

of negative phase. Further dry phase of precipitation fluctuations will be continue.

The major trends in water resources of North-Western Black Sea Region were established. It is shown that by the middle of the XXI century conditions of river flow formation will be deteriorate. This will lead to decreasing of water resources up to -40% according to temperate scenario RCP4.5, and almost -50% according to more aggressive scenario RCP8.5.

Analysis of changes in the ratio of moisture and heat resources showed that climate aridity will be intensify and the insufficient moisture zone and the semiarid zone will be widen. The process of moving a forest-steppe zone could lead to catastrophic consequences, because ecosystems do not have time to adapt to the sudden and rapid changes in climate.

Keywords: water resources, North-Western Black Sea Region, global warming, climate change scenarios, the model "climate-runoff".

Надійшла до редколегії 18.04.2016

УДК 556.162

Мірошніченко К.А., Чорноморець Ю. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВОДНИЙ БАЛАНС ТА ДИНАМІКУ СТОКУ ВОДИ РІЧКИ ВОРСКЛА

Ключові слова: Ворскла; водний баланс; шар опадів, стоку, сумарного випаровування; однорідність; багаторічні коливання.

Вступ. Клімат на нашій планеті змінюється і досить швидко. Останнім часом факт зміни клімату підтверджується збільшенням катастрофічних явищ – повеней, посух, вивержень вулканів, лісових пожеж, інверсій температури повітря тощо[1]. Через кліматичні зміни погодні умови стають більш жорсткими. **Посухи й повені** почастишали, їх руйнівний вплив збільшується, як і наслідки для економік різних країн [7]. На думку багатьох учених, якщо не вжити заходів, спрямованих на зменшення промислових викидів парникових газів, то у XXI ст. ефект потепління буде посилюватися [4]. Наслідки глобальної зміни клімату стають все більш відчутними і в Україні, де середня температура повітря зросла за останні п'ятдесят років у північно-східному і південно-східному регіонах на 2,7–2,8°C, а у північно-західному на 1,1–1,7°C [6]. Це вже призвело до певних змін у ритмі сезонних коливань природних систем.

В межах Рамкової конвенції ООН про зміни клімату, що відбулася у листопаді 2015 року в Парижі, презентували фінальний проект угоди щодо здійснення комплексу заходів для зниження їх негативних наслідків. Цей документ майже два тижні обговорювався делегатами з понад 190 країн. Глобальна мета попереджувальних заходів, що рекомендовані урядам країн-учасників – тримати потепління у рамках не більше 2°C і навіть зменшити цю планку до 1,5°C[5].

Вихідні передумови. На сьогоднішній день існує значна кількість наукових досліджень сучасних коливань водного стоку річок, обумовлених змінами клімату. У багатьох роботах вказується на те, що зміни клімату безпосередньо впливають на водний режим річок і призводять до порушення стаціонарності рядів спостережень. Так, на початку 90-х років ХХ сторіччя з'явилися публікації російських авторів: І. А. Шикломанова, В. І. Бабкіна, В. Ю. Георгієвського стосовно змін гідрологічного режиму водних об'єктів під впливом змін клімату . В Україні вплив сучасних змін клімату на водний режим річок досліджували такі вчені як Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Войцехович В.О., Вишневський В.І., Гребінь В.В., Лук'янець О.І, Балабух В.О., Сніжко С.І., Струтинська В.М., Василенко Є.В. та ін. У роботі Гребеня В.В. [3]

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

виконано узагальнюючий аналіз впливу кліматичних змін на сучасний водний режим річок України, його внутрішньорічний розподіл на основі ландшафтно-гідрологічного аналізу.

Метою досліджень є виявлення відхилень у внутрішньорічному та багаторічному розподілі складових водного балансу басейну річки Ворскла, що обумовлені кліматичними змінами.

Постановка завдання. Оцінку спостережень за змінами клімату, регулярно надає для урядових та громадських організацій Міжурядова група експертів зі змін клімату (МГЕЗК) при ООН та Всесвітня Метеорологічна Організація (ВМО). ВМО прийняла стандартний період кліматичної норми 1961-1990 рр., що найбільш повно характеризує період до появи чітко виражених кліматичних змін [8]. Тому в даній роботі наводиться порівняльний аналіз водного балансу за період кліматичної норми та сучасний період, обмежений 2012 роком.

Для отримання бази вихідних даних було опрацьовано метеорологічні щомісячники, гідрологічні щорічники та багаторічні відомості про режим та ресурси поверхневих вод. Відповідно до зазначеного вище періоду зібрано відомості про результати спостережень на метеорологічних станціях Суми, Гадяч, Полтава. Зокрема, про такі характеристики: атмосферні опади, мм; абсолютна вологість повітря, мБ; температура повітря, °С. За даними всіх діючих на сьогодні в басейні Ворскли гідрологічних постів Чернеччина, Кобеляки та Богодухів було зібрано інформацію про середні місячні і річні витрати води, мінімальні витрати води в період відкритого русла та за наявності льодових явищ, а також максимальні витрати періоду весняного водопілля. Всі розрахунки проведено за гідрологічний рік, початок якого відноситься до 1 листопаду.

