болва-д.Псур	3210	58	15	73	4,05	38	-5,6	-1,3	-1,8	0	0,55	90	130
15	Судость-д.Погар	5180	56	13	69	2,93	45	-6,5	-2,2	-1,89	0	0,75	56	291
20	Снов-с.Щорс	7140	54	13	67	2,53	32	-6,4	-1,5	-6,39	-2,31	0,34	83	112

Таблиця В.2 - Оцінка якості довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля
в дату прогнозу 20 лютого 2012 р.

Номер поста	Пост	F	SigmaQ	ddop	Qm	QRm	dQ	KR
24	Сейм-м.Ришкове	7460	457	308	58,7	267	-208	0,68
25	Сейм-м.Рильськ	18100	665	448	132	370	-238	0,53
26	Сейм-м.Мутин	25600	676	456	163	570	-407	0,89
31	Тускар-м.Курськ	2380	177	119	152	153	-1,2	0,01
38	Свапа-ст.Город	3690	235	158	***	127	***	***
40	Клевень-с.Шарпівка	2440	81	54,6	18,1	44,1	-26	0,48
46	Сула-м.Ромни	4020	109	73,5	33,1	104	-71	0,97
48	Сула-м.Лубни	14200	157	106	33,8	88,1	-54	0,51
51	Удай-м.Прилуки	1520	24,9	16,8	8,12	4,68	3,4	0,21
59	Псел-м.Суми	7770	253	170	46,3	119	-72	0,42
60	Псел-м.Гадяч	11300	273	184	73,0	136	-63	0,34
61	Псел-м.Запсілля	22400	233	157	82	195	-113	0,72
64	Хорол-м.Миргород	1740	57,5	38,8	9,48	53,6	-44	1,14
66	Ворскла-с.Чернетчина	5790	199	134	31,6	57,5	-26	0,19
67	Ворскла-с.Кобеляки	13500	250	168	54,6	79,2	-25	0,15
3	Десна-м.Брянськ	13700	702	473	670	582	88	0,19
4	Десна-с.Розльоти	36300	654	441	558	522	36	0,08
9	Болва-д.Псур	3210	115	77,5	281	130	151	1,95
15	Судость-д.Погар	5180	273	184	129	291	-162	0,88
20	Снов-с.Щорс	7140	255	172	87,5	112	-25	0,14

