

## **Basis of historical-genetic and structural-functional analysis of the large reservoirs biotopic structure**

**Dubnyak S.S.**

*The article deals with the historical-genetic and structural-functional approaches to the study of spatio-temporal characteristics of the leading factors in the formation of the biotopic structure of reservoirs. On the example of the Dnieper reservoirs the relevance and necessity of such approaches to eco-hydro-morphological analysis of their ecosystems are shown. Recommendations on the theoretical and practical application of research results are provided.*

**Keywords:** reservoir, ecosystem, biotopic structure, leading factors, structural-functional analysis, historical-genetic analysis.

**Надійшла до редколегії 11.11.2014**

УДК 556.16.06

**Шакірзанова Ж.Р.**

*Одеський державний екологічний університет*

## **ЭФЕКТИВНІСТЬ ТЕРИТОРІАЛЬНО-ЗАГАЛЬНОГО МЕТОДУ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІЧОК УКРАЇНИ**

**Ключові слова:** довгострокові прогнози, зміна водного режиму весняного водопілля, оцінка прогностичної методики

**Вступ.** Прогнозування висоти максимумів та об'єму стоку весняних водопіль може суттєво скоротити розміри негативних наслідків і отримати соціально-економічний ефект. Актуальність роботи обумовлена необхідністю прогностичного забезпечення гідрологічними характеристиками весняного водопілля річок, у тому числі і недостатньо вивчених у гідрологічному відношенні. Така задача вирішується при складанні територіально-загальних довгострокових прогнозів.

До числа об'єктів дослідження віднесені басейни річок рівнинної території України – правобережжя Прип'яті, Десни, середніх та нижніх приток Дніпра, Сіверського Дінця, Південного Бугу, річок Північно-Західного Причорномор'я.

**Вихідні передумови і мета роботи.** Розроблений авторами [1-3] метод територіально-загальних довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок України базується на використанні багаторічних рядів спостережень за гідрометеорологічними факторами і стоковими величинами водопілля (як щорічних, так і середньобагаторічних). Тривалість розрахункового періоду обумовлена наявністю спільних спостережень за стоком води, метеорологічними і агрометеорологічними чинниками водопілля (з 1966 р. по 2000 рр.)

Критерії оцінки якості та ефективності методики територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок України (за даними 70 опорних гідрологічних створів) відповідають діючим у прогностичній практиці вимогам, а сама методика рекомендована до її використання в оперативній роботі відповідних підрозділів для випуску щорічних прогнозів гідрологічних характеристик весняного водопілля.

Проте в останні роки спостерігаються зміни кліматичних умов формування весняних водопіль в басейнах річок досліджуваної території, що виражається у підвищенні температури повітря зимових місяців і, як наслідок, суттєвому зменшенні глибини промерзання ґрунтів (як фактора втрат води на поглинання ґрунтом) та снігонакопичення на водозборах. Це призводить до змін водного

режиму весняного водопілля – наявності направлених багаторічних тенденцій до зменшення як шарів стоку, так і максимальних витрат води водопіль.

За таких гідрометеорологічних умов постає задача оцінки ефективності територіально-загального методу довгострокового прогнозування шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля річок рівнинної території України в сучасний період по вихідних матеріалах, що не використовувалися при розробці методики прогнозу (до 2010 року).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Науковий метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок базується на територіально-загальних залежностях шарів стоку чимаксимальних витрат води від сумарних запасів вологи, що приймають участь у формуванні весняного стоку – максимальних снігозапасів та дощових опадів, виражених у безрозмірних комплексах [1-3]:

- для шарів стоку

$$\frac{Y_m}{Y_0} = f\left(\frac{S_m + X_1 + X_2}{S_0 + X_{1_0} + X_{2_0}}\right) \text{ чи, що те ж саме } - k_Y = f(k_X) \quad (1)$$

- для максимальних витрат води

$$\frac{q_m}{q_0} = f\left(\frac{S_m + X_1}{S_0 + X_{1_0}}\right) \text{ або } k_q = f(k_X) \quad (2)$$

