

УДК 556.166.06

Докус А.О., Шакірзанова Ж.Р., Швець Н.М.

Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИКА ПРОСТОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ ПОЧАТКУ ТА ПРОХОДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ

Ключові слова: строки водопілля, прогнози залежності, ймовірні оцінки, картографічна форма.

Вступ. В умовах кліматичних коливань і тенденцій змін водного режиму річок та враховуючи Основні положення Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р. про оцінку і управління ризиками затоплення [1], при визначенні територій можливого підтоплення від повеней річкового походження, вкрай важливим є науково-теоретичне обґрунтування методів гідрологічних прогнозів не тільки водного режиму річок періоду весняного водопілля, а й строків його формування – дат початку та проходження максимальних рівнів чи витрат води водопіль.

Як відомо, стік річок є похідною від клімату місцевості і на сьогодні вже досить широко розвинуті і знайшли практичне застосування численні методи прогнозу стоку річок. Якщо звернутися до існуючих методик прогнозів строків початку та проходження максимальних витрат (рівнів) весняного водопілля, то їх, на сьогодні, досить обмаль. Це пов'язано з тим, що на відміну від прогнозів характеристик водного режиму весняного водопілля, строки проходження водопіль практично не досліджувалися, а в оперативній практиці часто дається лише оцінка відхилення цих строків від їх середньобагаторічних дат на окремих річках.

Стан питання. Існуючі методи короткострокових прогнозів дат проходження весняного водопілля представлені в основному локальними прогнозами цих термінів, які є частиною прогнозу гідрографа водопілля у реальному режимі часу [2-7]. Прогнозування строків водопіль здійснюються також по кореляційних зв'язках дат початку та проходження максимумів водопілля зі строками переходу температури повітря до плюсових значень весною [8]. Такі залежності більш виражені і надійні для невеликих водозборів і дозволяють складати прогноз дат проходження піку водопілля при невеликій завчасності (не більш ніж 10-15 діб).

З інших методів прогнозу строків початку і досягнення максимуму водопілля можна відмітити такі, де розробка методики прогнозу характерних дат водопілля здійснюється на основі результатів оцінки взаємозв'язку строків початку і строків максимуму водопілля з повторюваністю синоптичних процесів над Атлантикою в зимові і весняні місяці, характерними термінами змін температури в середній частині басейнів (перехід через нульову позначку, дати накопичення сум 5, 10 °С і т.д.) і характеристиками снігового покриву. Так, в роботі [9] запропонована методика прогнозу дат весняного водопілля, основана на залежності цих дат від строків накопичення плюсових температур повітря – 30 °С і 40 °С. Завчасність таких прогнозів складає від 20 до 24 діб.

Авторами [10, 11] розроблені методи довгострокового і середньострокового прогнозів дат початку і настання максимальних витрат води весняних водопіль, де застосовані загальні підходи, які використовувались цими ж авторами для розробки

фонового довгострокового прогнозу скресання річок [12]. При цьому виявлений тісний зв'язок строків початку підйому і скресання річок. Дані методи засновані на кореляції строків явища з характеристиками (коефіцієнтами розкладання по природних ортогональних функціям (ПОФ) температури поверхні океану (ТПО) в січні-березні і характеристиками поля геопотенціалу на рівні H500 (в тропосфері) та H100 (в нижній стратосфері) над Північною півкулею в ті ж місяці. Метод апробований для басейну Верхнього Дніпра в межах території Росії та Білорусі.

Розрахунок кількісних показників атмосферних процесів в методі [10, 11] ведеться за синоптико-статистичними методами в межах характерних районів, де синоптичні процеси в попередні місяці виражають ранні чи пізні дати настання весняних явищ на річках. Однак обмеження вихідної інформації про показники атмосферних процесів і, навіть, довгострокових прогнозів температур повітря ускладнює практичне застосування цих методів прогнозу строків гідрологічних явищ водопіль в оперативній діяльності.

В останні десятиліття багато вітчизняних і зарубіжних вчених пояснюють довготривалі тенденції в зміні природного стоку річок і чинників, що формують водний режим, змінами клімату [13-15], глобальними кліматичними трендами, які, в свою чергу, обумовлені впливом глобально-космічних процесів (зміною інтенсивності космічного випромінювання, сонячної активності, напруженості космічних і земних магнітних полів та ін.) та їх циклічності [16-19].

Слід зауважити, що існуючі нині ймовірно-статистичні методи прогнозування дат настання гідрологічних явищ з побудовою кривих забезпеченості є достатньо трудомісткими та не враховують циклічності (періодичності) метеорологічних і гідрологічних процесів, у тому числі й циклічності дат настання гідрологічних явищ [20]. Способи прогнозування, основані на методах математичного моделювання [2-7], також являються трудомісткими і часто недостатньо ефективними у зв'язку з тим, що формування водного режиму – багатофакторний процес, а врахування усіх чинників, їх зміни у часі і взаємодії з іншими факторами є не завжди можливим. Тому у більшості випадків, особливо для довго- і середньострокових прогнозів, низька якість прогнозів визначається не стільки недосконалістю методу або моделі, а мінливістю стокоформуючих чинників, що слабо піддаються прогнозуванню. Не достатня точність довгострокових синоптичних прогнозів також накладає деякі обмеженості в гідрологічних прогнозах.

Ще одним напрямком в прогнозуванні гідрологічних явищ є використання методів елементів штучного інтелекту, зокрема штучних нейронних мереж (ШНМ) [21-22]. Вони дають змогу в ряді квазіциклічних (як, наприклад, гідрологічних) даних враховувати приховані періодичності і будувати алгоритми обробки інформації, мають унікальну властивість навчатися на прикладах і "впізнавати" в потоці "зашумленої" і суперечливої інформації характер раніше спостережених образів і ситуацій. Штучні нейронні мережі широко використовуються в медицині, економіці, біології. В роботі [20] розглянута можливість використання штучних нейронних мереж при прогнозуванні дат настання характерних гідрологічних явищ і визначення обсягу навчальної вибірки вхідних даних для прогнозування гідрологічних характеристик. Моделі прогнозування гідрологічних характеристик, отримані за допомогою штучних нейронних мереж, апробовані на прикладі р. Білої [20]. Порівняльна оцінка прогнозу дат настання характерних гідрологічних явищ (дат початку і кінця повені, літньо-осінньої межені, зимової межені) за допомогою ШНМ і ймовірно-статистичного методу для р. Білої – м. Уфа показала, що відносні похибки прогнозу за двома методами практично не розрізняються. Це свідчить про можливість використання методу штучних нейронних мереж для прогнозу дат настання гідрологічних явищ, що дозволить зменшити трудомісткість процесу

прогнозування гідрологічних процесів.

В Одеському державному екологічному університеті в рамках наукової школи теоретичної і прикладної гідрології [23] запропонований метод територіального довгострокового прогнозування шарів стоку та максимальних витрат води весняних водопіль, який заснований на попередньому встановленні типу розвитку майбутніх весняних процесів і реалізований авторами методу для рівнинних річок України [24,25]. Авторами [24-28] також обґрунтований метод просторових прогнозів дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води водопіль.

В Київському національному університеті імені Тараса Шевченка авторами [29] на основі встановлення типових схем розподілу весняного стоку у часі через оцінку дат початку водопілля, як визначальної ознаки, запропоновано методуку завчасного передбачення перебігу весняного водопілля на р. Прип'ять біля м. Мозир.

