

УДК 556.166

Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І.

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

СТАТИСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЧАСОВИХ РЯДІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ДНІПРА В УМОВАХ МІНЛИВОСТІ КЛІМАТУ

Ключові слова: максимальний стік; весняне водопілля; статистична обробка; оцінка статистичних параметрів; суббасейни Дніпра.

Вступ. Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні ресурси становлять понад 60 % усіх водних ресурсів країни. Протікаючи з півночі на південь, Дніпро ділить Україну на Правобережну і Лівобережну. Водами Дніпра живляться 80 % площ земель України через зрошувальні і обводнювальні системи (Інгулецька, Краснознаменська, Каховська та ін.). Характер водного режиму річок в більшій ступені визначається особливостями водопілля, його тривалістю та дольовою участі талих вод у річному об'ємі, що у свою чергу обумовлюється типом живлення [7].

Річки району мають змішане живлення, причому у північній частині розглядуваної території роль талого стоку в формуванні річного значно більша, ніж у південній. Відповідно, частка дощових вод у річному стоці у південній частині території, у порівнянні з північною, помітно збільшується.

Співвідношення між сніговим та дощовим живленням змінюється у різні по водності роки. Стік весняного водопілля у багатоводні роки становить 70-80 % річного стоку, в середні по водності роки – 60-70 %, а у маловодні – 50-60 % [7]. Як відомо, найбільш характерною фазою гідрологічного режиму на річках України є весняне водопілля. Форма гідрографа водопілля залежить від характеру весни та низки азональних факторів, серед яких суттєву роль відіграють болота (багатопікове, розтягнуте водопілля) і карст (повільний підйом і спад, пік слабо виражений).

Стік Дніпра формується переважно у верхній його частині (до м. Київ), де кліматичні умови найбільш сприятливі. Дніпро протікає по різних фізико-географічних зонах та ладшафтно-географічних провінціях [3], де на величину весняного стоку впливає значна кількість факторів. Домінуючими факторами є осінньо-зимова зволоженість ґрунту, величина снігозапасів в басейні, характер сніготанення. Крім того, величина максимуму залежить від співпадіння або зміщення у часі піків на основних притоках (рр. Сожі, Прип'яті, Десні та Верхньому Дніпрі).

Аналіз попередніх досліджень. В Україні дослідженням формування максимального стоку та його змін у сучасний період в басейні Дніпра активно займаються вчені УкрГМІ (Василенко Є.В., 2011, 2013, 2015, Струтинська В.М., 2008) та КНУ ім. Тараса Шевченка (Гребень В.В., 2011, Лук'янець О.І., 2014). У зарубіжній практиці дослідженню максимального стоку річок в останні роки приділяється досить велика увага у зв'язку з багатьма випадками катастрофічних наслідків від повеней різного генезису. Так під егідою Міжнародної Асоціації

гідрологічних наук було проведено десятиріччя досліджень присвячених розрахункам та прогнозам для невивчених у гідрологічному відношенні річок (IAHS Decade on Predictions in Ungauged Basins (PUB), 2003–2012: Shaping an exciting future for the hydrological sciences, 2012). За підсумками десятиріччя зроблено висновок про необхідність подальшого розвитку регіональних субмоделей формування стоку, які можуть вирішити проблеми з невизначеністю, яка пов'язана з неохваченими стаціонарними спостереженнями територіями.

Однією з найбільш важливих проблем наукових досліджень останніх років є оцінка впливу змін клімату на різні аспекти життєдіяльності людини й на водні ресурси, зокрема. Дослідити часові тенденції, які виникають на досить великих масштабах, наприклад на території Європи, можливо із залученням великої кількості вихідної інформації. У 2015-2016 роках проф. G. Bloeschl та доктор J. Hall ініціювали масштабне дослідження, в якому прийняли участь 35 вчених з більшості Європейських країн, в тому числі з України - представник УкрГМІ Л.О. Горбачова й один з авторів даного дослідження - В.А. Овчарук [9]. Задача дослідження полягала в зборі та аналізі даних по максимальному стоку річок Європи за період з 1960 по 2010 роки, до розгляду були прийняті дані практично з 5000 гідрологічних станцій, в тому числі по 261 станції в Україні. В результаті аналізу хронологічних рядів річних максимумів та дат їх спостереження на наявність трендів виявлені 4 регіони з однаковою направленістю трендів та особливостями формування максимальних витрат води. Зокрема, рівнинна частина України віднесена до району 1 (Північно-Східна Європа) для якого характерним є тенденція до більш ранніх дат сніготанення та проходження водопілля, найбільше ця тенденція виражена на лівобережжі Дніпра та в басейні Сіверського Донця, а на решті території, навпаки спостерігається тенденція до збільшення випадків зимових паводків замість весняних водопіль.