де  $k_Y$  - модульний коефіцієнт шарів стоку весняного водопілля ( $Y_m$  і  $Y_0$  - шар весняного стоку та його середньобагаторічна величина, мм);  $k_q$  - максимальний модульний коефіцієнт весняного водопілля ( $q_m$  і  $q_0$  - максимальний модуль весняного водопілля та його середньобагаторічна величина, м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>);  $k_X$  - модульний коефіцієнт сумарного надходження води на водозбір у період весняного водопілля:  $S_m$ ,  $X_1$  та  $X_2$  - максимальний запас води в сніговому покриві, опади періоду танення снігу та спаду весняного водопілля, мм;  $S_0$ ,  $X_{1_0}$  та  $X_{2_0}$  - відповідно їх середньобагаторічні значення, мм.

В основу побудови залежностей для прогнозу шарів весняного стоку та максимальних витрат води покладено типізацію водопіль за їх водністю (багато-, середньо- чи маловодну) за допомогою багатовимірної статистичної моделі – дискримінантної функції, яка враховує комплекс гідрометеорологічних факторів, що впливають на формування весняного водопілля на річках [4-6].

Перевірка надійності обраних вектор-предикторів виконувалась шляхом неодноразової дискримінації груп років (ситуацій), близьких за умовами формування весняного стоку. При цьому в межах рівнинної території України були одержані рівняння дискримінантних функцій  $DF$  у вигляді [2]:

для правобережної частини території

$$DF = a_0 + a_1 k_X + a_2 k_{Q_{нв}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}; \quad (3)$$

для лівобережної частини території

$$DF = a_0 + a_1 k_X + a_2 k_{q_{09-01}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}. \quad (4)$$

В формулах (3) і (4):  $A(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4)$  - вектор коефіцієнтів дискримінантної функції; вектор ознак (вектор-предиктор): індекс зволоження ґрунтів (у модульних

коефіцієнтах), де  $k_{Q_{не}} = Q_{не} / (Q_{не})_0$  – середньомісячні (декадні) витрати води перед початком весняного водопілля або  $k_{q_{09-01}} = q_{09-01} / (q_{(09-01)_0})$  – середні модулі стоку з вересня попереднього по січень поточного років;  $k_L = L / L_0$  – модульні коефіцієнти максимальних глибин промерзання ґрунтів;  $\theta_{02}$  – середньомісячні температури повітря у лютому, °С.

У випадку  $m$ -мірного простору ознак лінійна дискримінантний функція є рівнянням деякої розділяючої площини, по різні сторони якої буде розташовуватися найбільше число випадків, що відносяться до тієї чи іншої групи.

При цьому площа розділу

$$DF(x_1, x_2, \dots, x_m) = 0. \quad (5)$$

Для здійснення класифікації, тобто альтернативного прогнозу типу водності майбутнього водопілля, отримано по дві дискримінантних функції вигляду (3) чи (4) при виділенні спочатку високих та середніх (за  $DF1$ ), а далі – низьких за водністю водопіль (за  $DF2$ ). Так, коли дискримінантна функція  $DF1 > 0$ , то слід очікувати формування об'єму водопілля вище середньобагаторічного (ситуація 1). Якщо ж  $DF1 \leq 0$ , а  $DF2 \geq 0$ , то водопілля буде розвиватися за ситуацією 2, тобто шар стоку весняних вод очікується близьким до середньобагаторічного. У випадку, коли  $DF1 < 0$  і  $DF2 < 0$ , водопілля буде нижчим за норму (ситуація 3).

Слід відзначити, що при прогнозуванні шарів стоку водопіль у басейні р. Десни до впадіння Сейму виділено дві категорії водності. Тут отримане одне дискримінантне рівняння  $DF1$ , яке поділяє весни на дружні чи близькі до нормальних умов та не дружні.