Метою даного дослідження є аналіз сучасних тенденцій проходження дат весняних водопіль та реалізація регіональної методуки щодо просторового прогнозування строків початку та формування максимальних рівнів (витрат) води водопіль рівнинних річок (на прикладі басейну р. Дніпро в межах України).

Аналіз вихідних даних. Строки проходження весняних водопіль річок визначаються як кліматичними умовами формування тало-дощового стоку на басейнах, так і погодними умовами кожного року – наявності снігу на водозборах, температурним режимом повітря, часом початку сніготанення та його інтенсивністю. Крім того, дати початку водовіддачі снігового покриву, крім географічного положення водозборів, можуть залежати й від таких місцевих чинників, як рельєф, залісеність, заболоченість, озерність басейнів, тобто чинників, що, по суті, визначають форму гідрографу весняного водопілля [8].

Змінність й несталість погодних умов зимового й весняного сезонів останніх десятиліть призвели до широкого варіювання характерних дат весняного водопілля – від дуже ранніх до досить пізніх строків.

У наукових працях теперішнього часу значну увагу приділяють дослідженню розподілу у просторі і часі чинників формування весняних водопіль. Такі дослідження вказують, що очікуване потепління клімату позначиться на величині і термінах річкових повеней [30-32] та ін. Аналіз часових тенденцій максимального річкового стоку та дат настання річкових повеней на території Європи, проведений авторами [30-32], показує, що спостерігається тенденція до зміщення строків настання весняних водопіль, які пов'язані з різницею в часі танення снігу, максимумах вологості ґрунту, змінами великомасштабних атмосферних процесів. Так, для території України відмічається зсув до більш ранніх дат на більшій частині території лівобережжя Дніпра (окрім Нижнього Дніпра) [30]. На правобережжі Дніпра спостерігається тенденція до формування зимових паводків на річках і, відповідно, формування максимумів на початку календарного року [30].

За нашими дослідженнями зміщення середніх строків проходження весняного водопілля (як початку підйому, так і настання максимумів) відмічається в ранню сторону за останні 25 років (з 1990 по 2015 рр.) на всій території басейну Дніпра і складає в середньому 4 дні. Висновки щодо зсуву дат початку водопілля в сторону більш ранніх зроблені й іншими авторами: так, для басейнів рр. Оки і Нижньої Волги таке зміщення складає 5-10 днів [33]. Аналіз багаторічних коливань термінів проходження та тривалості весняного водопілля річок української частини басейнів Десни [34-36] і Прип'яті [37, 38] також підтверджує зміщення дат початку водопілля та дат настання максимальних витрат води до більш ранніх строків. Дослідження просторово-часових коливань строків проходження весняного водопілля в басейнах рівнинних річок України представлено й у роботах [39,40].

Авторами роботи [41] отримані хронологічні графіки (при трирічному

згладжуванні) дат початку весняного водопілля для деяких річок басейну Дніпра за багаторічний період (з початку стокових спостережень на річках по 2015 р.), які підтверджують тенденцію до зміщення цих дат до більш ранніх строків (рис.1).

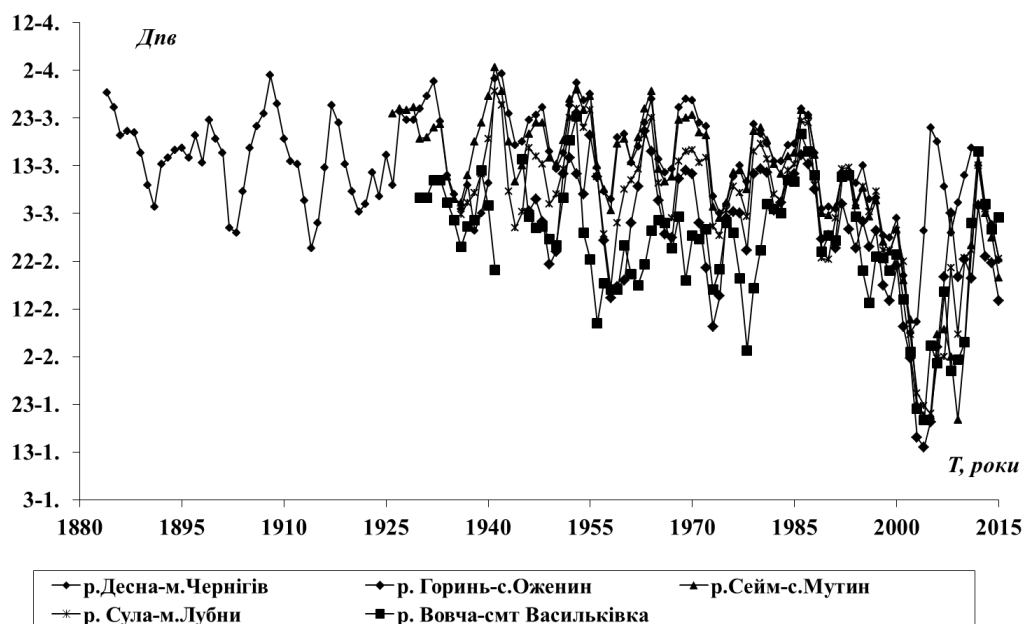


Рис. 1. Хронологічний хід (трирічні ковзні) дат початку весняного водопілля деяких річок басейну Дніпра [41]

Вихідні дані. Для реалізації методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля використовувались дані гідрометеорологічних спостережень в басейні української частини р. Дніпро (по 50 опорних гідрологічних постах басейнів річок Прип'ять, Десна, Сула, Псел, Ворскла, Оріль, Самара, Інгулець) за зимово-весняний період 2017-2018 рр. Слід зазначити, що при розробці методики просторових прогнозів дат весняного водопілля при узагальненні та одержанні регіональних рівнянь прогнозованої схеми використовувались вихідні дані й по іншим басейнам рівнинних річок території України. При цьому були використані багаторічні та оперативні дані про снігозапаси, включаючи строки настання максимальних запасів води в сніговому покриві перед весняним водопіллям, строки початку весняних водопіль (при прогнозуванні їх максимумів), середньодекадні (або пентадні) температури повітря січня-травня. За даними характеристик весняного водопілля та метеорологічних величин було створено базу вихідних даних в програмі «Excel», а також в створених авторами програмних прогностичних комплексах «Прип'ять», «Сейм» для басейнів річок Прип'ять, Десна, Сейм та приток Середнього Дніпра [42], та «Південний Буг» – для річок Південного Бугу.

Методика дослідження. Аналіз багаторічних дат початку весняного водопілля на річках регіону на основі методу географічних узагальнень показав, що після строків накопичення максимальних снігозапасів на водозборах вони спостерігаються у дати, які визначаються в основному температурними характеристиками поточної весни. Крім того, дати початку водопіль змінюються по території для різних за географічним положенням водозборів [8, 39].

В запропонованій методиці прогнозу визначення дат початку весняного водопілля на річках здійснюється, по-перше, визначення тривалості водоутримуючої спроможності снігу, тобто періоду від дати максимальних

снігозапасів до дати початку водопілля – t_g , доби.

З цією метою в методиці прогнозування строків водопіль були встановлені залежності тривалості t_g від середньодекадної температури повітря за першу, після дати максимальних снігозапасів D_{Sm} декаду (θ_1 °C) для опорних створів в межах розглядуваної території, наприклад (рис. 2).