Метою даного дослідження є статистичний аналіз часових рядів максимального стоку весняного водопілля опираючись на сучасну вихідну інформацію та дослідження можливих коливань статистичних параметрів в умовах зміни клімату.

Вихідні дані. В роботі створена база вихідних гідрометеорологічних даних по максимального стоку весняного водопілля за матеріалами спостережень мережі гідрологічних постів Державної гідрометеорологічної служби ДСНС України від початку спостережень на гідрологічних постах (як закритих, так і діючих) по 2015 рік, включно.

База вихідних даних містить часові ряди спостережень за максимальними витратами води Q_m ($\text{м}^3/\text{с}$), шарами стоку Y_m (мм) і тривалістю T_n (год.) весняного водопілля по 132 гідрологічних постах Державної служби України з надзвичайних ситуацій, а також по 39 постах у верхів'ях Десни і Сейму, які розташовані на невеликій частині території Російської Федерації.

Важливим показником гідрологічної вивченості території є тривалість спостережень за стоком на річках. Обрана мережа гідрологічних постів, які розташовані по всій території басейну та мають достатній період спостережень (>15 років), а саме від 16 років (р. Грезля - уроч. Брід) до 132 років (р. Десна - м. Чернігів). Причому ряди спостережень тривалістю від 41 до 80 років мають більшість постів (55,6 %), більше 80 років – 12 постів (10 %), а на 58 постах (33,9 %) гідрологічні ряди достатньо тривалі і становлять 21-40 років. Ряди тривалістю менше 20 років є лише на 6 постах, що становить 3,5 % від загальної кількості. Середній період спостережень становить 50 років.

Площа водозборів на річках досліджуваної території змінюється від 6,20 км² (лог Райчик - с. Польова Лукашівка) до 459000 км² (р. Дніпро - с. Лоцманська

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolojiia. 2018. № 4 (51)**

Кам'янка). Згідно типології річок ВРД ЄС [1] на малі річки (площа водозбору 10-100 км²) припадає 4,1 % досліджуваних басейнів (2 з 7 басейни мають площу водозбору менше 10 км²), середніх (від 100 км² до 1000 км²) – 36,3 % (62 басейни), великих (від 1000 км² до 10000 км²) – 46,8 % (80 басейнів), а дуже великих (понад 10000 км²) – 12,9 % (22 водозбори). Недостатньо вивченими є малі водозбори з площею до 100 км² – їх частка, як вже відмічалось, становить лише 4,1 %.

Методика дослідження. Відповідно СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик» [6] статистичні параметри часових рядів стокових характеристик визначались методами моментів і найбільшої правдоподібності за допомогою «StokStat 1.2 - Статистика для гидрологии» (http://www.geodigital.ru/soft_hydr). Оцінка однорідності рядів гідрологічних характеристик та їх репрезентативності виконана з використанням відповідних критеріїв (Фішера, Стюдента й Вілкоксона) та гідролого-генетичного методу (побудова різницево-інтегральних кривих).

Результати дослідження. З метою оцінки однорідності максимального стоку річок в басейні р. Дніпро були використані найбільш тривалі ряди спостережень за максимальними витратами води і шарах стоку (від 50 років до 132 років) по 80 гідрологічних постах.

Відповідно до науково-методичних рекомендацій [2], а також враховуючи рекомендації нормативних документів, які діють як на території України [6], так і за кордоном [5, 8, 10], оцінка однорідності виконувалась з використанням двохпараметричних критеріїв - Фішера і Стюдента, та непараметричного - Вілкоксона. Аналізуючи отримані результати, можна відмітити, що вони, перш за все, не однакові за витратами і шарами стоку весняного водопілля в басейні Дніпра. Так, з 80 рядів по максимальних витратах води на 5 % рівні значущості виявилися однорідними лише 5 (або 6,25 %), а на 1 % - 10 рядів (або 12,5 %). Що стосується шарів стоку весняного водопілля, то тут спостерігається дещо інша ситуація - на 5 % рівні значущості є однорідними 32 ряди (або 40 %), а на 1 % - 48 рядів (або 60 %).