Деякі особливості розробки методики довгострокового прогнозу шарів весняного стоку відмічені й для басейнів р. Сейм та лівобережних приток Середнього і Нижнього Подніпров'я. На першому етапі розробки було виконане розділення водопіль за двома дискримінантними рівняннями на три категорії - високі, середні та низькі. Аналіз похибок прогнозованої методики тут показав, що на фоні високих водопіль в окремі роки, при незначній кількості зимово-весняних опадів, спостерігаються водопілля дуже високі (наприклад, 1971, 1974, 1983, 1984 рр.), а на фоні низьких – при значних запасах вологи на басейні – дуже низькі (наприклад, 1967, 1968, 1976, 1985 рр.). При цьому на етапі удосконалення методики прогнозу для цих річок були отримані додаткові дискримінантні рівняння – для дуже високих ( $DF3$ ) і дуже низьких водопіль ( $DF4$ ). Таким чином, знак дискримінантних функцій показує відношення водопіль до однієї не із трьох, а вже з п'яти категорій водності. Якість методики довгострокових прогнозів шарів стоку весняного водопілля після удосконалення показала кращі результати.

Особливості формувань весняних водопіль в басейнах правобережної частини України – Прип'яті, інших українських приток Дніпра, Південного Бугу пов'язані з наявністю майже кожен рік відлиг у січні-лютому з повним або частковим таненням снігу і випадінням рідких опадів, які призводять до зимових паводків. Наступне снігонакопичення буває різним і в окремі, особливо теплі роки, може й не спостерігатися. Такі умови вплинули на склад вектор-предиктору дискримінантної функції в басейнах річок правобережної України в рівнянні (3), на відміну від лівобережної – в (4).

Перевірка адекватності моделі альтернативного прогнозу або виявлення похибки такого прогнозу (похибки «перекриття») перевіряється, наприклад, за критерієм статистичної значущості розподілу Фішера [5,6]. Останній в редакції [7] має вигляд

$$F = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \frac{n_1 + n_2 - m - 1}{n_1 + n_2 - 2} \frac{\sum_{i=1}^m a_i (\bar{x}_{1i} - \bar{x}_{2i})}{m}, \quad (6)$$

де  $\bar{x}_{1i}$  і  $\bar{x}_{2i}$  – середні значення  $i$ -ої дискримінантної змінної двох сукупностей;  $n_1$  і  $n_2$  – кількість об'єктів у кожній групі;  $a_i$  – коефіцієнти дискримінантної функції.

Відмінність між двома групами буде статистично значущою, якщо величина  $F$  перевищить критичне значення  $F_\alpha(v_1, v_2)$ , отримане за [8], де  $\alpha$  – рівень значущості (одного із значень, наприклад, 0.05, 0.01, 0.001), а  $v_1$  і  $v_2$  – числа ступенів вільності, що визначаються кількістю ознак  $m$  і числом об'єктів в групах  $n_1$  і  $n_2$ . При цьому  $v_1 = m$ , а  $v_2 = n_1 + n_2 - m - 1$ .

Відзначимо, що при перевірці статистичної значущості виконаної дискримінації угруповань весняних водопіль на рівнинних річках за критерієм Фішера (6) одержані значення  $F$  у всіх випадках перевищили їх критичні величини  $F_\alpha$ , прийняті за [8] на рівнях значущості – в основному 5 і 1%.

Для весняних водопіль різного ступеня інтенсивності (враховуючи знак дискримінантних рівнянь) побудовані прогнози залежності (1) чи (2), які математично можна виразити поліномом 3-ої (або більш високої) степені.

Дискримінантні рівняння та прогнози залежності типизовані для басейнів з однорідними умовами формування весняних водопіль. На рівнинній території України виділено одинадцять районів за однаковими параметрами прогновної схеми [2], які дозволяють у їх межах складати прогнози характеристик весняного водопілля для будь-якої річки, у тому числі за відсутності стокових спостережень на ній.