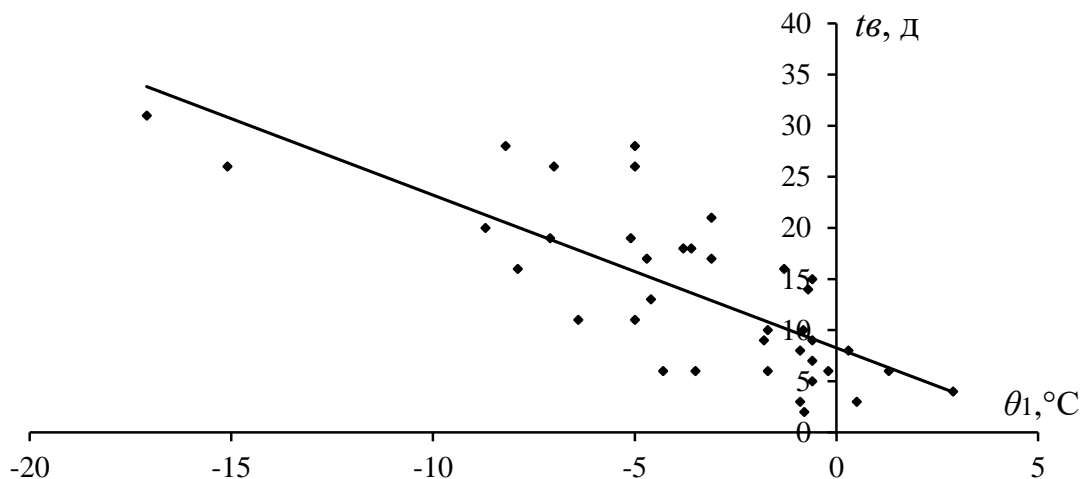


Рис. 2. Залежність $t_g = f(\theta_1)$ для басейну р. Десна – с. Розльоти, $r = 0,76$ (температура повітря прийнята по метеостанції Брянськ)

Таким чином, одержане регіональне рівняння (за температуру повітря θ_1 не вище 3,5-5,5 °C) [24-28]

$$t_g = [0,43(\varphi^o - 50) + 7,72] - [0,16(\varphi^o - 50) + 1,64] \cdot \theta_1, \quad (1)$$

в якому числові параметри одержані шляхом просторового їх узагальнення в залежностей від географічної широти геометричних центрів водозборів рівнинних річок України (φ^o , в частках °півн.ш.). Слід відзначити, що температура повітря θ_1 °C береться за даними метеостанцій, які розташовані поблизу до геометричних центрів водозборів.

Прогноз дати початку весняного водопілля D_g у поточному році складається в дату накопичення максимальних снігозапасів (D_{Sm}) за схемою

$$D_g = D_{Sm} + t_g. \quad (2)$$

Значення показника якості методики прогнозу S дат початку весняних водопіль на річках розглядуваної території змінюється в межах $S = 4-13$ діб, а забезпеченість допустимої похибки $P = 93-52$ %. Одержані значення критеріїв якості методики прогнозу дат початку весняного водопілля (при допустимій похибці прогнозів дат, які враховують метеорологічний прогноз температури повітря навесні – 6 діб) дозволяють прогнозувати їх у вигляді консультацій [43, 44].

Завчасність прогнозів цих дат визначається величиною t_g , тобто дорівнює очікуваному періоду від дати випуску прогнозу в D_{Sm} до дати початку водопілля D_g . Таким чином, завчасність прогнозів дат початку весняного водопілля у поточному році також є прогностичною величиною і оцінюється при прогнозуванні цих дат.

Так, для багаторічного періоду для розглядуваних річок рівнинної України, включаючи басейн Дніпра, спостерігається незначне зменшення середньобагаторічних значень t_{θ_0} з півночі на південь, виражене рівнянням [39]

$$t_{\theta_0} = 0,79(\varphi^o - 50) + 12,0. \quad (3)$$

Строки проходження максимальних витрат (рівнів) води весняних водопіль визначаються погодними умовами весняного сезону – щільністю снігового покриву, інтенсивністю ("дружністю") та тривалістю сніготанення, кількістю та інтенсивністю опадів у період танення снігу, швидкістю зростання і накопичення додатних температур повітря та ін. Крім того, дати настання максимумів, як і самі максимальні витрати води або їх модулі, розрізняються й для різних за розмірами та географічним положенням водозборів [39].

Для прогнозування дат проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля (D_{Q_m}) були одержані регіональні залежності тривалості підйому водопілля (t_n , д) від середньодекадної температури повітря за першу, після дати початку водопілля D_{θ} , декаду (θ_2 °C) (рис. 3).

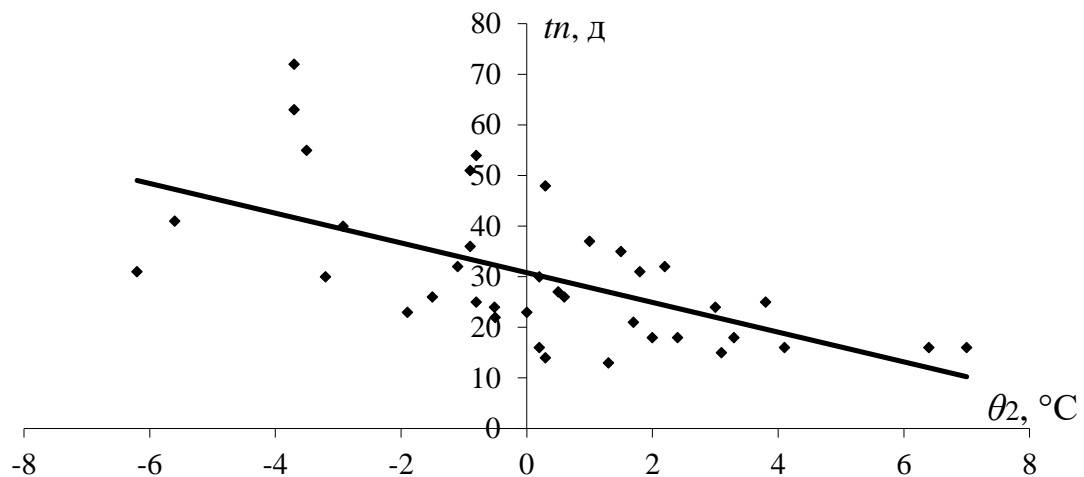


Рис. 3. Залежність $t_n = f(\theta_2)$ для басейну р. Десна – с. Розльоти, $r = 0,60$ (температура повітря прийнята по метеостанції Брянськ)

Тривалість підйому водопілля t_n визначається як періодом сніготанення, так і часом стікання води по схилах і руслах річок. При цьому одержане регіональне рівняння (за температуру повітря θ_2 не вище 7,0-10,0 °C) [24-28]

$$t_n = \{3,45 \cdot \exp[0,42 \cdot \lg(F + 1)]\} - [1,75 - 0,12(\varphi^o - 50)] \cdot \theta_2. \quad (4)$$

Узагальнення параметрів рівняння (4) для рівнинних річок України було здійснено в залежності від площ басейнів F , що визначають тривалість поверхневого добігання тало-дошових вод та від географічної широти центрів водозборів φ , в частках °півн.ш.

Складання прогнозу максимальної витрати (рівня) води D_{Q_m} здійснюється у поточному році в спостережену дату початку водопілля (D_{θ}) у вигляді

$$D_{Q_m} = D_{\theta} + t_n. \quad (5)$$

Оцінка якості методики прогнозу дат максимальних витрат води становить $S =$

4-16 діб, а $P=85-28\%$ і може бути застосована, також як і дат початку водопіль, у вигляді консультацій.

При цьому завчасність прогнозів дат проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначається тривалістю підйому водопілля t_n у кожному році і є прогнозною величиною.