Щоб прийняти рішення про подальшу можливість використання статистичних методів необхідно проаналізувати хронологічний хід максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля та їх циклічність. За вибраними даними побудовані різницево-інтегральні криві у відносних величинах - модульних коефіцієнтах хронологічних рядів максимальних витрат води весняного водопілля.

Як відомо, в басейні Дніпра згідно з основними положеннями Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС [1] та враховуючи певну різницю у режимах річок досліджуваної території, виділені 4 суббасейни [4]: Прип'яті, Десни, Середнього і Нижнього Дніпра. Отже аналіз циклічності проводився в межах виділених суббасейнів (рис.1).

Як видно з рис. 1 (А) на річках суббасейну Прип'ять починаючи з 1979-1982 рр. спостерігається маловодна тривала фаза водності, яка характеризується зменшенням величин максимального стоку весняного водопілля. Що стосується посту р.Горинь – с. Деражне, то такий хід кривої пояснюється будівництвом та введенням в експлуатацію Хмельницької АЕС у 1980-х роках. На річках суббасейну Десни (рис. 1, В) на деяких постах маловодна фаза спостерігається з 1989 року, проте для постів з тривалішими рядами спостереженнями – настання маловодного періоду відмічається з 1971 року. Для більшості річок суббасейну Середнього Дніпра (рис. 1, С) маловодна фаза спостерігається з початку 1980-х років, а на річках суббасейну Нижнього Дніпра – кінця 1980-х років. Винятком є р. Трубіж – смт Барішівка (Середній Дніпро) та р. Самара – с. Кочережки (Нижній Дніпро) через значну зарегульваність водозборів.

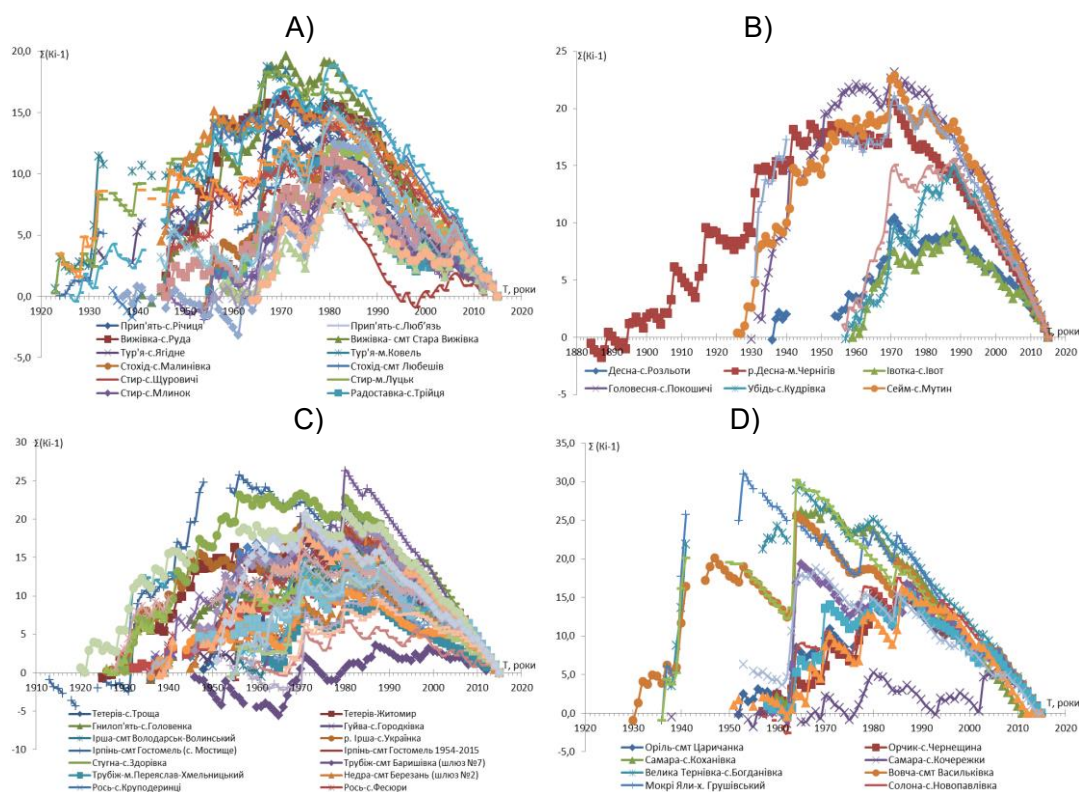


Рис. 1. Різницеви інтегральні криві в басейні р. Дніпро: А) – суббасейн Прип'яті, В) – суббасейн Десни; С) – суббасейн Середнього Дніпра; D) – суббасейн Нижнього Дніпра