Можливість територіального довгострокового прогнозування гідрологічних характеристик весняного водопілля по регіональних залежностях (1) чи (2), обґрунтована в [1,2] встановленням для рівнинних річок України, у тому числі й невивчених у гідрологічному відношенні: середньобагаторічних величин шарів стоку – за карто-схемами їх розподілу по території з урахуванням впливу залісеності і заболоченості; максимальних витрат води – за моделлю типових редуційних гідрографів водопілля. Одержання прогнозних максимальних рівнів води весняного водопілля здійснюється за кривими витрат води  $Q = f(H)$ , побудованих для окремих постів.

Методика дає можливість встановлення ймовірнісних оцінок майбутнього водопілля у багаторічному розрізі, використовуючи криву трипараметричного гамма-розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля [9].

Забезпеченість прогнозних величин  $Y_m$  та  $Q_m$  встановлюється у вигляді інтервалу

$$P_1 < P_{Y(Q)} < P_2, \quad (7)$$

де  $P_1$  і  $P_2$  – верхня та нижня межі забезпеченості, які встановлюються за таблицями [9].

Аналіз одержаних результатів. Оцінка методики територіально- загальних довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик весняного водопілля рівнинних річок України показала, що справджуваність перевірних прогнозів (при прогнозі в дату настання максимальних снігозапасів  $S_m$ ) в середньому становить (станом до 2000р.):

- шарів стоку – від 85% до 77%, а критерій якості методики  $S/\sigma = 0,42-0,78$ ;
- максимальних витрат води – від 84% до 71% при  $S/\sigma = 0,44-0,71$ .

В цілому на різні дати випуску прогнозів (10, 20, 28 лютого та дату  $S_m$ ) було складено й оцінено близько 8 тис. перевірних прогнозів шарів стоку і 7 тис. – максимальних витрат води водопілля, причому приблизно 2/3 з них – на незалежних матеріалах.

Для перевірки ефективності та достовірності запропонованого методу територіально-загальних довгострокових прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля рівнинних річок України, здійснена його перевірка на незалежному сучасному періоді – вихідних даних 2001-2010 рр.

Для аналізу та складання перевірних прогнозів шарів весняного стоку і максимальних витрат води були використані вихідні гідрометеорологічні дані на мережі спостережень в басейнах річок, залучені з режимних видань Гідрометслужби України, Центральної геофізичної обсерваторії та оперативних архівів Українського гідрометцентру, що сформовані в автоматизованій базі даних АРМ-гідро. Перелік опорних річкових створів, за якими здійснено прогнозування весняного стоку водопілля, обумовлений наявністю спільних гідрометеорологічних даних. Кількість їх становить 70 гідропостів: в басейнах рр.Десна – 10, Сула, Псел, Ворскла –10, Прип'ять та ін. праві притоки Дніпра – 20, Нижнього Подніпров'я – 10, Сіверського Дінця -10, Південного Бугу -10.

Всього за 10 років спостережень було складено і оцінено по 700 прогнозів для шарів стоку і стільки ж для максимальних витрат води весняного водопілля на кожен дату складання прогнозів (10, 20, 28 лютого та дату максимальних снігозапасів). Слід відзначити, що у кожному році прогнозування здійснювалося при встановленні невідомих на дати випуску прогнозів метеорологічних факторів, використовуючи надані в прогнозній схемі рекомендації щодо їх визначення [1] і вважаючи погодні умови зимово-весняного сезону близькими до їх метеорологічної норми (станом на 2000 р.).

Одержані за методикою територіально загальних довгострокових прогнозів шари стоку і максимальні витрати води весняного водопілля (за період 2001-2010 рр.) в порівнянні з їх спостереженими величинами показали, що останні є дещо заниженими, причому для максимальних витрат води – в середньому на 13-14% (при найбільших відхиленнях 22-26% в басейнах р. Десна і лівих притоках Середнього Дніпра, де водопілля взагалі є найбільш повноводними, та найменших (близьких до одиниці) – в межах басейну р. Південний Буг та річок Причорномор'я, де весняні процеси в останні роки слабко виражені.