За наявності прогнозу дати початку весняного водопілля D_e , отриманої за рівнянням (3) і довгострокового прогнозу температури повітря (близько 2-х декад) прогноз дати проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля можливий за схемою (5), але в дату настання максимальних снігозапасів D_{Sm} .

Для середньобагаторічних значень $(t_n)_0$ (як завчасності прогнозів D_{Qm}) встановлено [39], що в басейнах річок розглядуваної території спостерігається їх зростання зі збільшенням площ водозборів, оскільки

$$(t_n)_0 = 4,96 \cdot \exp[0,32 \cdot \lg(F + 1)]. \quad (6)$$

Метод просторових прогнозів дат початку та настання максимальних витрат чи рівнів води весняного водопілля передбачає встановлення їх повторюваності у багаторічному розрізі [45]. Така задача вирішується при побудові емпіричних кривих забезпеченостей цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища) за даними багаторічних рядів спостережень за строками водопіль на річках [27,28]. Встановлення ймовірності $P\%$ по таких кривих здійснюється за прогнозною датою початку водопілля чи настання максимальної витрати води.

Результати дослідження. Результати просторового прогнозування строків початку та проходження максимальних витрат води в басейні Дніпра представлено на прикладі весняного водопілля 2017-2018 р.

При цьому використана найбільш наглядна форма представлення прогнозних дат проходження весняних водопіль у вигляді побудови карта-схем, які формуються лише для дат початку весняного водопілля. Прогнозні дати проходження максимальних витрат води весняних водопіль залежать від розмірів водозборів, тому не можуть бути картовані [26-28]. У прогнозному варіанті вони встановлюються за рівнянням (5) тобто по даті початку водопілля (спостереженій або прогнозній) і тривалості підйому водопілля, що прогнозується за регіональною залежністю (4) з використанням очікуваної середньодекадної температури повітря.

Крім того, одночасно з карта-схемами прогнозних дат початку весняного водопілля надаються і карта-схеми ймовірності настання дат початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля у багаторічному розрізі ($P\%$). Це дає змогу встановити прогнозовані строки проходження водопіль та їх повторюваність у будь-якій частині території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості.

У зимово-весняний період 2017-2018 р. було встановлено, що дати накопичення максимальних снігозапасів на території басейну Дніпра змінювались в широких межах: від 28 лютого - 5 березня в басейнах річок Нижнього Дніпра до 21-31 березня в басейні Десни і басейнах річок лівобережжя Середнього Дніпра.

Дати початку весняного водопілля в басейні Дніпра, у зв'язку зі складними метеорологічними умовами формування водопілля 2017-2018 р. в різних районах басейну, змінювались, як і дати максимальних снігозапасів, у широких межах.

Картографічна форма представлення очікуваних дат початку весняного водопілля (шляхом віднесення прогнозних дат D_e до гідрологічних постів річок)

представлена на рис.4. Так, спрогнозовані дати початку водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра (в межах України) очікувалися у першій-другій декадах березня на півдні території та у другій третій декадах березня – в центральній, західній і північно-східній частинах басейну Дніпра.

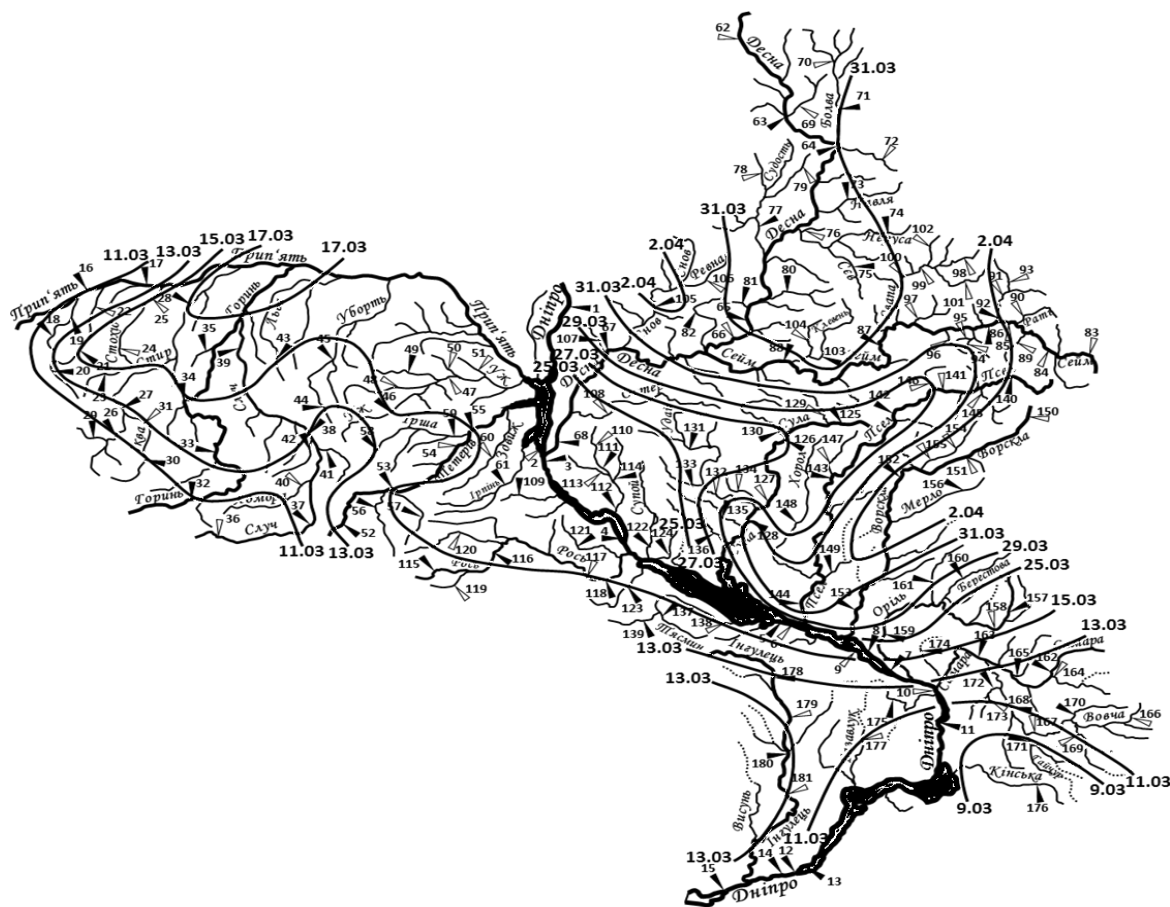


Рис. 4. Розподіл прогнозних дат початку весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні Дніпра (дата випуску прогнозу D_{S_m})

Відповідно до просторового розподілу очікуваних дат початку водопілля 2017-2018 р. побудовано й карта-схему їх прогнозних забезпеченостей $P\%$ у багаторічному розрізі (рис. 5). Як видно з карти, забезпеченість прогнозних дат зменшувалась в основному з заходу території (від 30-40%) і північного сходу (від 25-30%) до 10-15% - в центральній і південній частинах басейну. Значення $P\%$ свідчать про те, що дати початку весняного водопілля 2017-2018 р. очікувалися пізніше середніх багаторічних їх строків на всій території басейну Дніпра (в межах України).

Що стосується строків проходження максимальних витрат (рівнів) води, то вони спостерігалися в більш пізні строки, а дати їх формування відносилися до кінця березня – середини квітня. Якість прогнозів нижча у зв'язку з неодноразовими і змінними метеорологічними умовами формування максимальних витрат води в різних частинах басейну.