Проаналізувавши хронологічний хід стокових величин весняного водопілля на території басейну Дніпра, в цілому можна відмітити, що, незважаючи на значну кількість неоднорідних рядів, практично всі вони мають повні цикли коливань водності. Ця обставина дозволяє застосовувати надалі статистичні методи для визначення розрахункових параметрів максимального стоку весняної повені.

З іншого боку слід відмітити, що починаючи з 1970-1989 років майже усі річки досліджуваної території перебувають у тривалій маловодній фазі. Тому представляє інтерес проаналізувати як змінилися основні статистичні параметри гідрометеорологічних характеристик в умовах нестійкого клімату.

Результатом стандартної статистичної обробки є середнє арифметичне значення $\bar{Y}(\bar{Q})$, коефіцієнти варіації C_v і асиметрії C_s та співвідношення C_s/C_v , які є основними характеристиками аналітичних кривих розподілу досліджуваних величин.

В табл. 1 наводяться дані про основні статистичні характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра по фізико-географічних зонах та суббасейнах.

Аналізуючи отримані результати, можна відмітити, що як для шарів стоку, так й максимальних витрат води, в цілому спостерігається зменшення коефіцієнтів варіації у напрямку з півдня на північ у басейні р. Дніпро (рис. 2-4). Так середні значення коефіцієнтів варіації у степовій зоні коливаються на рівні 1,54-1,65 (для витрат води) та 1,05-1,10 (для шарів стоку), а у зоні мішаних і широколистяних лісів вже становлять 0,79-0,81 (для витрат води) та 0,59-0,61 (для шарів стоку). Аналогічний розподіл спостерігається й по суббасейнах – для розташованих на півночі території суббасейнів Прип'яті та Десни мінливість стоку водопілля

характеризується коефіцієнтами варіації на рівні 0,85-0,75 (для витрат води) та 0,65-0,55 (для шарів стоку), по мірі просування на південь їх величини збільшуються і для Нижнього Дніпра вже дорівнюють 1,42-1,50 (для витрат води) та 0,97-1,01 (для шарів стоку).

Таблиця 1. Розподіл статистичних параметрів стокових часових рядів весняного водопілля в басейні Дніпра

Фізико-географічні зони; суббасейни	Метод моментів			Метод найбільшої правдоподібності		
	C_v	C_s	C_s / C_v	C_v	C_s	C_s / C_v
<i>Максимальні витрати води</i>						
Зона мішаних і широколистяних лісів	0,79	1,49	1,91	0,81	1,87	2,31
Лісостепова зона	0,87	1,66	1,88	0,90	2,09	2,26
Степова зона	1,54	2,62	1,64	1,63	4,07	2,26
Суббасейн Прип'яті	0,85	1,68	1,93	0,88	2,11	2,35
Суббасейн Десни	0,73	1,45	2,00	0,75	1,86	2,44
Суббасейн Середнього Дніпра	0,92	1,66	1,79	0,95	2,09	2,70
Суббасейн Нижнього Дніпра	1,42	2,43	1,67	1,50	3,66	2,22
Середнє по басейну	0,93	1,73	1,86	0,97	2,29	2,27
<i>Шари стоку</i>						
Зона мішаних і широколистяних лісів	0,59	1,21	1,98	0,61	1,51	2,34
Лісостепова зона	0,61	1,10	1,77	0,62	1,32	2,06
Степова зона	1,05	2,08	1,95	1,10	2,93	2,58
Суббасейн Прип'яті	0,65	1,35	2,01	0,67	1,67	2,36
Суббасейн Десни	0,53	1,11	2,08	0,55	1,41	2,49
Суббасейн Середнього Дніпра	0,63	1,06	1,62	0,64	1,25	1,86
Суббасейн Нижнього Дніпра	0,97	1,85	1,82	1,01	2,57	2,37
Середнє по басейну	0,66	1,27	1,86	0,68	1,60	2,22

Перевірка величини співвідношення коефіцієнтів асиметрії до коефіцієнтів варіації на нормальність за критерієм Гауса ($\delta / \rho \approx \sqrt{\pi/2}$), показала можливість осереднити їх в межах суббасейнів.