Для обчислення середніх багаторічних значень сум опадів та сумарного випаровування в межах річкового басейну Ворскли було обрано метод зважування або метод трикутників. За побудованою в програмі Arc Gis карта басейну річки Ворскла (рис 1) обчислено вагові площинні коефіцієнти основних метеостанцій.

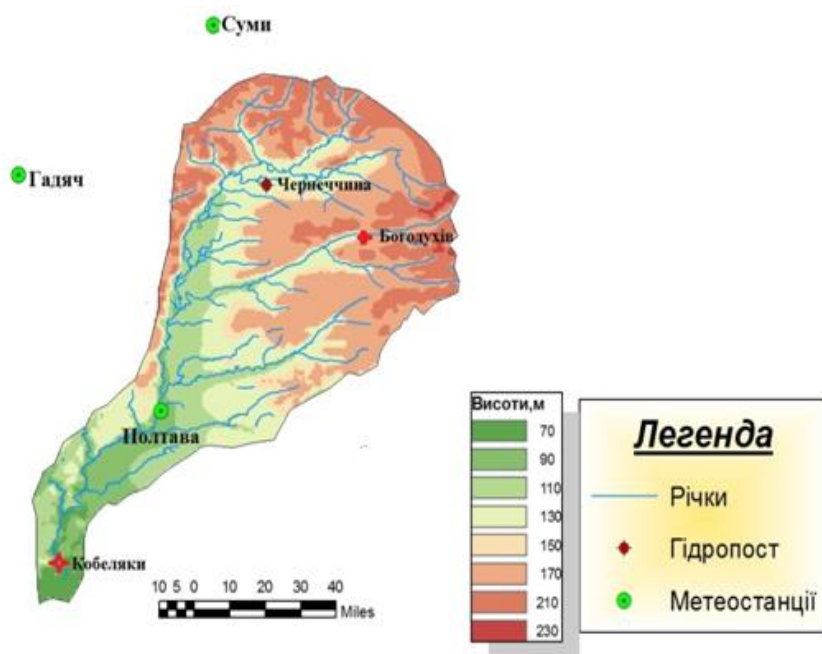


Рис. 1 Карта розташування гідрологічних постів та метеорологічних станцій в басейні р. Ворскла

Таким чином, отримана розрахункова формула для визначення середніх місячних і річних метеорологічних характеристик за окремий рік та багаторічний період в басейні річки:

$$X = X_C * 0,49 + X_G * 0,13 + X_P * 0,38, \quad (1)$$

де X_C , X_G , X_P - це кількість опадів, відповідно, за даними метеостанцій Суми, Гадяч, Полтава

З метою обчислення у рівнянні водного балансу середнього місячного і річного шару стоку води з гідрологічних щорічників виписано середню витрату по місяцях за даний період в замикальному створі р. Ворскла – м. Кобеляки. Величина підземного стоку ($Y_{підз}$) визначена через абсолютні мінімальні витрати води гідрологічного року. Різниця між загальним річним шаром стоку ($Y_{заг}$) та постійним підземним стоком ($Y_{підз}$) становить суму поверхневого та підповерхневого стоку та позначається в даній роботі як $Y_{пов}$. До поверхневої дана частина річкового стоку відноситься, оскільки це спільний сніговий і дощовий стік, тобто стік поверхневого походження.

Рівняння водного балансу в такому випадку мають наступний вигляд:

$$X = Y_{заг} + Z \pm \mu, \quad (2)$$

а деталізоване відносно видів стікання стоку води

$$X = Y_{пов} + Y_{підз} + Z \pm \mu, \quad (3)$$

де X - опади, мм; $Y_{пов}$ - поверхневий стік, мм; $Y_{підз}$ - підземний стік, мм; Z – сумарне випаровування, мм; μ - нев'язка розрахунку водного балансу, мм.

Для оцінки часової мінливості складових водного балансу використано два окремі підходи. З одного боку, порівнюючи наявні кліматичні і гідрологічні характеристики сучасного періоду з періодом кліматичної норми, виявлено кількісні значення їх відхилень. З іншого боку, використовуючи апарат різницевого інтегральних кривих відображено характерні тенденції в багаторічній динаміці окремих складових водного балансу р. Ворскла [2].

Початковим етапом роботи з вихідною гідрологічною та метеорологічною інформацією є оцінка її однорідності [2]. Результати оцінки однорідності вихідних послідовностей за параметричними критеріями Стюдента і Фішера та за непараметричним критерієм Вількоксона наведено в (табл.1).

В табл.1 визначено однорідність основних складових водного балансу басейну річки Ворскла порівняно з періодом кліматичної норми. Аналізуючи табл.1, можна сказати, що ряди річної суми опадів є однорідними. Порушення однорідності зафіксоване в рядах температури і вологості повітря за критеріями Фішера та Вількоксона. Таке порушення одночасно свідчить і про неоднорідність багаторічного ходу сумарне випаровування в басейні р. Ворскла, оскільки його величина визначалася за методом А. Р. Константінова [2], відповідно до якого основними характеристиками розрахунків є саме зазначені вище температура та вологість повітря. Порушення однорідності в рядах середньої річної температури повітря підтверджує наявність спрямованих змін клімату в межах водозбору р. Ворскла. Річковий стік відреагував на такі зміни наступним чином: зростання температури на даному етапі викликало порушення однорідності річкового стоку лише за критерієм Фішера, що свідчить про відмінності розподілу дисперсії вихідних послідовностей.