Враховуючи наявність в хронологічному часовому ході гідрологічних характеристик весняного водопілля (у більшості для максимальних витрат води) сталої тенденції до їх зниження [10,11], відбувається й зменшення середньобогаторічних значень гідрологічних величин, які є базовими в методиці територіально-загальних довгострокових прогнозів характеристик максимального весняного стоку і одержані станом на 2000 р.

В такому разі пропонується до значень середньобогаторічних величин характеристик стоку вводити поправочні коефіцієнти, що враховують зміни водності весняного водопілля за останнє десятиріччя (наприклад, станом на 2010 р.) у вигляді співвідношень:

- для шарів стоку

$$K_{Y_{2010}} = (Y_0)_{2010} / Y_0, \quad (8)$$

- для максимальних витрат води

$$K_{Q_{2010}} = (Q_0)_{2010} / Q_0, \quad (9)$$

де  $Y_0(Q_0)$  – середньобогаторічні величини шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля, визначені за період з початку спостережень на річках до 2000 р.;  $(Y_0)_{2010}$  та  $(Q_0)_{2010}$  – середньобогаторічні величини шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля, обчислені за період з початку спостережень на річках до 2010 р.

По річках рівнинної території України такі коефіцієнти узагальнені в залежності від географічної широти центрів їх водозборів ( $\varphi$  в частках та приведених до умовної широти  $50^0$ ) у вигляді рівнянь (рис.1):

- для шарів стоку (при  $r=0.27$ ) – рис.1 (а)

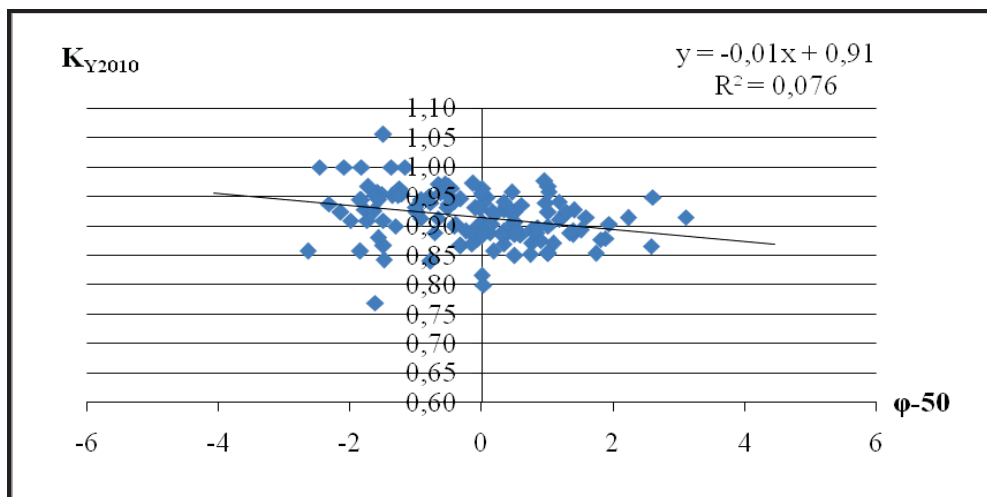
$$K_{Y_{2010}} = 0,91 - 0,01(\varphi - 50), \quad (10)$$

- для максимальних витрат води (при  $r=0.23$ ) – рис.1 (б)

$$K_{Q_{2010}} = 0,87 - 0,008(\varphi - 50) \quad (11)$$

Слід зазначити, що коефіцієнти рівнянь (10) і (11) дещо уточнені (порівняно з наведеними у [2]) при використанні більшого об'єму вихідної інформації для їх встановлення.