Таким чином, для максимальних витрат води співвідношення C_s / C_v прийнято на рівні 2,5 (суббасейни Прип'яті та Десни) та 2,0 (для суббасейни Середнього і Нижнього Дніпра), а для шарів стоку: 2,5 – суббасейни Прип'яті, Десни та Середнього Дніпра; 2,0 - суббасейн Нижнього Дніпра.

Порівнюючи статистичні параметри гідрологічних характеристик (рис. 5-6), які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.), можна відмітити, що коефіцієнти варіації максимальних витрат води $C_v(Q_m)$ на 8 % та шарів стоку $C_v(Y_m)$ - на 3 %, відповідно, більші за оцінки по матеріалах спостережень до 2000 року.

В свою чергу середні значення Q_m і Y_m – зменшилися на 7,5 % та 5,5 %, відповідно. Проте тривалість весняного водопілля залишилася майже незмінною, діапазон коливання від 28 діб (лог Мересьє - х. Олексіївський, F = 9,50 км²) до 131 доби (р. Дніпро – смт Лоцманська Кам'янка, F = 459000 км²).

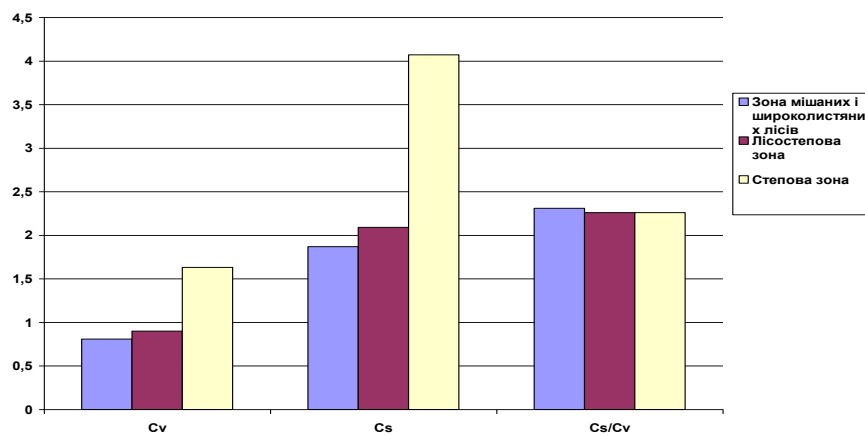


Рис. 2 Розподіл статистичних характеристик часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра по фізико-географічним зонам

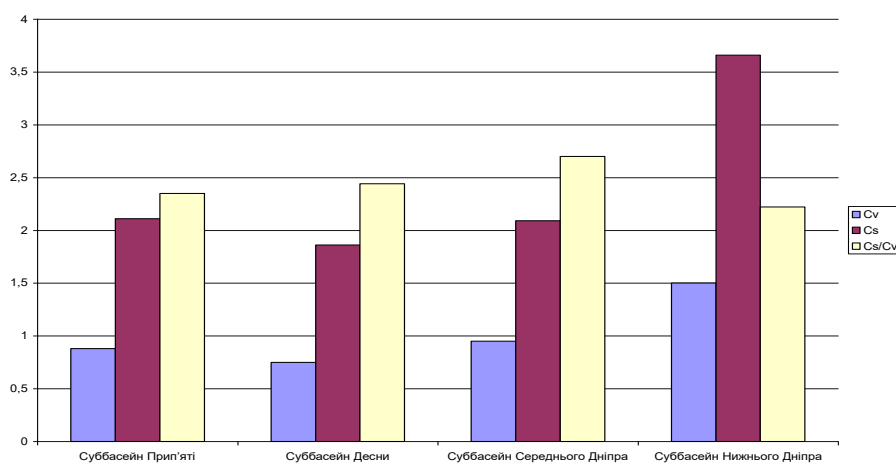


Рис. 3 Розподіл статистичних характеристик часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра по суббасейнах