Завчасність прогнозів дат початку і максимальних витрат води водопілля 2017-2018 р. в середньому становила одну декаду. Перевірні прогнози дат початку весняного водопілля 2017-2018 р. в басейні р. Дніпро (при допустимій похибці 6 діб) в цілому були справджуваними.

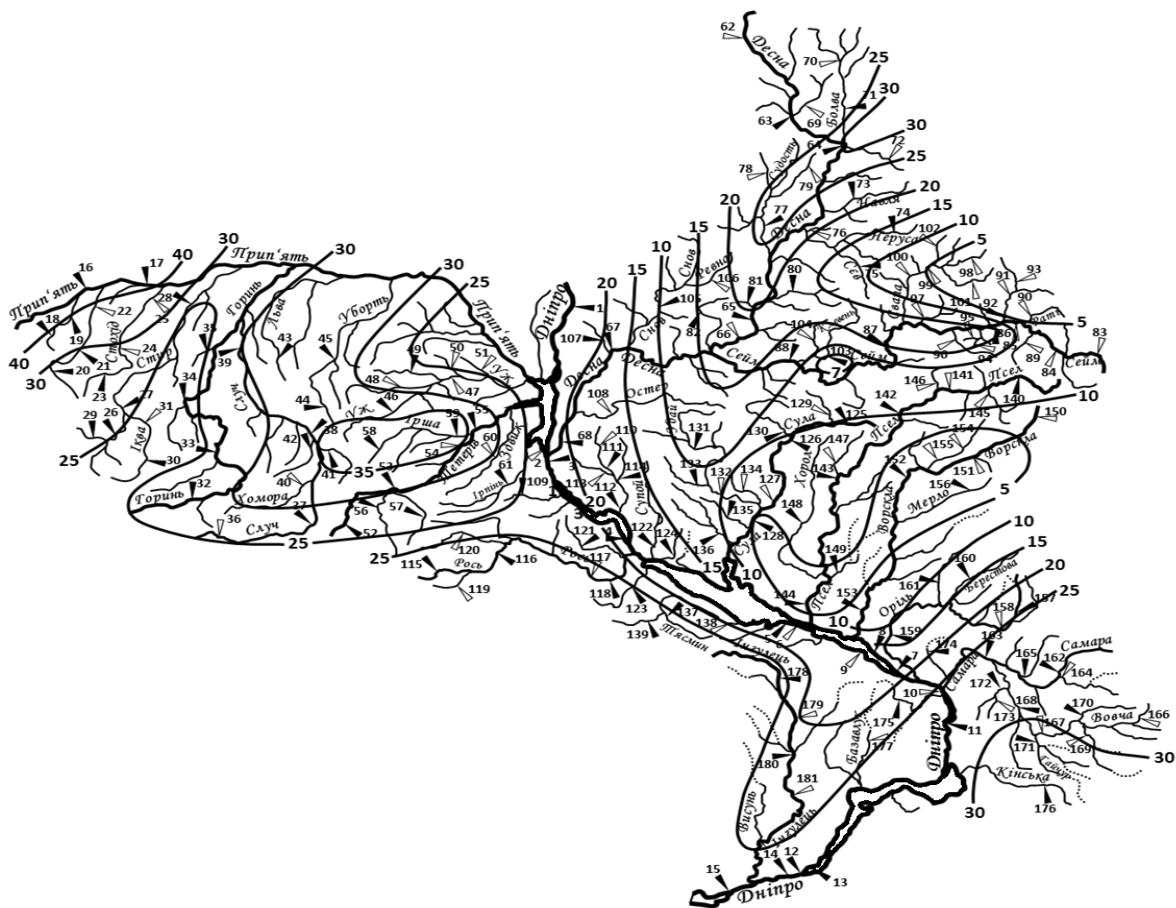


Рис. 5. Розподіл прогнозних забезпеченостей дат початку весняного водопілля 2017-2018 р. ($P\%$) в басейні Дніпра (дата випуску прогнозу D_{S_m})

Висновки. Запропонована регіональна методика просторових прогнозів строків початку та проходження максимальних витрат води весняних водопілля (на прикладі басейну р. Дніпро, в межах України). Використання методики дає можливість встановлення строків можливого підтоплення від повеней річкового походження згідно основних положень Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 р. про оцінку і управління ризиками затоплення.

Дослідження вітчизняних і закордонних авторів вказують, що очікуване потепління клімату призведе до тенденції зміщення строків настання весняних водопілля до більш ранніх дат. Зокрема, відмічається їх зсув до ранніх строків на більшій частині території лівобережжя Дніпра (окрім Нижнього Дніпра), а на правобережжі – спостерігається тенденція до формування зимових паводків на річках і, відповідно, формування максимумів на початку календарного року.

В роботі запропоновано метод просторових прогнозів строків початку та проходження максимальних витрат (рівнів) води весняних водопілля, заснований на даних про середньодекадну температуру повітря періоду завчасності гідрологічного прогнозу, яка входить в регіональні рівняння прогнозної схеми (при просторовому узагальненні їх параметрів і коефіцієнтів в залежності від географічного положення і розмірів водозборів). Метод надає можливість здійснювати попередню прогностичну оцінку строків водопілля незалежно від часу їх настання в кожному році.

Оцінка методики прогнозу дозволяє рекомендувати її в якості консультацій, а завчасність прогнозів змінюється в залежності від географічного положення водозборів і поточних умов конкретної весни. Методику реалізовано на прикладі

весняного водопілля 2017-2018 р. при складанні прогнозів в дати настання максимальних запасів води в сніговому покриві, які відрізнялися в різних частинах басейну Дніпра. Перевірні прогнози в цілому були справджуваними, однак на якість прогнозів впливали неодночасні строки формування весняного стоку в різних частинах басейну р. Дніпро.

Прогностичні ймовірності строків весняних водопіль дозволяють характеризувати частоту їх виникнення у багаторічному періоді, тобто відносити до ранніх чи пізніх. Так, відхилення строків початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра відмічалось в бік пізніх строків, відносно середньобагаторічних дат. Цей факт свідчить про те, що в умовах змін клімату строки водопіль можуть змішуватися як до більш ранніх, так і більш пізніх.

