

ДОВГОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ ШАРІВ СТОКУ ТА МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ У 2010 РОЦІ

Розглядаються особливості формування та результати довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля у 2010 р. на річках півдня України.

Ключові слова: довгостроковий прогноз, весняне водопілля, комплекс факторів, частота повторюваності

Вступ.

Зимово-весняний період 2009-2010 рр. характеризувався, на відміну від попередніх років, холодними погодними умовами і значними снігозапасами на водозборах рівнинних річок України. Значна кількість снігу, що накопичувався впродовж тривалого зимового сезону, є особливо рідкісним явищем для південних регіонів країни. Природно, що за досить великих снігозапасів, можна було б очікувати й значного підйому рівнів води у річках, їх небезпечного розливу і, як наслідок, затоплення житлових і господарських територій.

Вихідні матеріали.

Вихідні оперативні матеріали гідрометеорологічних спостережень Державної гідрометеорологічної служби України у 2010 р. були отримані через автоматизоване робоче місце гідролога (АРМ гідро).

Умови формування весняного водопілля поточного року в басейнах річок півдня країни – Південному Бузі, Інгулі, Інгульці, Орелі, Самари та річок Причорноморської низовини, на фоні останніх теплих років мали такі особливості. Перший сніг випав у другій декаді грудня, у 1.5-3 рази перевищуючи норму і розтанувши, призвів до підняття рівнів води в річках. При цьому на початок зими вологість ґрунтів була в межах середніх багаторічних величин, а вже на кінець січня продуктивні її значення суттєво зросли – на 50-140 мм. Подальше снігонакопичення відбувалося в період січня-лютого в умовах сталого зимового режиму. У середині лютого запаси води в сніговому покриві майже в 2-3 рази перевищували середньобагаторічні показники. Промерзання достатньо зволжених ґрунтів за таких умов було на рівні 20-45 см, що є дещо меншим за середні багаторічні значення.

Просторовий аналіз максимальних перед весняним водопіллям снігозапасів у 2010 р., у вигляді відносних до їх норм величин (рис.1) показує, що в басейнах Південного Бугу, Самари та річок Причорномор'я максимальні снігозапаси S_m (на 15-20 лютого) становили величини, близькі та дещо вищі за норму (при модульних коефіцієнтах снігозапасів 1.0-1.5), в басейнах Інгулу та Інгульця вони у 2.5 і 3.5 рази перевищували середньобагаторічні значення. Такі величини запасів води у сніговому покриві мали досить високу їх забезпеченість (1-3%). Для інших басейнів розглядуваної території забезпеченість максимальних снігозапасів цього року змінюється від 20-30 на сході до 40-50 на заході і 50-60% на півдні.

Особливістю накопичення снігу у 2010 р. було й те, що після дати максимальних снігозапасів у лютому, коли вже розпочалося танення і весняний підйом рівнів води в річках, через зниження температури повітря до мінусових значень, пройшла нова хвиля снігонакопичення з повторним максимумом снігозапасів в період 10-20 березня. Щодо басейнів річок Орелі і Самари, то на них спостерігалася лише затримка танення снігу.