а)



б)

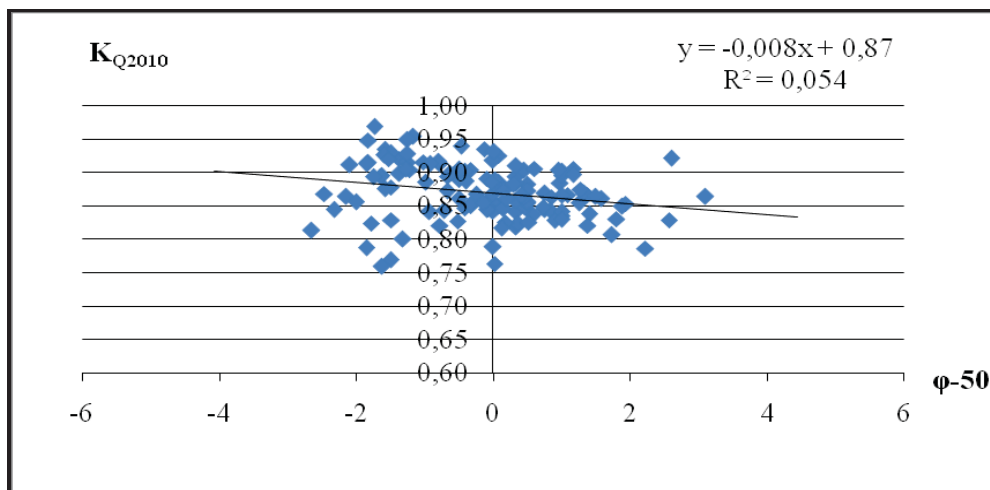


Рис.1. Залежність коефіцієнтів  $K_{Y_{2010}}$  (а) і  $K_{Q_{2010}}$  (б) від географічного положення водозборів річок в межах рівнинної території України

Отже, з урахуванням сучасних змін клімату і водності річок в період весняного водопілля в басейнах рівнинних річок України прогнози значення характеристик весняного водопілля у період 2001-2010 рр. і в подальші роки, одержані за методикою територіально загальних довгострокових прогнозів встановлюються:

- для шарів стоку

$$Y'_m = k_Y \cdot Y_0 \cdot K_{Y_{2010}}, \quad (12)$$

- для максимальних витрат води

$$Q'_m = k_q \cdot Q_0 \cdot K_{Q_{2010}}, \quad (13)$$

або, аналогічно

$$Q'_m = k_q \cdot q_0 \cdot K_{Q_{2010}} \cdot F, \quad (14)$$

де  $F$  - площі річкових водозборів, км<sup>2</sup>.

Результати прогнозів для максимальних витрат води у вигляді зв'язків спостережених та прогнозованих величин  $Q_m = f(Q'_m)$ , які побудовані на різні дати випуску прогнозу, при врахуванні коефіцієнтів  $K_{Q_{2010}}$  за (13) чи (14) показали, що їх величини близькі за значеннями. У табл.1 надані кутові коефіцієнти  $\alpha$ , коефіцієнти кореляції зв'язків  $r$  та забезпеченість  $P\%$  допустимої похибки ( $\delta_{\text{дон}}$ ) складених прогнозів на різні дати прогнозів (за відношенням  $\delta / \delta_{\text{дон}}$ , де  $\delta$  - абсолютна похибка прогнозів шарів стоку чи максимальних витрат води).

**Таблиця 1. Оцінка методики територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля на рівнинних річках України за період 2001-2010 рр. (з урахуванням коефіцієнту  $K_{Q_{2010}}$ )**

Дата прогнозу											
10.02			20.02			28.02			$S_m$		
$\alpha$	$r$	$P\%$	$\alpha$	$r$	$P\%$	$\alpha$	$r$	$P\%$	$\alpha$	$r$	$P\%$
<b>0,97</b>	0,77	93	<b>0,96</b>	0,75	94	<b>0,98</b>	0,78	94	<b>0,99</b>	0,81	94

**Висновки.** Таким чином, отримана краща якість методики територіально загальних прогнозів дає підставу для одержання прогнозних величин (наприклад, у 2010 і наступних роках) шарів стоку чи максимальних витрат води при уточненні у майбутньому середньобогаторіних величин цих стокових характеристик (наприклад, кожне наступне десятиріччя), оскільки періоди малої водності річок у весняний період року можуть чередуватися підвищеною водністю, тобто у наступні роки направленість тенденцій може змінюватися.