Таблиця 1. Оцінка однорідності основних складових водного балансу р. Ворскла – с. Кобеляки

Характеристика	Критерій	Розрахункова статистика	Теоретично допустима (довірча область $2\alpha = 5\%$)	Прийнята гіпотеза
Річна сума опадів, мм	F*	3,02	$\pm 2,17$	Неоднорідний
	t**	0,45	$\pm 2,01$	Однорідний
	U***	328	213 - 417	Однорідний
Середня річна температура повітря, °С	F	1,31	$\pm 2,17$	Однорідний
	T	3,35	$\pm 2,01$	Неоднорідний
	U	470	213 - 417	Неоднорідний
Середня річна вологість повітря, мБ	F	1,57	$\pm 2,17$	Однорідний
	T	3,07	$\pm 2,01$	Неоднорідний
	U	465	213 - 417	Неоднорідний
Шар постійного підземного стоку, мм	F	3,05	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	0,87	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	219	174 – 353	Однорідний
Шар поверхневого стоку, мм	F	4,6	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	1,6	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	321	174-353	Однорідний
Загальний шар стоку, мм	F	5,40	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	1,07	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	304	174-353	Однорідний

Примітка: F - критерій Фішера; t** - критерій Стьюдента; U*** - критерій Вількоксона*

Виклад основного матеріалу. Використовуючи рівняння (2) та (3) обчислено водний баланс р. Ворскла за два зазначених періоди – кліматичної норми та сучасний (табл.2)

Таблиця 2 Водний баланс річкового басейну р. Ворскла –с Кобеляки за два характерних періоди

Складові водного балансу	Періоди		Відхилення
	Кліматична норма	Сучасний період	
X	588	576	-12
Y _{заг}	83	73	-10
Y _{пов}	63	52	-11
Y _{підз}	20	23	3
Z	524	541	17
Нев'язка розрахунку	-18	-37	-19

Порівнявши складові водного балансу водозбору р. Ворскла можна прослідкувати певні тенденції у змінах їх елементів. Прихідна частина водного балансу у сучасний період зменшилася на 12 мм. Зміни витратної частини взаємно компенсувалися, але лише частково, тобто збільшення сумарного випаровування на 17 мм призвело до зменшення стоку на 10 мм в сучасний період у порівнянні з кліматичною нормою.

В загальній структурі річкового стоку відбулися зміни у двох протилежних напрямках. З одного боку, зниження опадів на 12 мм призвело до зниження поверхневого стоку на 11 мм, але з іншого, постійний підземний стік виріс на 3 мм. Це сталося переважно за рахунок зимового сезону, про що йтиметься далі.

Кліматичні зміни в басейні річки Ворскла визначаються, насамперед, коливаннями температури повітря, від якої також безпосередньо залежить величина сумарного випаровування.

При аналізі різницевої інтегральної кривої середніх річних значень температури повітря за даними окремих метеорологічних станцій та в цілому по басейну р. Ворскла (рис. 2) з'ясувалося, що мають місце спрямовані зміни загального напрямку коливань, що підтверджується порушенням їх однорідності за критеріями Стьюдента і Вількоксона (див.табл. 1).

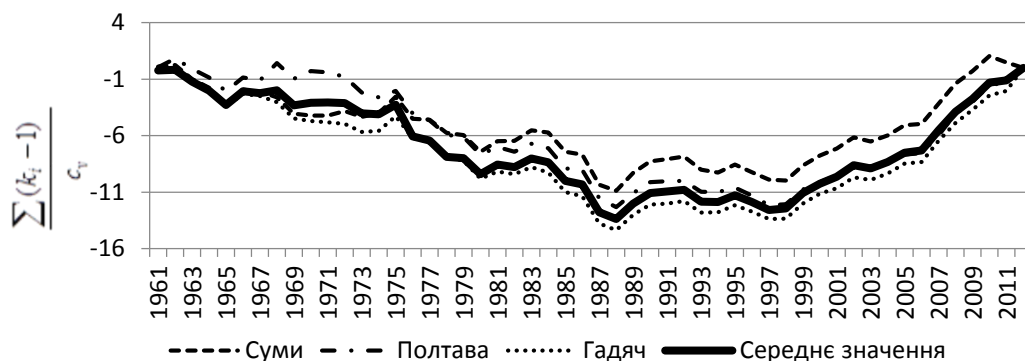


Рис.2. Різницеві інтегральні криві середніх річних значень температури повітря за даними метеостанцій Суми, Полтава, Гадяч

Таким чином, середні річні значень температури повітря характеризуються, в загальному випадку, тенденцією до зниження у період від початку спостережень до 1988 року та тенденцією до зростання з 1989 по 2012 рр. На фоні чітко вираженої загальної тенденції можна виділити декілька періодичностей нижчого структурного рівня тривалістю близько 8 років, наприклад, 1981-1988 рр. та 1989-1997 рр.