Список літератури

1. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. URL: http://buvrtyisa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc
2. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Карпати – паводкобезпечний регіон України. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових. Київ, 2010. 93 с.
3. Ivanova O., Makhambetova Zh., Ivanov M. Simulation of hydrological regimes of a river with a specified roughness coefficient. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 492 (2019) 012018. doi:10.1088/1757-899X/492/1/012018.
4. Niedzielski T., Mizinski B., Kryza M., Netzel P., Wieczorek M., Kasprzak M., Migon P., Szymanowski M., Jeziorska J., Witek M. HydroProg: a system for hydrologic forecasting in real time based on the multimodelling approach, Meteorology Hydrology and Water Management, 2014, pp. 65-73.
5. Brito B.O., Salgado R.M., Beijo L.A. Intelligent Modeling for Streamflow Forecasting. IEEE Latin America transactions, VOL. 14, NO. 8, AUG. 2016.
6. Feyera A. Hirpaa, Peter Salamonb, Hylke E. Beckc, Valerio Lorinib, Lorenzo Alfierib, Ervin Zsoterd, Simon J. Dadson. Calibration of the Global Flood Awareness System (GloFAS) using daily streamflow data. Journal of Hydrology 566 (2018) 595–606.
7. Bahrami S., Wigand E.P. Sensitivity analysis on daily streamflow forecasting. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 5, Issue 11, Nov. 2018.
8. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 358 с.
9. Шевнина Е.В. Методы долгосрочного прогнозирования сроков начала и достижения максимума весеннего половодья на устьевых участках Оби и Енисея. Метеорология и гидрология. 2009. № 1. С. 75-84. URL: <http://naukarus.com/metody-dolgosrochnogo-prognozirovaniya-srokov-nachala-i-dostizheniya-maksimuma-vesennego-polovodya-na-ustievyyh-uchastkah>
10. Гинзбург Б.М., Борщ С.В., Ефремова Н.Д., Сильницкая М.И., Полякова К.Н. Методы долгосрочного и среднесрочного прогноза сроков прохождения максимального уровня весеннего половодья на реках Европейской территории России. Метеорология и гидрология. 2002. №11. С. 81–92.
11. Borsch S., Fedorova S. Long-term forecasts of dates of spring flood initial and maximum water levels passage in the Dnepr catchment on the territory of Russia and Belarus for improved flood management planning. NATO Advanced research Workshop Preprints. Transboundary Floods. Treira S. R. L., Oradea, Romania, May 4-8, 2005. P. 149–166.
12. Гинзбург Б.М., Борщ С.В., Ефремова Н.Д., Полякова К.Н., Сильницкая М.И. Методы фонового долгосрочного и среднесрочного прогноза сроков вскрытия рек ЕТР. Метеорология и гидрология. 2001. № 11. С. 67-78.
13. Вишневецький В.І. Зміни клімату та річкового стоку на території України та Білорусі. Наук. праці УкрНДГМІ. 2001. Вип. 249. С. 89–105.
14. Лобода Н. С., Коробчинская А.А., Рудник А.А. Изменение климата и его влияние на реки Украины. Украинский гидрометеорологический журнал. 2010. Т. 6. С. 199–204.
15. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
16. Леонов Е.А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз: монографія. Санкт-Петербург: Алетейя-Наука, 2010. 352 с.
17. Логинов В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата: монографія. Минск: Беларус. навука, 2012. 266 с.
18. Абдусаматов Х.И. Об

уменьшении потока солнечного излучения и понижении глобальной температуры Земли до состояния глубокого похолодания в середине XXI века. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2007. Т. 103. № 4. С. 292-298. URL: <http://jn.crao.crimea.ru/index.php/izvcrao/article/view/575/517> **19.** Абдусаматов Х.И. Солнце определяет климат. Наука и жизнь. 2009. № 1. С. 34-42. URL: http://www.gaoran.ru/russian/cosm/astr/abduss_nkj_2009.pdf **20.** Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В.П. Боровикова; 2-е изд. перераб. и доп. Москва: Горячая линия – Телеком, 2008. 392 с. **21.** Dandy G.C., Maier H.R. Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modelling issues and applications. Environmental Modelling & Software. 2000. № 15 101–124. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.332.876&rep=rep1&type=pdf> **22.** Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Фералонтов Ю.И. Оценка и прогнозирование экстремальных гидрологических ситуаций. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5288> **23.** Хильчевский В.К., Голченко Е.Д., Лобода Н.С., Ободовский А.Г., Гребень В.В., Шакирзанова Ж.Р., Ющенко Ю.С., Шерстюк Н.П., Овчарук В.А. Гидрология в университетах Украины – история, состояние и перспективы. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. №4(47). С. 61-67. **24.** Шакирзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с. **25.** Голченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: монографія. Одеса: Екологія, 2011. 336 с. **26.** Голченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Обґрунтування методики прогнозування строків весняного водопілля в басейні Прип'яті. Український гідрометеорологічний журнал. 2007. № 2. С. 156-163. **27.** Голченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Метод просторового довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля та строків його проходження. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2008. Вип. 50, ч. II. С. 158-168. **28.** Шакирзанова Ж.Р. Метод просторових прогнозів строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України. Український гідрометеорологічний журнал. 2011. №8. С. 204-213. **29.** Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Деякі підходи щодо завчасного передбачення перебігу весняного водопілля на р. Прип'ять біля м. Мозир. Український гідрометеорологічний журнал. 2013. №13. С. 138-146. **30.** Blöschl, et al. Changing climate shifts timing of European floods. Science. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590, DOI: 10.1126/science.aan2506. 2017. URL: <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588.full> **31.** Best J. Anthropogenic stresses on the world's big rivers, Nature Geoscience, 2019. 12. 7–21. DOI:10.1038/S41561-018-0262-X. **32.** Bormann H. Runoff regime changes in German rivers due to climate change. Erdkunde. 64 (3), 2010. P. 257-279. **33.** Исследование современных особенностей формирования весеннего половодья на реках европейской территории России и Западной Сибири в условиях нестационарного климата и антропогенного воздействия: итоговый отчет по проекту РФФИ 13-05-00113-а. Приложение 1 / МГУ имени М.В. Ломоносова, кафедра гидрологии суши; науч. рук. Фролова Н.Л. Москва, 2015. 135 с. URL: <https://istina.msu.ru/reports/14892927/> **34.** Чорноморець Ю.О., Фріндт К.Т. Багаторічна динаміка термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Десни. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т. 2(19). С. 94-105. **35.** Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Оцінка часового розподілу стоку води р.Десна за період весняного водопілля. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т. 4(21). С. 56-67. **36.** Горбачова Л. О., Кошкіна О. В. Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні річки Десна. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т. 2. С. 30-37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2013_2_5 **37.** Василенко Є.В., Гребінь В.В. Зміна термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Прип'яті (в межах України) в сучасний період. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т. 18. С. 119-125. **38.** Голченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р. Дослідження впливу сучасних змін клімату на характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Прип'ять. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т. 3(20). С. 50-59. **39.** Шакирзанова Ж.Р. Аналіз та просторове узагальнення строків проходження весняних водопіль на рівнинних річках

України. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2008. В. 6. С. 157-164. **40.** Вишневський В.І., Шевчук С.А. Зміни клімату та їх вплив на водність річок та умови сільськогосподарського виробництва. Меліорація і водне господарство. 2015. В. 102. С. 101-108. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mivg_2015_102_22 **41.** Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Голцій М.В., Тодорова О.І., Докус А.О., Сербова З.Ф., Швець Н.М. Метод прогностичної оцінки характеристик максимального стоку річок басейну Дніпра у весняний період року. Український гідрометеорологічний журнал. 2018. № 22. С. 80-99. **42.** 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. **43.** Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2012. 120 с. **44.** Оцінювання якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші / Керівний документ. Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2015. 70 с. **45.** Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 450 с.