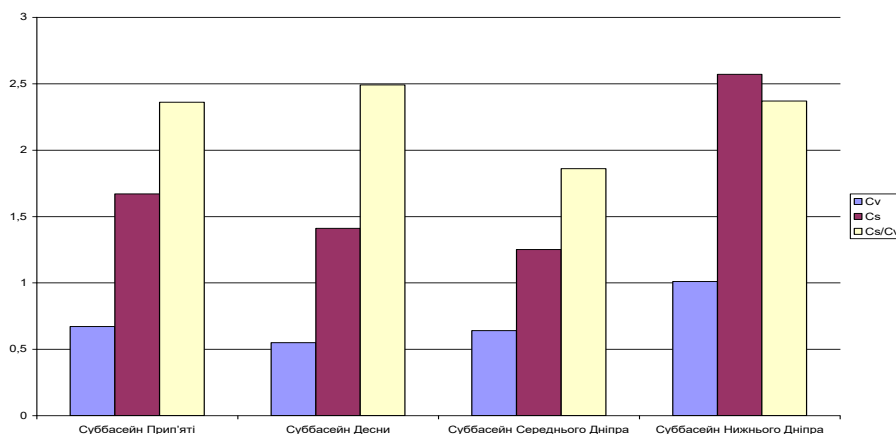


Рис. 4 Розподіл статистичних характеристик часових рядів шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра по суббасейнах

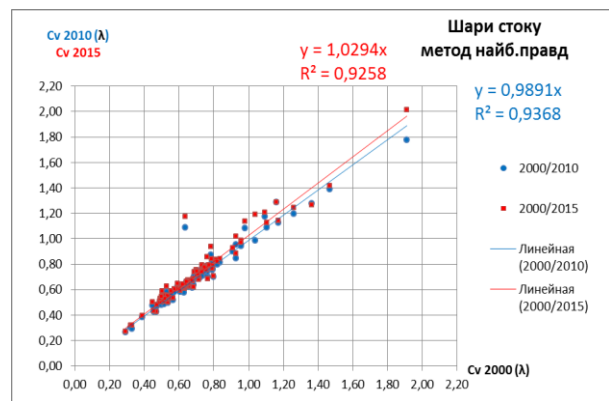
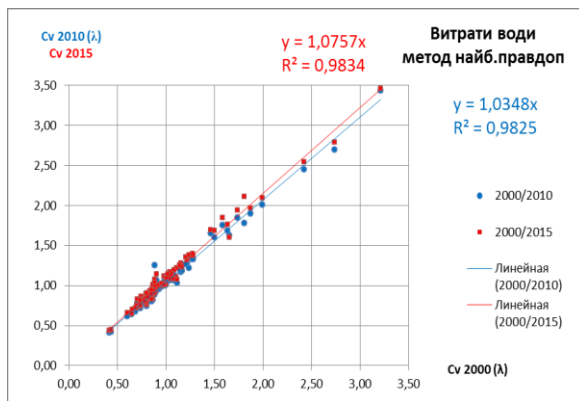


Рис. 5. Порівняння коефіцієнтів варіації часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра розрахованих за методом найбільшої правдоподібності, які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.) відносно 2000 р.

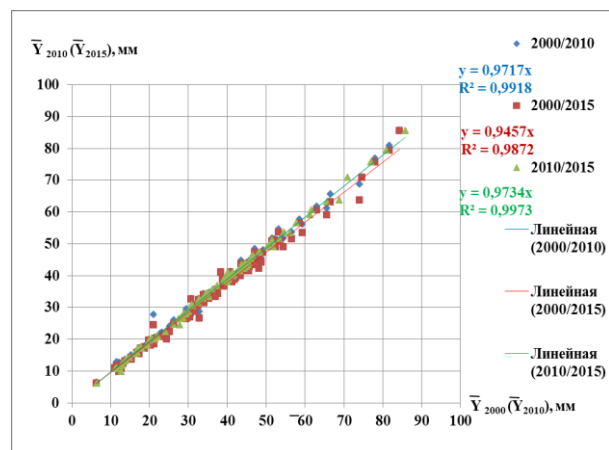
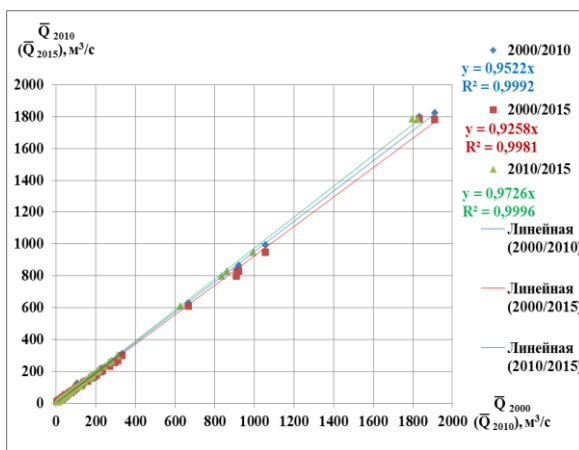


Рис. 6. Порівняння середніх багаторічних значень максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля в басейні Дніпра, які визначені за різний розрахунковий період (до 2010 р. та до 2015 р.) відносно 2000 р.