Крім багаторічної динаміки гідрологічних та метеорологічних характеристик досить важливим показником для розуміння специфіки процесів, що відбуваються в межах басейну річки, є аналіз їх внутрішньорічного розподілу. Для цього побудовані гістограми відхилень відповідних місячних показників, порівняно з періодом кліматичної норми. Розмірність кожного з показників та їх відхилення, за виключенням температури повітря, наводяться в мм (див. рис. 3,4,6,7).

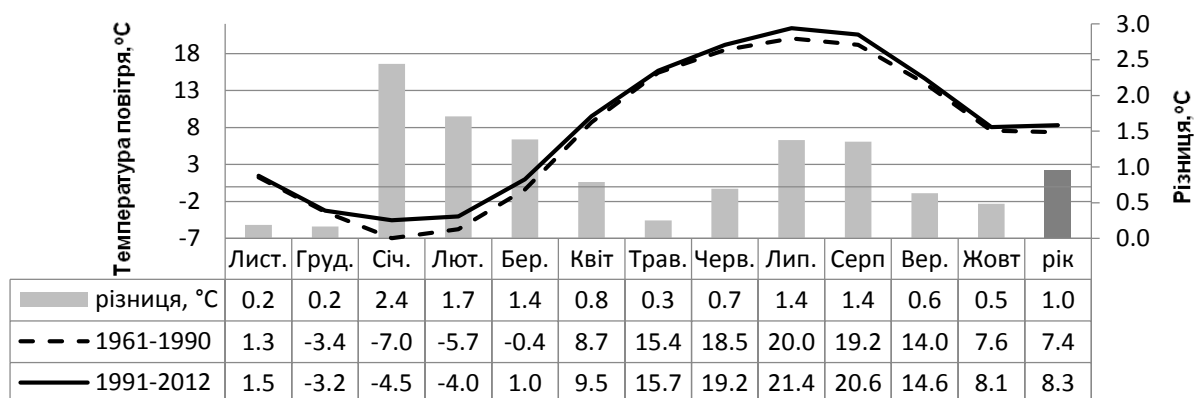


Рис.3. Зміна середньої місячної температури повітря, осередненої для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періодів

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що середня місячна температура повітря з вересня по грудень практично не змінилася, тобто коливання

там досить незначні (0.2-0.6°C). Проте найбільше температура повітря зросла в зимові місяці, а саме, в січні на 2,4°C, в лютому на 1,7°C та в березні на 1,4°C. В літні місяці температура повітря теж зросла, наприклад в липні та серпні на 1,4°C. Отже, можна стверджувати, що середня річна температура повітря в сучасний період по басейну р. Ворскла зросла на 1°C по відношенню до періоду кліматичної норми і така тенденція до зростання зберігається до сьогоднішнього дня.

Таке зростання температури повітря призвело до відповідного збільшення величин сумарного випаровування (див. рис. 4)

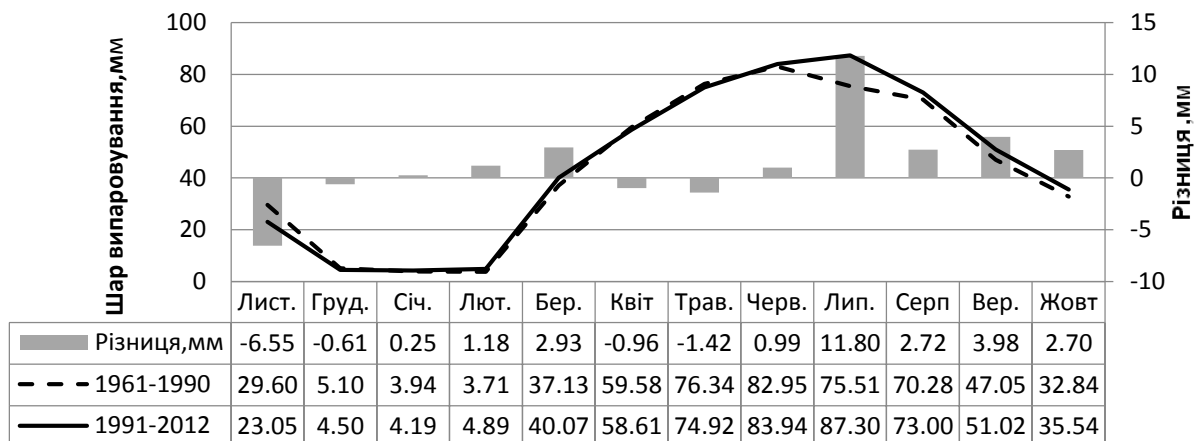


Рис. 4. Зміна сумарного випаровування, осередненого для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Проаналізувавши гістограму зміни сумарного випаровування для басейну р. Ворскла – с. Кобеляки за два характерних періоди (рис.4) можна зробити висновок про те, що вона знизилася у листопаді (на 6 мм), грудні, квітні та у травні (на 1 мм). В решті місяців сумарне випаровування зростало, особливо чітко таке зростання проявилось у літні місяці та на початку осені. Найбільше зростання величини сумарного випаровування в сучасний період помічено у липні – на 12 мм, по відношенню до періоду кліматичної норми.