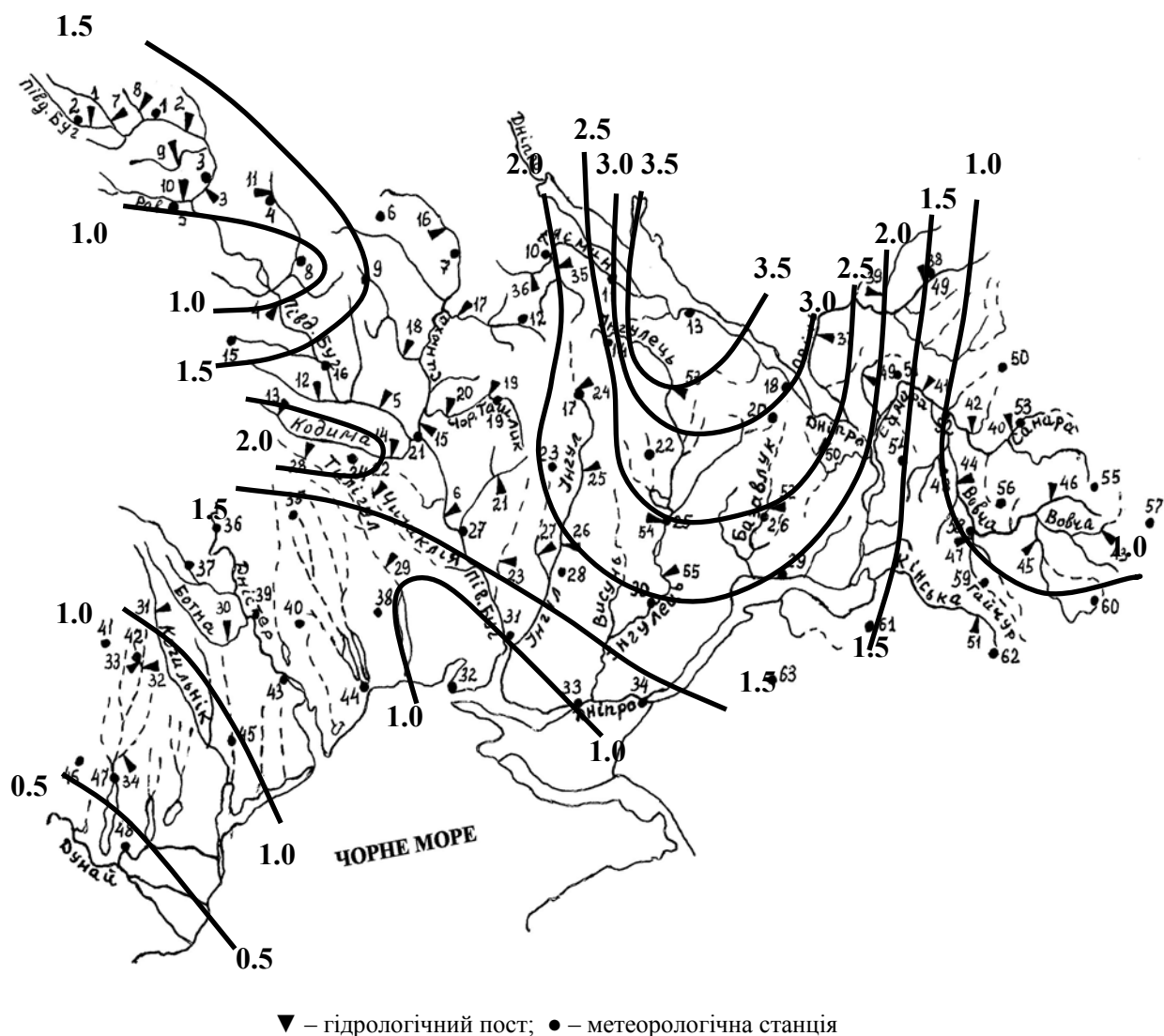


Рис. 1 – Розподіл по території півдня України максимальних запасів води в сніговому покриві на дату 15-20 лютого 2010 р. (у модульних коефіцієнтах).

Результати дослідження та їх аналіз. В роботі складено територіальний довгостроковий прогноз шарів стоку та максимальних витрат (рівнів) води весняного періоду 2010 р. на річках території південної частини України. Прогноз базується на попередньому діагнозі типу розвитку майбутніх весняних процесів, обумовленому взаємодією комплексу стокоформуючих факторів. При цьому використовується метод дискримінантного аналізу, а комплекс факторів включає: запаси води в сніговому покриві перед весняним сніготаненням та опади періоду формування водопілля на річках, промерзання та вологість ґрунтів, температуру повітря. Науково-теоретичні основи методу довгострокового прогнозу викладені в роботах авторів [1,2].

Сумарна кількість води, що бере участь у формуванні весняного водопілля, визначається за схемою:

а) в дату складання прогнозу (наприклад, 10,20 або 28 лютого)

$$(S_m + X'_1 + X'_2)_{ДСП} = [S_{ДСП}(1 - f_l) + k_l S_{ДСП} f_l] + \Delta \bar{S} + X'_1 + X'_2, \quad (1)$$

де $S_{ДСП}$ - середні на водозборі максимальні запаси води в сніговому покриві (за вимірами у полі), які накопичилися на дату складання прогнозу, мм;