References

1. Dyrektyva № 2007/60/Yes Yevropejs'koho parlamentu i Rady Yes pro otsinku i upravlinnia ryzykamy, pov'iazanymy z poveniamy. URL: http://buvrtysa.gov.ua/newsite/wp-content/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc **2.** Susidko M.M., Luk'ianets' O.I. Karpaty – pavodkonebezpechnyj rehion Ukrainy. Kompleksna basejnova systema prohnovuvannia pavodkiv u Zakarpatti: metodychna ta tekhnolohichna baza ii skladovykh. Kyiv, 2010. 93 s. **3.** Ivanova O., Makhambetova Zh., Ivanov M. Simulation of hydrological regimes of a river with a specified roughness coefficient. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 492 (2019) 012018. doi:10.1088/1757-899X/492/1/012018. **4.** Niedzielski T., Mizinski B., Kryza M., Netzel P., Wiczorek M., Kasprzak M., Migon P., Szymanowski M., Jeziorska J., Witek M. HydroProg: a system for hydrologic forecasting in real time based on the multimodelling approach, Meteorology Hydrology and Water Management, 2014, pp. 65-73. **5.** Brito B.O., Salgado R.M., Beijo L.A. Intelligent Modeling for Streamflow Forecasting. IEEE Latin America transactions, VOL. 14, NO. 8, AUG. 2016. **6.** Feyera A. Hirpaa, Peter Salamonb, Hylke E. Beckc, Valerio Lorinib, Lorenzo Alfierib, Ervin Zsoterd, Simon J. Dadson. Calibration of the Global Flood Awareness System (GloFAS) using daily streamflow data. Journal of Hydrology 566 (2018) 595–606. **7.** Bahrami S., Wigand E.P. Sensitivity analysis on daily streamflow forecasting. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 5, Issue 11, Nov. 2018. **8.** Rukovodstvo po gidrologicheskim prognozam. Vyp. 1. Dolgosrochnye prognozy jelementov vodnogo rezhima rek i vodohranilishh. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. 358 s. **9.** Shevnina E.V. Metody dolgosrochnogo prognozirovanija srokov nachala i dostizhenija maksimuma vesennego polovod'ja na ust'evyh uchastkah Obi i Eniseja. Meteorologija i gidrologija. 2009. № 1. S. 75-84. URL: <http://naukarus.com/metody-dolgosrochnogo-prognozirovaniya-srokov-nachala-i-dostizheniya-maksimuma-vesennego-polovodya-na-ustievyh-uchastkah> **10.** Ginzburg B.M., Borshh S.V., Efremova N.D., Sil'nickaja M.I., Poljakova K.N. Metody dolgosrochnogo i srednesrochnogo prognoza srokov prohozhdenija maksimal'nogo urovnja vesennego polovod'ja na rekah Evropejskoj territorii Rossii. Meteorologija i gidrologija. 2002. №11. S. 81–92. **11.** Borsch S., Fedorova S. Long-term forecasts of dates of spring flood initial and maximum water levels passage in the Dnepr catchment on the territory of Russia and Belarus for improved flood management planning. NATO Advanced research Workshop Preprints. Transboundary Floods. Treira S. R. L., Oradea, Romania, May 4-8, 2005. P. 149–166. **12.** Ginzburg B.M., Borshh S.V., Efremova N.D., Poljakova K.N., Sil'nickaja M.I. Metody fonovogo dolgosrochnogo i srednesrochnogo prognoza srokov vskrytija rek ETR. Meteorologija i gidrologija. 2001. № 11. S. 67-78. **13.** Vyshnevs'kyj V.I. Zminy klimatu ta richkovoho stoku na terytorii Ukrainy ta Bilorusi. Nauk. pratsi UkrNDHMI. 2001. Vyp. 249. S. 89–105. **14.** Loboda N. S., Korobchinskaja A.A., Rudnik A.A. Izmenenie klimata i ego vlijanie na reki Ukrainy. Ukrainskij gidrometeorologicheskij zhurnal. 2010. T. 6. S. 199–204. **15.** Hrebin' V. V. Suchasnyj vodnyj rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohičnyj analiz): monohrafiia. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 316 s. **16.** Leonov E.A. Kosmos i sverhdolgosrochnyj gidrologicheskij prognoz: monografija. Sankt-Peterburg: Aletejja-Nauka, 2010. 352 s. **17.** Loginov V.F. Radiacionnye faktory i dokazatel'naja baza sovremennyh ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 4 (55)

izmenenij klimata: monografija. Minsk: Belarus. navuka, 2012. 266 s. **18. Abdusamatov H.I.** Ob umen'shenii potoka solnechnogo izluchenija i ponizhenii global'noj temperatury Zemli do sostojanija glubokogo pohlodanija v seredine XXI veka. Izvestija Krymskoj astrofizicheskoj observatorii. 2007. T. 103. №4. S. 292-298. URL: <http://jn.craocrimea.ru/index.php/izvcrao/article/view/575/517> **19. Abdusamatov H.I.** Solnce opredeljaet klimat. Nauka i zhizn'. 2009. № 1. S. 34-42. URL: http://www.gaoran.ru/russian/cosm/astr/abduss_nkj_2009.pdf **20. Borovikov V.P.** Nejrionnye seti. Statistika Neural Networks. Metodologija i tehnologii sovremennogo analiza dannyh / pod red. V.P. Borovikova; 2-e izd. pererab. i dop. Moskva: Gorjachaja linija – Telekom, 2008. 392 s. **21. Dandy G.C., Maier H.R.** Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modelling issues and applications. Environmental Modelling & Software. 2000. № 15 101–124. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.332.876&rep=rep1&type=pdf> **22. Krasnogorskaja N.N., Nafikova Je.V., Ferapontov Ju.I.** Ocenka i prognozirovanie jekstremal'nyh gidrologicheskikh situacij. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5288> **23. Hil'chevskij V.K., Gopchenko E.D., Loboda N.S., Obodovskij A.G., Greben' V.V., Shakirzanova Zh.R., Jushhenko Ju.S., Sherstjuk N.P., Ovcharuk V.A.** Hidrologija v universitetah Ukrainy – istorija, sostojanie i perspektivy. Hidrologija, gidrohimija i hidroekologija. 2017. №4(47). S. 61-67. **24. Shakirzanova Zh.R.** Dovhostrokovoe prohnouzuvannia kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnianogo vodopillia rivnynykh richok ta estuariiv terytorii Ukrainy: monohrafiia. Odesa: FOP Bondarenko M.O., 2015. 252 s. **25. Hopchenko Ye.D., Ovcharuk V.A., Shakirzanova Zh.R.** Rozrakhunky ta dovhostrokovyi prohnozy kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnianogo vodopillia v basejni r. Pryp'iat': monohrafiia. Odesa: Ekolohiia, 2011. 336 s. **26. Hopchenko Ye.D., Shakirzanova Zh.R.** Obgruntuvannia metodyky prohnouzuvannia strokiv vesnianogo vodopillia v basejni Pryp'iaty. Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj zhurnal. 2007. № 2. S. 156-163. **27. Hopchenko Ye.D., Shakirzanova Zh.R.** Metod prostorovoho dovhostrokovoho prohnouzuvannia maksimal'nogo stoku vesnianogo vodopillia ta strokiv joho prokhodzhennia. Meteorolohiia, klimatolohiia ta hidrolohiia. 2008. Vyp. 50, ch. II. S. 158-168. **28. Shakirzanova Zh.R.** Metod prostorovykh prohnouziv strokiv pochatku ta prokhodzhennia maksimumiv vesnianykh vodopil' na rivnynykh richkakh Ukrainy. Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj zhurnal. 2011. №8. S. 204-213. **29. Chornomorets' Yu.O., Luk'ianets' O.I.** Deiaki pidkhody schodo zavchasnoho peredbachennia perebihu vesnianogo vodopillia na r. Pryp'iat' bilia m. Mozyr. Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj zhurnal. 2013. №13. S. 138-146. **30. Blöschl, et al.** Changing climate shifts timing of European floods. Science. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590, DOI: 10.1126/science.aan2506. 2017. URL: <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588.full> **31. Best J.** Anthropogenic stresses on the world's big rivers, Nature Geoscience, 2019. 12. 7–21. DOI:10.1038/S41561-018-0262-X. **32. Bormann H.** Runoff regime changes in German rivers due to climate change. Erdkunde. 64 (3), 2010. P. 257-279. **33. Isslodovanie sovremennykh osobennostej formirovanija vesnennogo polovod'ja na rekah evropejskoj territorii Rossii i Zapadnoj Sibiri v uslovijah nestacionarnogo klimata i antropogennogo vozdeystvija: itogovyj otchet po proektu RFFI 13-05-00113-a. Prilozhenie 1 / MGU imeni M.V. Lomonosova, kafedra gidrologii sushy; nauch. ruk. Frolova N.L. Moskva, 2015. 135 s. URL: <https://istina.msu.ru/reports/14892927/> **34. Chornomorets' Yu.O., Frindt K.T.** Bahatorichna dynamika terminiv prokhodzhennia vesnianogo vodopillia na richkakh basejnu Desny. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2010. T. 2(19). S. 94-105. **35. Chornomorets' Yu.O., Luk'ianets' O.I.** Otsinka chasovoho rozpodilu stoku vody r.Desna za period vesnianogo vodopillia. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2010. T. 4(21). S. 56-67. **36. Horbachova L.O., Koshkina O.V.** Chasovi zakonomirnosti dat nastannia osnovnykh kharakterystyk vesnianogo vodopillia v basejni richky Desna. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2013. T. 2. S. 30-37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glyhge_2013_2_5 **37. Vasylenko Ye.V., Hrebin' V.V.** Zmina terminiv prokhodzhennia vesnianogo vodopillia na richkakh basejnu Pryp'iaty (v mezhakh Ukrainy) v suchasnyj period. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2010. T. 18. S. 119-125. **38. Hopchenko Ye.D., Ovcharuk V.A., Shakirzanova Zh.R.** Doslidzhennia vplyvu suchasnykh zmin klimatu na kharakterystyky maksimal'nogo stoku vesnianogo vodopillia v basejni richky Pryp'iat'. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia. 2010. T. 3(20). S. 50-59. **39. Shakirzanova Zh.R.** Analiz ta prostorove uzahal'nenia strokiv prokhodzhennia vesnianykh vodopil' na rivnynykh richkakh Ukrainy. Visnyk Odes'koho derzhavnogo ekolohichnoho universytetu. 2008. V. 6. S. 157-164. **40.****