Зростання температури повітря та сумарного випаровування призвели до певних відхилень у багаторічних коливаннях річної суми опадів (рис.5) та особливо у їх внутрішньорічному розподілі (див. рис. 6).

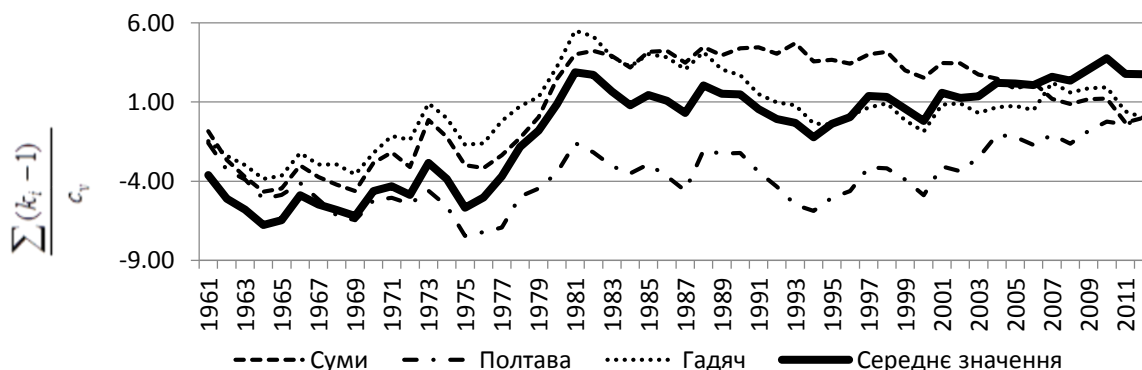


Рис. 5. Різницеві інтегральні криві річних сум опадів за даними окремих метеостанцій

Коливання річної кількості опадів (див. рис. 5) не мають чітко вираженого часового тренду, а відбуваються у вигляді відхилень від певного середнього значення. Аналізуючи графіки можна виділити повні цикли 1965-1975 рр. (11 років) та 1976 – 1994 рр. (19 років). Впродовж останнього періоду (з 1995 року) спостерігається коливання річних сум опадів близько норми без достатньо вираженої тенденції до змін.

Загальна річна кількість атмосферних опадів, відповідно до розрахунків, наведених у табл. 2, порівняно з періодом кліматичної норми виросла на 12 мм, однак таке зростання не є критичним для басейну р. Ворскла, оскільки поки що відсутнє порушення однорідності рядів за критеріями Стьюдента і Вількоксона (див. табл. 1). Однак за критерієм Фішера коливання річної суми опадів виявилися неоднорідними. Таким чином, за рахунок зростання температури повітря значно змінився внутрішньорічний розподіл місячної суми опадів (див. рис. 6).

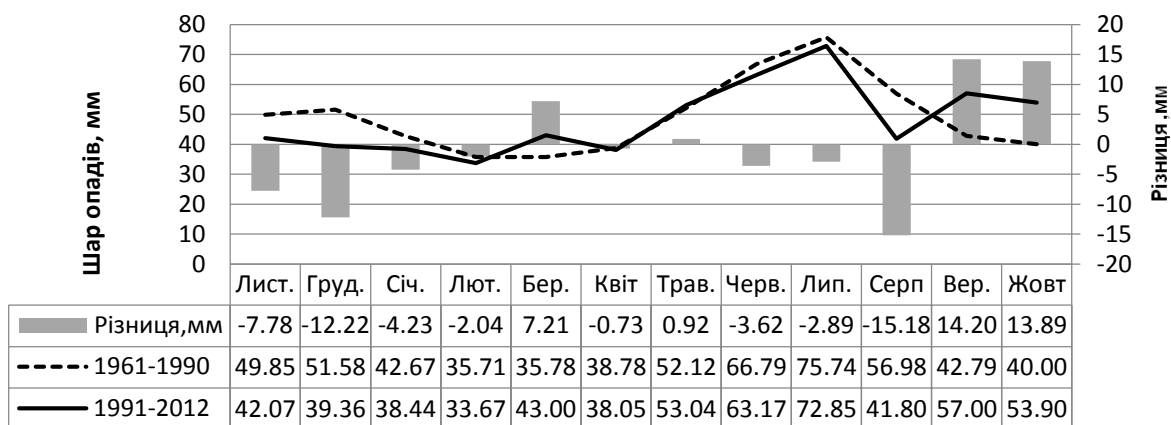


Рис. 6. Зміна місячної кількості опадів для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Проаналізувавши рис.6, можна зробити висновок, що майже в усіх місяцях, за виключення вересня, жовтня та березня (відповідне зростання на 14мм), прослідковується зниження місячної суми атмосферних опадів. Найбільше в серпні – 15 мм, а в грудні воно склало - 10 мм за місяць. Зниження річної суми опадів в сучасний період становить всього -12 мм, що не дає об'єктивної оцінки зміни їх кількості, оскільки у внутрішньорічному розподілі можна відмітити компенсування зростання опадів вересня та жовтня їх зниженням у липні та серпні. Тобто зміни клімату сприяли вирівнюванню внутрішньорічного розподілу опадів в межах гідрологічного року.