$\Delta\bar{S}$ - нормальна добавка до максимальних запасів води в сніговому покриві, яка визначається за регіональними рівняннями для геометричних центрів водозборів в залежності від очікуваної температури повітря в лютому і березні (нижче, вище або біля норми) та дати складання прогнозу, мм;

k_L – коефіцієнт, що враховує збільшення снігозапасів на площі водозборів, зайнятій лісом f_L (у частках площі водозбору), і береться на рівні 1.13;

X_1' – очікувані величини опадів X_1 , що випадають на танучий сніг, мм;

X_2' - очікувані величини опадів X_2 , що випадають на поверхню ґрунтів без снігу, мм (враховуються при прогнозі шарів стоку водопілля);

б) в дату накопичення максимальних запасів води в сніговому покриві

$$S_m + X_1' + X_2' = [S(1 - f_L) + k_L S f_L] + X_1' + X_2', \quad (2)$$

де S - середні на водозборі максимальні запаси води в сніговому покриві (за вимірами у полі) перед весняним водопіллям, мм.

Очікувані величини опадів X_1' і X_2' беруться, орієнтуючись на метеорологічний прогноз опадів у вигляді:

$$X_1' = k_1 X_{1_0}, \quad (3)$$

$$X_2' = k_2 X_{2_0}, \quad (4)$$

де X_{1_0} - середньобаторічні значення опадів X_1 , мм;

X_{2_0} - середньобаторічні значення опадів X_2 , мм.

k_1 і k_2 - коефіцієнти до середньобаторічних величин опадів X_{1_0} і X_{2_0} , що беруться в залежності від прогнозних опадів – вищих, близьких або нижчих за норму.

При складанні оперативного прогнозу гідрологічних характеристик весняного водопілля 2010 р. в басейнах річок півдня України величини опадів були взяті на рівні їх багаторічних норм.

Максимальні запаси води в сніговому покриві, що накопичилися на басейнах до початку весняного сніготанення, та рідкі опади періоду водопілля входять у дискримінантну функцію у вигляді відносних величин – модульних коефіцієнтів $k_X = (S_m + X_1' + X_2') / (S_0 + X_{1_0} + X_{2_0})$.

Як показники можливих втрат тало-дощового стоку на басейнах річок під час формування весняного водопілля виступають вологість і глибина промерзання ґрунтів. За показник передвесняного їх зволоження взята інтегральна характеристика – середній річковий стік за осінньо-зимовий період (в басейнах річок лівобережної частини – Орель і Самара) або величина передповеневої середньої місячної витрати води (в басейнах правобережжя - Південного Бугу, Інгульця, річок Причорномор'я), що входять у дискримінантну функцію у вигляді відношення їх до середньобаторічної величини, наприклад як $k_{Q_{н.в.}} = Q_{н.в.} / (Q_{н.в.})_0$. Середня на водозборі максимальна на дату прогнозу глибина промерзання ґрунтів також виражена у відносних величинах як $k_L = L / L_0$. Для 2010 р. зволоження ґрунтів на басейнах

річок було близьким та вищим за середньобаторічні величини, а глибина їх промерзання по відношенню до норми становила 0.3-0.7.

Не менш важливим фактором формування весняного водопілля 2010 р. стала інтенсивність надходження талої води до річок, що в основному визначалося температурними умовами періоду сніготанення. Так, на початку танення снігу (у третій декаді лютого) на фоні плюсових температур повітря, у першій-другій декадах березня температура повітря знов знизилася до мінусових значень, що призвело до затримки танення і випадіння твердих опадів. В рівняння дискримінантних функцій як фактор водопілля для деяких водозборів включена середньомісячна температура повітря в лютому Θ_{02} °С (вона береться як середня величина по даних метеостанцій в межах водозборів). Слід зазначити, що методика прогнозу дозволяє за обмеженості або відсутності даних гідрометеорологічних спостережень на водозборах або взагалі по території, як для басейнів річок північно-західного Причорномор'я, відновлювати поля цих характеристик по території шляхом побудови карто-схем їх зміни або встановлення регіональних залежностей від географічної широти чи розмірів водозборів [2].

Порядок складання прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля складається з декількох етапів. По-перше, встановлюється тип водності майбутньої весни – визначається знак лінійної дискримінантної функції DF , яка розраховується в дату складання прогнозів за рівнянням

$$DF = a_0 + a_1 k_x + a_2 k_{Q_{n.6}} + a_3 k_L + a_4 \Theta_{02}, \quad (5)$$

де $A = (a_0, a_1, a_2, a_4)$ - вектор коефіцієнтів дискримінантної функції.