Vyshnevs'kyj V.I., Shevchuk S.A. Zminy klimatu ta ikh vplyv na vodnist' richok ta umovy sil's'kohospodars'koho vyrobnytstva. Melioratsiia i vodne gospodarstvo. 2015. V. 102. S. 101-108. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mivg_2015_102_22 **41.** Shakirzanova Zh.R., Bojko V.M., Hoptsij M.V., Todorova O.I., Dokus A.O., Serbova Z.F., Shvets' N.M. Metod prohnostychnoi otsinky kharakterystyk maksimal'nogo stoku richok basejnu Dnipra u vesnianyj period roku. Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj zhurnal. 2018. № 22. S. 80-99. **42.** Shakirzanova Zh.R. Prohnozuvannia maksimal'nykh vytrat vody vesnianoho vodopillia v basejni Dnipra z vykorystanniam avtomatyzovanykh prohramnykh kompleksiv. Hidrolohii, hidrokhemii i hidroekolohii. 2011. T.4(25). S. 48–55. **43.** Nastanova z operatyvnoi hidrolohii. Prohnozy rezhymu vod sushi. Hidrolohichne zabezpechennia i obsluhovuvannia / Kerivnyj dokument. Kyiv: Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj tsentr, 2012. 120 s. **44.** Otsiniuvannia iakosti metodyky ta tochnosti (spravdzhuvanosti) prohnoziv rezhymu poverkhnevyykh vod sushi / Kerivnyj dokument. Kyiv: Ukrains'kyj hidrometeorolohichnyj tsentr, 2015. 70 s. **45.** Posobie po opredeleniju raschjotnyh gidrologicheskikh harakteristik. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984. 450 s.

Методика просторового прогнозування строків початку та проходження максимальних витрат води весняних водопіль

Докус А.О., Шакирзанова Ж.Р., Швець Н.М.

Запропонована регіональна методика просторових прогнозів строків початку та проходження максимальних витрат води весняних водопіль (на прикладі басейну р.Дніпро в межах України), що дає можливість встановлення строків водопіль в кожному році, незалежно від ступеня гідрометеорологічної вивченості водозборів. Оцінка методики прогнозу дозволяє рекомендувати її в якості консультацій, а завчасність прогнозів змінюється в залежності від географічного положення водозборів і поточних погодних умов конкретної весни.

Прогностичні ймовірності строків весняних водопіль дозволяють характеризувати частоту їх виникнення у багаторічному періоді. На прикладі весняного водопілля 2017-2018 р. на річках басейну Дніпра встановлено, що в умовах змін клімату строки водопіль можуть зміщуватися як до більш ранніх, так і більш пізніх.

Ключові слова: строки водопілля, прогнозні залежності, ймовірні оцінки, картографічна форма.

Методика пространственного прогнозирования сроков начала и прохождения максимальных расходов воды весенних половодий

Докус А.А., Шакирзанова Ж.Р., Швець Н.М.

Предложена региональная методика пространственных прогнозов сроков начала и прохождения максимальных расходов воды весенних половодий (на примере бассейна р.Днепр в пределах Украины), которая дает возможность установления сроков половодий в каждом году, независимо от степени гидрометеорологической изученности водосборов. Оценка методики прогноза позволяет рекомендовать ее в качестве консультаций, а заблаговременность прогнозов меняется в зависимости от географического положения водосборов и текущих погодных условий конкретной весны.

Прогностические вероятности сроков весенних половодий позволяют характеризовать частоту их возникновения в многолетнем периоде. На примере весеннего половодья 2017-2018гг. на реках бассейна Днепра установлено, что в условиях изменений климата сроки половодий могут смещаться как к более ранним, так и более поздним.

Ключевые слова: сроки половодья, прогнозные зависимости, вероятные оценки, картографическая форма.

Method of spatial prediction the dates of starting and passing the maximum water discharge of spring floods

Dokus A.A., Shakirzanova Zh.R., Shvets N.N.

Introduction. The problem of long-term and prognostic assessment of the terms of spring floods on rivers is relevant in hydrological investigations. Due to climate warming, the flood tides shifted to early dates or the beginning of the calendar year.

The purpose is to analyze the long-term passage of spring floods and to carry out their spatial mapping forecasting on the Dnieper (within Ukraine).

Methods. Investigation of the dynamics of long-term changes in the timing of spring floods and the use of the forecast method based on the meteorological forecast of ten-day air temperature in the winter-spring season in the Dnieper basin.

Results. *The method of forecasting the dates of starting and passing the maximum water discharge (levels) is based on the regional equations of the forecast scheme and allows to make a preliminary estimation of flood terms each year, regardless of the availability of meteorological observations. Assessment of the forecasting methodology allows to recommend it as a consultation, and the earliness of forecast varies depending on the geographical location of the catchments and the current weather conditions of a particular spring.*

Conclusion. *The methodology was implemented on the example of spring floods 2017-2018. The overall forecasts were satisfactory, but the quality of the forecasts was affected by the non-simultaneous terms of the spring flood formation in the Dnieper basin. The prognostic probabilities of the dates of spring flood allow characterizing the frequency of their occurrence over many years. On the example of the 2017-2018 spring flood, the rivers of the Dnieper basin found that, in a changing climate, floods can be shifted to earlier and later ones.*

Keywords: *flood terms, forecast dependencies, probable estimates, cartographic form.*

Надійшла до редколегії 12.09.2019