На зміну кількості опадів відреагував внутрішньорічний розподіл стоку (рис.7). Внутрішньорічний розподіл коливань водності аналізується з використанням середніх місячних шарів стоку.

Зменшення середнього місячного шару стоку води впродовж 1991-2012 рр. у порівнянні с кліматичною нормою спостерігається протягом усього року, за виключенням травня, червня і жовтня коли величина шару стоку води збільшилась. Зниження водного стоку зимової межени можна пояснити також зменшенням кількості опадів у цей час. Тобто, стік води зменшився з двох причин: з одного боку, зменшилися кількість опадів (див. рис. 6), а з іншого, ті опади, що випадали в зимовий період, за рахунок значного зростання температури повітря (див. рис.3) стікали значно раніше ніж в період кліматичної норми

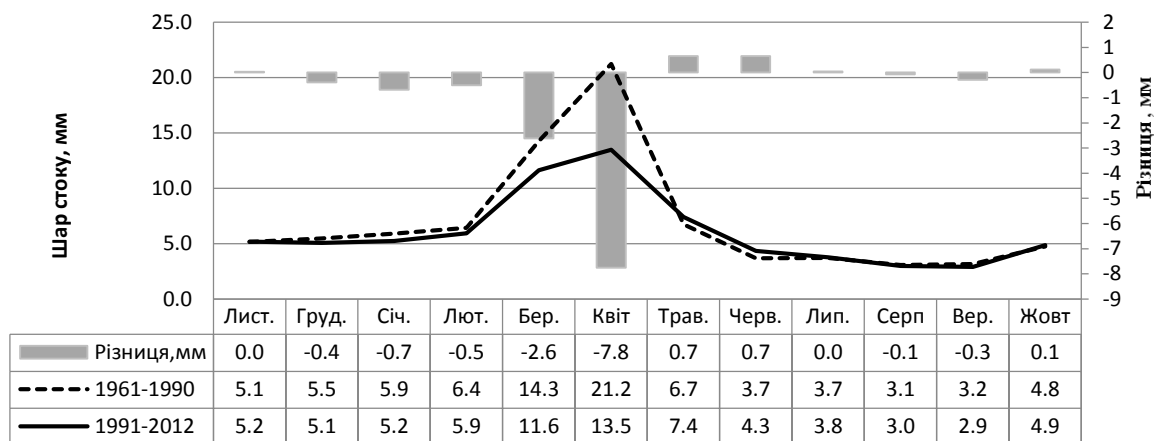


Рис. 7. Зміна середнього місячного шару стоку для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Середні річні шари стоку води за різницевиими інтегральними кривими (рис.8) характеризуються тенденцією до зниження від початку обраного періоду до 1976 р. Потім спостерігається збільшення стоку до 1989 року по гідрологічних постах Кобеляки та Чернеччина та до 2006 року р. Мерло - м. Богодухів. Але починаючи з 2006 року по сьогоднішній день знову можна відмітити тенденцію до зниження сумарного річного стоку води. Таке зменшення шару стоку для р. Ворскла – с. Кобеляки становить 10 мм (див. табл. 2), порівняно з періодом кліматичної норми.

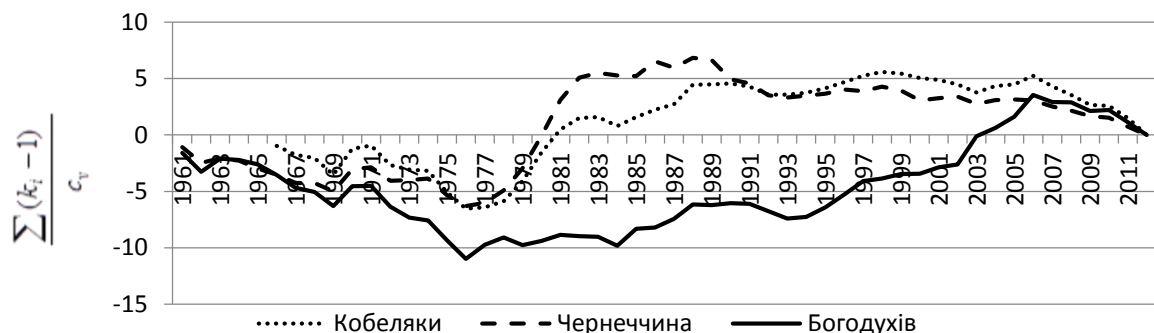


Рис.8. Різницеві інтегральні криві середнього річного шару стоку води за даними діючих гідрологічних постів в басейні р. Ворскла

Багаторічні коливання максимальних добових шарів стоку води характеризуються спільною тенденцією до зниження, в середньому по басейну з 1989 року по теперішній час (рис.9). Тобто можна припустити, що зростання температури повітря призвело до збільшення кількості відлиг, зниження тривалості залягання стійкого снігового та льодового покриву, збільшення вологості ґрунту, за рахунок чого певна кількість твердих атмосферних опадів потрапила в гідрографічну мережу до початку водопілля, що призводять до зменшення його об'ємів та величини максимальної річної витрати води.