Висновки.

- Аналіз однорідності часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра за матеріалами спостережень за від їх початку до 2015 р. включно, показав, що панівна більшість рядів максимальних витрат води є неоднорідними та мають стійки тенденції до зменшення; для шарів стоку ситуація дещо інша – відсоток неоднорідних та однорідних рядів практично однаковий.

- Результати оцінки однорідності стокових рядів весняного водопілля підтверджують наявність впливу на них змін клімату, але цей вплив не однозначний та потребує подальшого дослідження.

- Застосування гідролого-генетичного методу шляхом побудування різницевих інтегральних кривих, показало, що на даний час можливе використання стандартних статистичних методів оцінки часових рядів весняного водопілля, враховуючи наявність повних циклів коливань водності.

- Порівняльний статичний аналіз показав, що мінливість весняного водопілля природно збільшується по мірі зменшення зволоженості території у напрямку з півночі на південь.

• Розподіл співвідношення C_s/C_v є практично випадковим, що дозволяє осереднювати його в межах суббасейнів та природних зон.

• Порівняння статистичних характеристик, які отримані за різні періоди спостережень, показало, що на даний час їх коливання знаходиться на рівні точності вихідної інформації за максимальним стоком. Отже, наприклад при визначенні характеристик рідкісної ймовірності перевищення, зменшення максимальних витрат води на 7,5 % та відповідно збільшення коефіцієнтів варіації на 8 % практично не змінить кінцевого результату.

• Наявність тенденцій до змін у характеристиках весняного водопілля вимагає подальшого дослідження впливу змін клімату на його величину з метою оцінки природних ризиків від його проходження в басейні Дніпра.

Список літератури

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення : вид. офіційне. Київ : Твій формат, 2006. 240 с. 2. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підруч. для студ. ВНЗ / Одес. гідрометеорол. ін-т. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с. 3. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-центр, 2010. 316 с. 4. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський, М.В. Яцюк, О.В. Чунар'ов, Є.М. Крижановський, В.С. Бабчук, О.Є. Ярошевич. Київ : Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с. 5. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. Москва : Госстрой России, 2003. 74 с. 6. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 448 с. 7. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6: Украина и Молдавия. Вып.2: Среднее и Нижнее Поднепровье / под ред. М.С. Каганера. Ленинград : Гидрометеиздат, 1971. 656 с. 8. Розробка теоретичної моделі формування катастрофічних водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату : звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; наук. кер. Гопченко Є.Д. № держреєстрації 0112U001125. Одеса, 2014. 396 с. 9. Changing climate shifts timing of European floods / Blöschl G. et al (Valeryia Ovcharuk²⁸). Science. Vol. 357. Issue 6351 P. 588-590. URL: <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588#aff-28> (дата звернення 05.09.2017) 10. Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru Condițiile republicii Moldova. CPD.01.05-2012. 178 p.

References

1. Vodna Ramkova Dyrektyva YeS 2000/60/IeS. Osnovni termyny ta yikh vyznachennia : vyd. ofitsiine. Kyiv : Tvii format, 2006. 240 s. 2. Hupchenko Ye.D., Loboda N.S., Ovcharuk V.A. Hidrolohichni rozrakhunky : pidruch. dlia stud. VNZ / Odes. hidrometeorol. in-t. Odesa : TES, 2014. 484 s. 3. Hrebin V.V. Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landaftno-hidrolohichnyi analiz). Kyiv : Nika-tsentr, 2010. 316 s. 4. Metodyky hidrohrafichnoho ta vodohospodarskoho raionuvannia terytorii Ukrainy vidpovidno do vymoh Vodnoi Ramkovoї Dyrektyvy Yevropeiskoho Soiuzu / V.V. Hrebin, V.B. Mokin, V.A. Stashuk, V.K. Khilchevskyyi, M.V. Yatsiuk, O.V. Chunarov, Ye.M. Kryzhanovskyyi, V.S. Babchuk, O.Ie. Yaroshevych. Kyiv : Interpres LTD, 2013. 55 s. 5. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. SP 33-101-2003. Moskva : Gosstroj Rossii, 2003. 74 s. 6. Posobie po opredeleniju raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. Leningrad : Gidrometeoizdat, 1984. 448 s. 7. Resursy poverhnostnyh vod SSSR T.6: Ukraina i Moldavija. Vyp.2: Srednee i Nizhnee Podneprov'e / pod red. M.S. Kaganera. Leningrad : Gidrometeoizdat, 1971. 656 s. 8. Rozrobka teoretychnoi modeli formuvannia katastrofichnykh vodopil na terytorii Ukrainy v umovakh hlobalnykh zmin klimatu : zvit pro NDR (zakliuchnyi) / ODEKU; nauk. ker. Hupchenko Ye.D. № derzhreiestratsii 0112U001125. Odesa, 2014. 396 s. 9. Changing climate shifts timing of European floods / Blöschl G. et al (Valeryia Ovcharuk²⁸). Science. Vol. 357. Issue 6351 P. 588-590. URL: <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588#aff-28> (дата звернення 05.09.2017) 10. Determinarea caracteristicilor hidrologice pentru Condițiile republicii Moldova. CPD.01.05-2012. 178 p.