#### Список літератури

1. Гопченко Є.Д. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: монографія / Є.Д. Гопченко, В.А. Овчарук, Ж.Р. Шакірманова. – Одеса: Екологія, 2011. – 336 с.
2. Шакірманова Ж.Р. Методика територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля та її реалізація в межах рівнинної території України / Ж.Р. Шакірманова // Український гідрометеорологічний журнал. – 2011. – №9. – С. 141-150.
3. Гопченко Є.Д. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України в умовах сучасних змін клімату / Є.Д. Гопченко, Ж.Р. Шакірманова // Україна: географія цілей та можливостей. Зб.наук.праць. – Н.: ФОН «Лисенко М. М.», 2012. – т.III. – 2012. – С. 28-32.
4. Пановский Г.А. Статистические методы в метеорологии

/ Г.А. Пановский, Г.В. Брайер. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 242 с. **5.** Школьный Е.П. Обработка та аналіз гідрометеорологічної інформації: підручник / Е.П. Школьный, І.Д. Лоева, Л.Д. Гончарова. – К.: Міносвіти України, 1999. – 600 с. **6.** Лобода Н.С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах: Навчальний посібник / Н.С. Лобода. – Одеса: Екологія, 2010. – 184 с. **7.** Батырева О.В. Использование рядов наблюдений различной продолжительности в дискриминантном анализе / О.В. Батырева, Л.Е. Лукиянова // Труды Гидрометцентра СССР. – 1991. – Вып. 311. – С. 64-71. **8.** Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М.: Физмат Гиз, 1961. – 479 с. **9.** Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14-83 – (діючий від 1983 01.01) – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с. **10.** Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с. **11.** Гопченко Є.Д. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України / Є.Д. Гопченко, В.А. Овчарук, Ж.Р. Шакірзанова // Український гідрометеорологічний журнал. – 2012. – №10. – С.133-142.

**Ефективність територіально-загального методу довгострокового прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля річок України**

**Шакірзанова Ж.Р.**

*Здійснено перевірку ефективності територіально-загальної методики для довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля в умовах сучасних кліматичних змін.*

**Ключові слова:** довгострокові прогнози, зміна водного режиму весняного водопілля, оцінка прогностичної методики.

**Эффективность территориально-общего метода долгосрочного прогнозирования характеристик максимального стока весеннего половодья рек Украины**

**Шакірзанова Ж.Р.**

*Выполнена проверка эффективности территориально-общей методики для долгосрочных прогнозов слоев стока и максимальных расходов воды весеннего половодья в условиях современных климатических изменений.*

**Ключевые слова:** долгосрочные прогнозы, изменение водного режима весеннего половодья, оценка прогностической методики.

**The efficiency of the general method of territorial long-term forecasting characteristics of maximum runoff of spring flood of the rivers of Ukraine**

**Shakirzanova Zh.R.**

*Verification of the efficiency territorial general method for long-term forecasts of runoff and maximum water discharge of spring flood under contemporary climate change has been made.*

**Keywords:** long-term forecasts, the change of water regime of spring flood, evaluation of the forecasting method.

**Надійшла до редколегії 03.11.2014**

УДК 551.482

**Удовенко О.І., Ківва С.Л., Ковалець І.В.**

*Інститут проблем математичних машин та систем НАН України, м. Київ, Україна*

## **ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО ДАУНСКЕЛІНГУ**

**Ключові слова:** зміни клімату, паводки, прогнозування, метод статистичного даунскелінгу, моделі загальної циркуляції, гідрологічна модель

**Вступ.** Паводки та повені є стихійним лихом, яке завдає найбільші збитки Україні. Одним з найбільш схильних до паводків регіонів у нашій країні є Українські Карпати. На протязі останнього десятиріччя тут відбулася серія катастрофічних