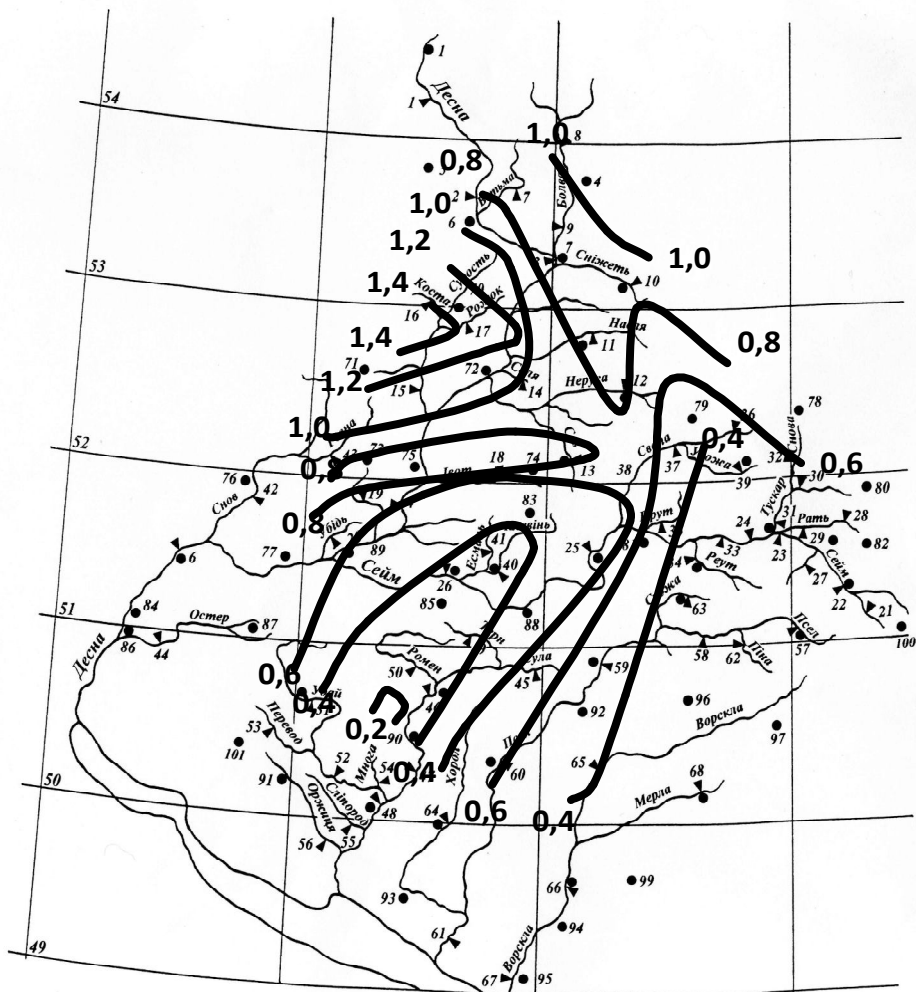


Рисунок В.3 – Розподіл по території прогностичних величин максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля k_{qm} при даті прогнозу 20 лютого 2012 р.

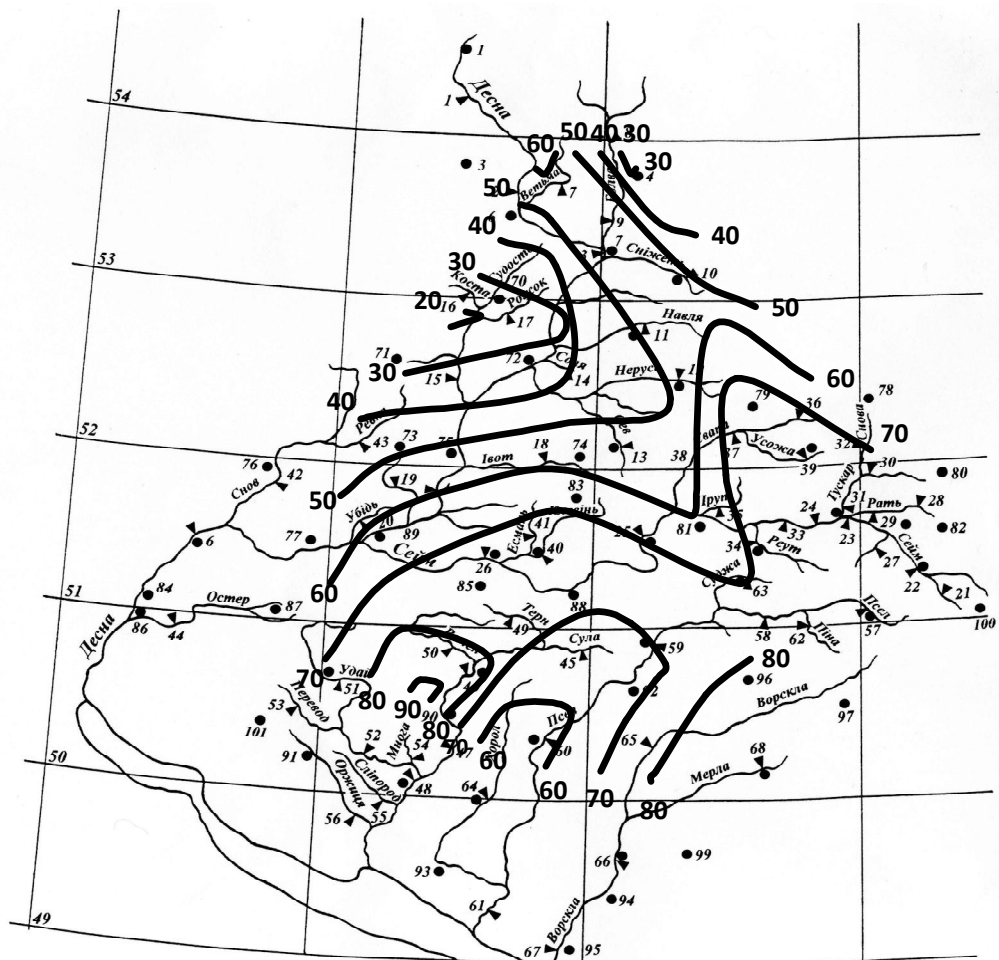


Рисунок В.4 – Розподіл по території забезпеченості ($P\%$) прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля при даті прогнозу 20 лютого 2012 р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з практичних занять та чергувань з дисципліни «Гідрологічні прогнози» «Територіальний довгостроковий прогноз максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна та лівих приток Середнього Дніпра (за автоматизованим комп'ютерним комплексом)»

Укладачі: к.г.н., доц. Шакірзанова Ж.Р.
к.г.н., доц. Андреєвська Г.М.
ас. Погорєлова М.П.
зав.лаб. Будкіна І.Є.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15