Мінімальні добові шари стоку води періоду відкритого русла (рис.10) характеризують підземне живлення річок під час літньо-осінньої межени. Їх багаторічна динаміка на річках басейну свідчить про зменшення частки підземного стоку від початку спостережень до 1975 року та її зростання з 1976 року по 2005 рік. Починаючи з 2006 року на річках басейну Ворскли знову намітилася тенденція до зменшення шару стоку води літньо-осінньої межени.

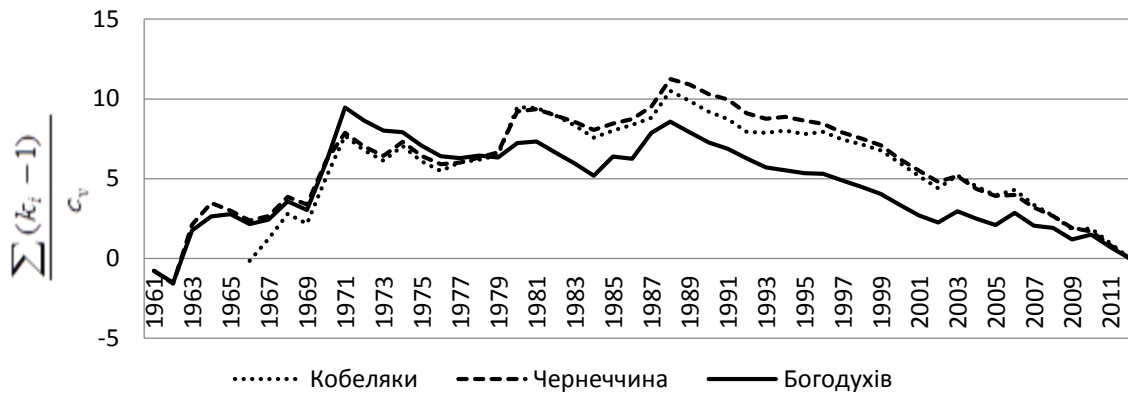


Рис. 9. Різницеві інтегральні криві максимального добового шару стоку води за даними діючих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

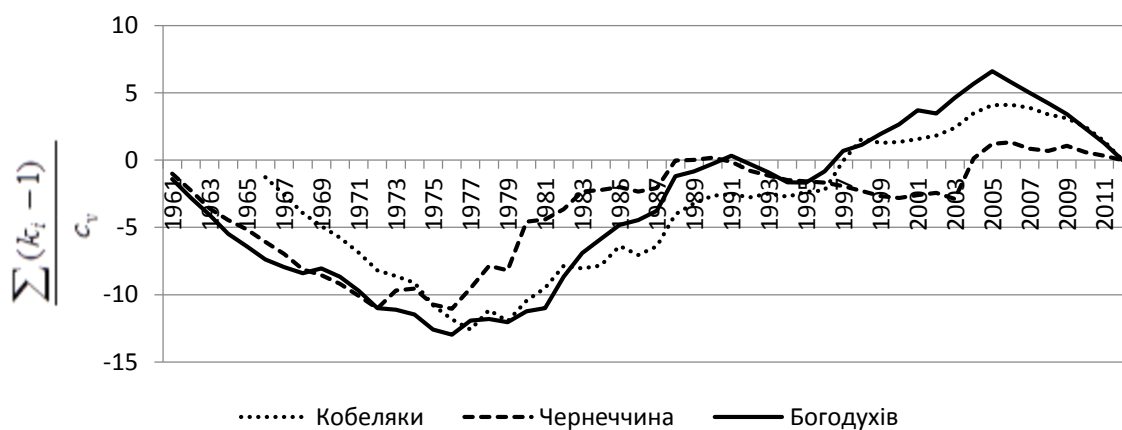


Рис.10. Різницеві інтегральні криві мінімального добового шару стоку води в період відкритого русла за даними окремих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

В період зимової межені мінімальні добові шари стоку води (рис.11), характеризуються спільною тенденцією до зменшення з початку спостереження до 1979 року подібно до шарів стоку літньо-осінньої межені (див. рис. 10).

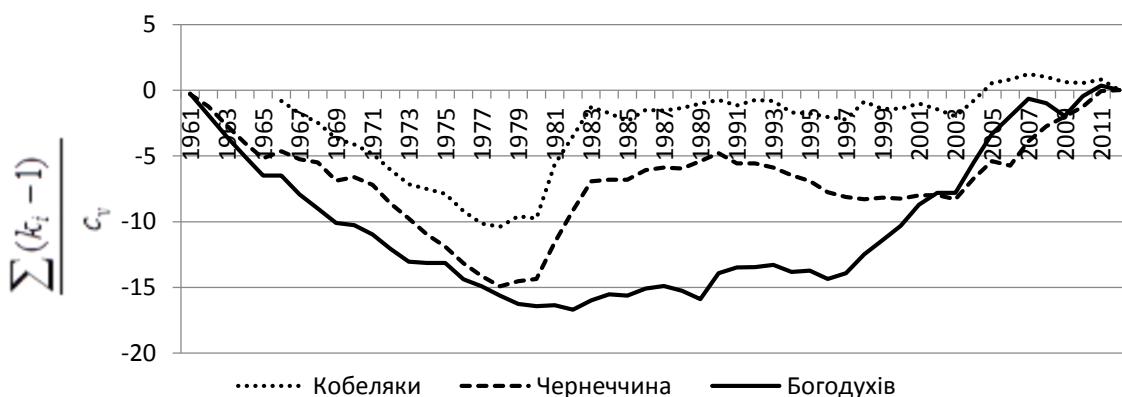


Рис.11. Різницеві інтегральні криві мінімального добового шару стоку води в зимовий період за даними діючих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