Прогноз величин шарів стоку або максимальних витрат води весняного водопілля у вигляді відносних їх значень k_m здійснюється по регіональних залежностях вигляду $k_m = f(k_x)$ – за знаком дискримінантної функції і даними максимальних запасів води у сніговому покриві й дощових опадів під час водопілля, виражених відносно їх норми k_x . Коефіцієнти дискримінантних функцій і поліномів, які описують прогнозні залежності при застосуванні кривих за ознаками DF , узагальнені для річок районів, які характеризуються близькими умовами формування весняного стоку.

Просторове представлення прогнозних значень модульних коефіцієнтів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля 2010 р. було виконано у вигляді карто-схем зміни цих характеристик по території шляхом віднесення значень k_m до геометричних центрів тяжіння опорних водозборів і проведення ізоліній на основі аналізу гідрометеорологічної ситуації на водозборах. Для максимальних витрат води при даті складання прогнозу 20 лютого така карто-схема наведена на рис.2. При найвищих значеннях снігозапасів в басейнах рр.Інгул та Інгулець весняний максимум прогнозувався на рівні 0.5-0.6 від середньобаторічних значень. Децю вищим очікувалося водопілля в східній частині території - в басейнах річок Орель, Самара (при значеннях максимальних модульних коефіцієнтів $k_m = 0.8-1.0$), зменшуючись на захід і південь до значень нижчих за норму ($k_m = 0.2 - 0.4$).

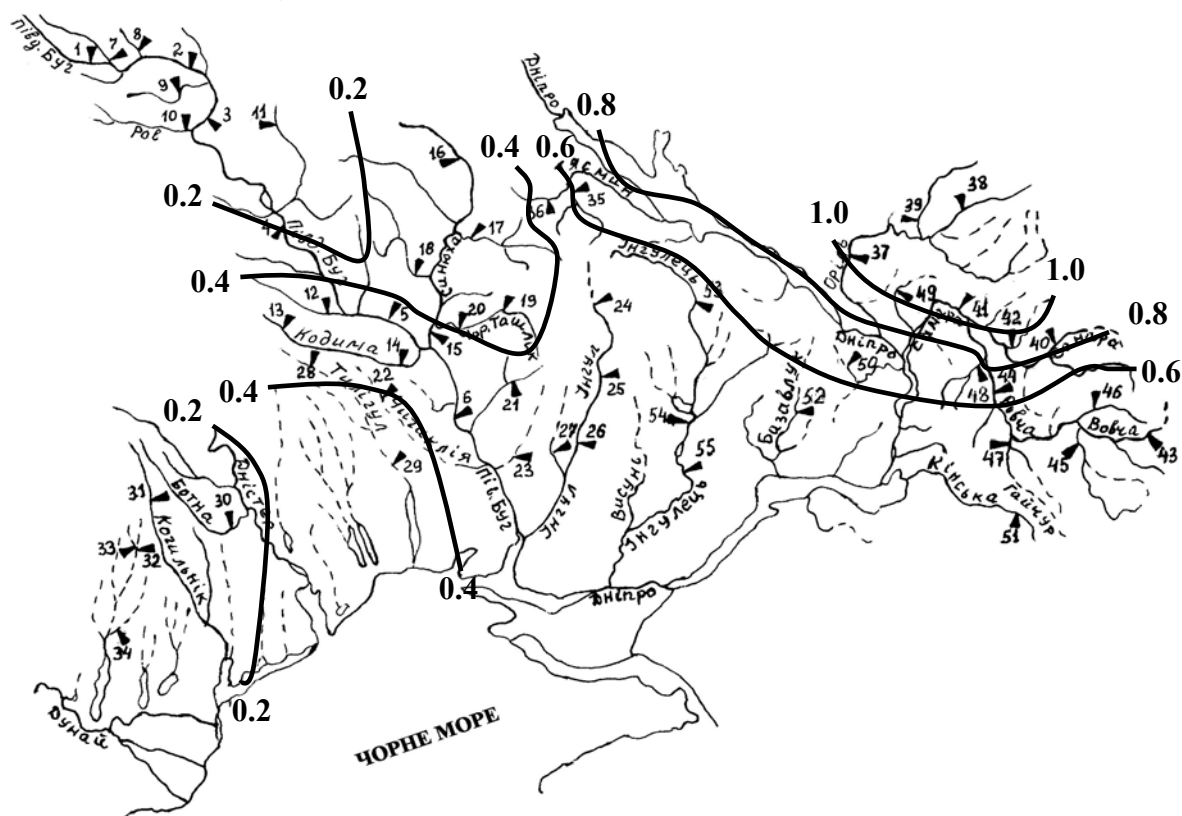


Рис. 2 – Зміна по території півдня України прогнозних значень максимальних модульних коефіцієнтів витрат води весняного водопілля 2010 р. (випуск прогнозу в дату 20 лютого).