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 4 (51)**

Статистичні параметри часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату

Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Гопцій М.В., Тодорова О.І.

Розглянуті основні статистичні характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра. Досліджено однорідність та циклічність багаторічних часових рядів максимальних витрат й шарів стоку весняного водопілля у сучасний період, що характеризується мінливістю клімату. Застосування гідролого-генетичного методу показало подальшу можливість використання стандартних методів статистичної обробки для визначення характеристик стоку рідкісної ймовірності перевищення.

Ключові слова: максимальний стік; весняне водопілля; статистична обробка; гідролого-генетичний метод; суббасейни Дніпра.

Статистические параметры временных рядов максимального стока весеннего половодья в бассейне Днепра в условиях изменчивости климата

Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Гопций М.В., Тодорова Е.И.

Рассмотрены основные статистические характеристики максимального стока весеннего половодья в бассейне Днепра. Исследована однородность и цикличность многолетних временных рядов максимальных расходов и слоев стока весеннего половодья за современный период, характеризующийся изменчивостью климата. Применение гидролого-генетического метода показало дальнейшую возможность использования стандартных методов статистической обработки для определения характеристик стока редкой вероятности превышения.

Ключевые слова: максимальный сток; весеннее половодье; статистическая обработка; гидролого-генетический метод; суббасейны Днепра.

Statistical parameters of time series of maximum runoff of spring flood at the Dnipro basin under conditions of climate variability

Gopchenko Ye.D., Ovcharuk V.A, Goptsiy M.V., Todorova O.I.

The Dnieper River is the main water artery of Ukraine, its water resources make up more than 60 % of all water resources of the country. One of the most important problems of scientific research in recent years is the assessment of the impact of climate change on various aspects of human life and on water resources, in particular. The analysis of the homogeneity of the time series of the maximum runoff of spring flood in the Dnieper basin by data from observing beginning to 2015 inclusive showed that the prevailing majority of the time series of maximum discharges are heterogeneous and have a tendency to decrease; the situation for the depth of runoff is slightly different - the percentage of heterogeneous and homogeneous time series is practically the same.

The results of the homogeneity assessment of spring flood runoff series confirm the presence of climate change impacts on them, but this impact is not unambiguous and requires further research.

The use of the hydro-genetic method by constructing mass curves showed that at present it is possible to use standard statistical methods for estimating time series of spring flood, taking into account the presence of complete cycles of water content fluctuations.

A comparative statistic analysis has shown that the variability of spring flood naturally increases in the direction from the north to the south as the humidity of the area decreases. The distribution of the ratio C_s / C_v is almost random, which allows it to be averaged within sub-basins and natural zones.

Comparison of statistical characteristics obtained at different observation periods showed that at present their variation is at the level of accuracy of the initial information on the maximum runoff. Thus, for example, in determining the characteristics of the rare probability of exceeding, reducing the maximum water discharge by 7,5 %, and correspondingly increasing the variation coefficient by 8 %, practically will not change the final result.

The presence of trends in changes in the characteristics of spring flood requires further study of the impact of climate change on its magnitude in order to assess the natural risks of its passage in the Dnieper basin.

Keywords: maximum runoff; spring flood; statistical processing; hydro-genetic method; sub-basins of the Dnieper.

Надійшла до редколегії 03.10.2018