Картографічна форма представлення прогнозних величин характеристик весняного водопілля дозволяє отримати модульні коефіцієнти для геометричних центрів будь-яких водозборів в межах розглядуваної території. Перехід від прогнозних значень модульних коефіцієнтів k_m до очікуваних величин шарів стоку або максимальних витрат води весняного водопілля відбувається шляхом їх помноження на середньобаторічні значення відповідних характеристик. За відсутності багаторічних значень на річках методика прогнозу дозволяє їх встановити: для шарів стоку по картах розподілу середньобаторічних величин по території, а для максимальних витрат води – за розрахунковою методикою по моделі одномодального типового гідрографа весняного водопілля, запропонованою Є.Д.Голченком [3]. Перехід від прогнозних значень максимальних витрат води весняного водопілля до відповідних рівнів води здійснюється за кривою витрат води $Q = f(H)$.

При прогнозуванні гідрологічних характеристик на річках одним з найважливіших показників є повторюваність водності водопілля у багаторічному розрізі. Забезпеченість прогнозованих шарів стоку або максимальних витрат води весняного водопілля ($P\%$) встановлюється за таблицею трипараметричного гамма-розподілу С.Н.Крицького та М.Ф.Менкеля [4] за очікуваними модульними коефіцієнтами k_m і значеннями коефіцієнтів варіації C_v відповідних характеристик (при $C_s/C_v=2.5$) у вигляді інтервалу забезпеченостей. Розподіл по території півдня України повторюваності максимумів водопілля 2010 р. (рис.3) показує, що в басейнах рр. Інгул та Інгулець при ймовірності настання максимальних снігозапасів 1-3 % сформувалися максимальні витрати води при $P=50-60\%$. В цілому для території півдня

країни, відповідно до прогнозних значень максимальних модульних коефіцієнтів, повторюваність максимальних витрат води весняного водопілля 2010 р. зменшується зі сходу на захід та південь - від 30-40 і 40-50% (в басейнах річок Орель і Самара) до 60 - 70 і 80-90% (в басейні р.Південний Буг і річок Причорномор'я).

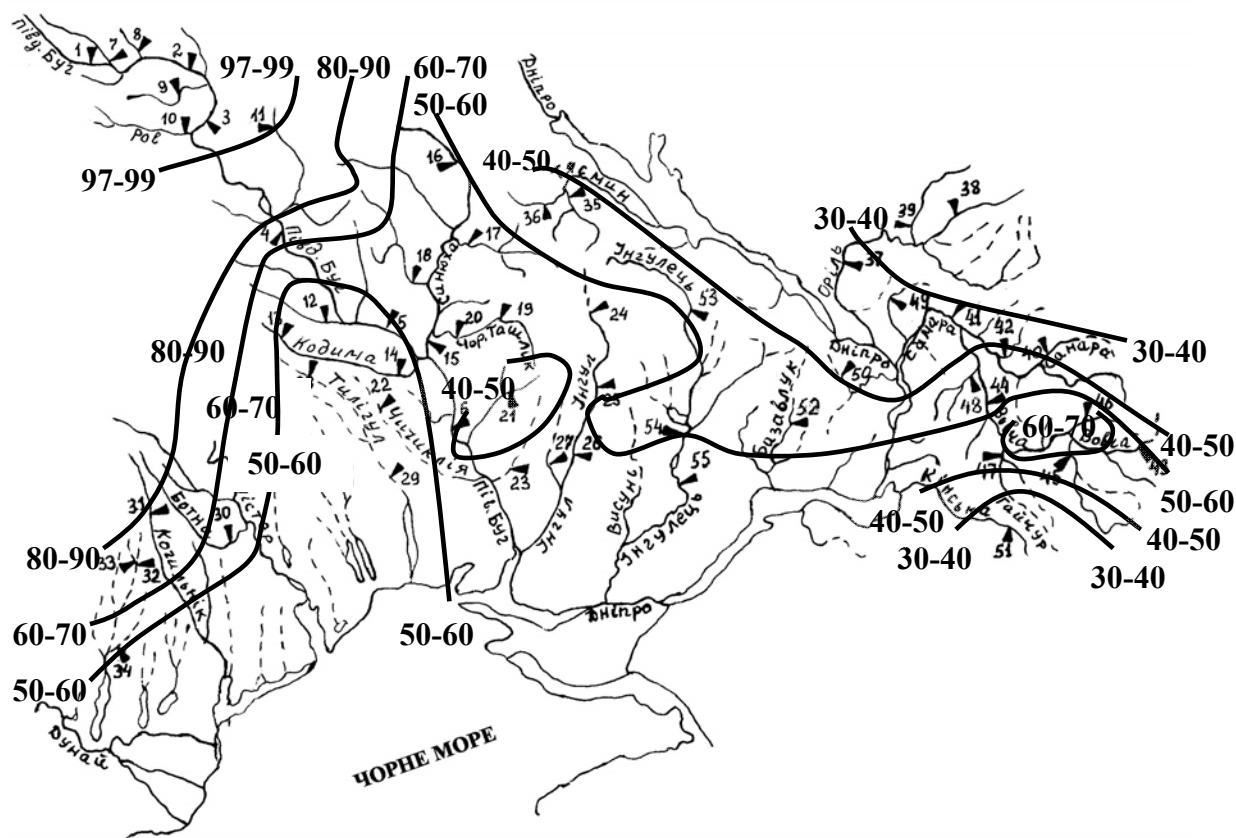


Рис. 3 – Розподіл по території півдня України забезпеченості прогнозних значень максимальних витрат води весняного водопілля 2010 р. (випуск прогнозу в дату 20 лютого), $P\%$.

При прогнозуванні шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля 2010 р. оцінка прогнозів ускладнювалась у зв'язку з несталими умовами формування водопілля цього року. Водопілля пройшло одною, а на деяких річках двома-трьома хвилями при поверненні холоду в період формування максимальних витрат води, припиненні танення снігу й повторному його накопиченні у першій декаді березня, а в верхів'ях Південного Бугу та Синюхи - при снігозапасах близьких та вищих за норму, воно взагалі було слабко вираженим. В цілому прогнози є справджуваними, значення коефіцієнтів кореляції спостережених і спрогнозованих шарів стоку дорівнюють 0.81, а максимальних витрат води – 0.70. Прогноз максимальних витрат води водопілля 2010 року на дату повторного накопичення снігу (20 березня) показав кращі результати.

Висновки. Використання методики територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля при встановленні типу водності весни за комплексом стокоутворюючих факторів показало, що весною 2010 р. при запасах води в сніговому покриві у два-три рази вищих за їх середньобаторічні значення, шари стоку та максимальні витрати води очікувалися нижчими за норму на всієї території півдня України. Спостережені витрати води в річках дали змогу оцінити прогнози шарів стоку, максимальних витрат та рівнів води, що взагалі є справджуваними.

Список літератури

1. 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. II. – С. 158-168.
2. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р. Можливості застосування просторових моделей для прогнозування максимального стоку весняного водопілля при обмеженості гідрологічних спостережень//Причорноморський екологічний бюлетень. 2007. – №2(24)(червень) – С.63-66.
3. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 302 с
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

Долгосрочный прогноз слоев стока и максимальных расходов воды весеннего половодья на реках юга Украины в 2010 году. Шакирзанова Ж.Р.

Рассмотрены особенности формирования и результаты долгосрочных прогнозов характеристик весеннего половодья 2010 г. на реках юга Украины.

Ключевые слова: *долгосрочный прогноз, весеннее половодье, комплекс факторов, частота повторяемости*

The long-term forecast of layers of the sewer and maximum discharge of the spring flood on the rivers of the south of Ukraine in 2010. Shakirzanova J.R.

Features of formation and results of long-term forecasts of characteristics of the spring flood of 2010 on the rivers of the south of Ukraine are considered.

Keywords: *the long-term forecast, a spring flood, a complex of factors, frequency of repeatability*