Однак, на відміну від літньо-осінньої межени, в зимовий період мінімальні добові шари стоку води (рис.11), відрізняються тенденцією до збільшення з 1980 року і по теперішній час. Таке зростання величини підземного живлення обумовлене зростанням температури повітря зимового сезону, особливо січня місяця (див. рис.3), що, в свою чергу, призвело до збільшення кількості відлиг та зменшення глибини промерзання ґрунту.

Висновок. Зростання середньої річної температури повітря в сучасний період в басейні річки Ворскла на 1⁰С порівняно з періодом кліматичної норми вже призвело до збільшення сумарного випаровування на 17 мм та відповідного йому зниження річкового стоку води на 10 мм, а також до зниження річної суми опадів на 12 мм. При цьому в сучасний період відбулися суттєві зміни в структурі внутрішньорічного розподілу опадів та річкового стоку в бік вирівнювання коливань між місяцями. В загальній структурі річкового стоку зміни відбулися зміни у двох протилежних напрямках. Зниження опадів на 12 мм призвело до зниження поверхневого стоку на 11 мм, але при цьому постійний підземний стік виріс на 3 мм. Максимальний стік води весняного водопілля характеризується чітко вираженою тенденцією до зниження, починаючи з 1989 року, а на противагу йому мінімальний стік води зимової межени відрізняється тенденцією до зростання переважно за рахунок підземної складової.

Список літератури

1. Бойченко С.Г. Вплив кліматичних коливань температури приземного повітря на повторюваність катастрофічних явищ природи на території України / С.Г. Бойченко // Наук. праці УкрНДГМІ. – К.:1999. – Вип. 247. - С. 76-90. 2. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – 248 с. 3. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / К.: Ніка-Центр, 2010. - 316 с. 4. Клімат України /За ред. [В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка] – К.: Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с. 5. http://wwf.panda.org/uk/wwf_ukraine_ukr/climatechange/climate_impacts_u/ 6. <http://www.hromadske.tv/society/zmini-klimatu-revoljutsiina-konferentsiya-v-parizh/> 7. https://www.wmo.int/pages/index_ru.html

Вплив змін клімату на водний баланс та динаміку стоку води річки Ворскла Мірошніченко К.А., Чорноморець Ю. О.

В роботі порівнюється водний баланс річки Ворскла за період кліматичної норми (1961-1990 рр.) та за сучасний період (1991-2012 рр.). Обчислено однорідність складових водного балансу. Визначено основні тенденції в багаторічних коливаннях гідрологічних і метеорологічних характеристик.

Ключові слова: Ворскла, водний баланс, шар опадів, стоку, випаровування, однорідність, багаторічні коливання.

Влияние изменений климата на водный баланс и динамику стока воды реки Ворскла Мирошниченко К.А., Чорноморец Ю. А.

В работе сравнивается водный баланс реки Ворскла в период климатической нормы (1961-1990 гг) и по современный период (1991-2012 гг.). Вычислено однородность составляющих водного баланса. Определены основные тенденции в многолетних колебаниях гидрологических и метеорологических характеристик.

Ключевые слова: Ворскла, водный баланс, слой осадков, стока, испарения, однородность, многолетние колебания.

The influence of climate change on water balance and dynamic of runoff of the river Vorskla Miroshnichenko K.A. , Chornomorets Yu

The paper compared the water balance of the river Vorskla in the period and climatic norm for modern times. Calculated homogeneity components of the water balance. The main trends in multi fluctuations hydrological and meteorological characteristics.

Water balance is calculated based on observations at three meteorological stations. The impact of each weather station has been identified in the conversion factor and the resulting calculation formula for calculating the pool meteorological characteristics. To assess the time series used two separate approaches. The first was over meteorological and hydrological characteristics of the modern period with a period of climatic norm by their value residual. The second method involved the construction of difference integral curves. With characteristic curves revealed trends in multi fluctuations of the water balance of the river Vorskla.

The increase in air temperature led to higher evaporation value, reduced rainfall and river flow layer. The incoming water balance components owe is decrease by 12 mm. Changes the out going water balance components ower mutually offset, an increase evaporation at 17 mm drain led to a reduction of 10 mm. Violation of homogeneity on two criteria fixed in the ranks of the mean annual temperature and humidity. Increased discrepancy water balance. Rainfall decreased in December and August, but rose in September and October. This led to an increase in the minimum flow winter time. Maximum flow snowmelt flood has decreased by almost half, and the total flow of April fell by one-third (30%) compared with the period of climatic norm. Layer runoff decreased, and a layer of underground runoff increased.

The analysis of difference integral curves can note a steady upward trend in air temperature. Annual precipitation and annual runoff layer have no clear trends to change. However, the maximum daily snowmelt flood layer flow constantly decreasing since 1989 for all three present hydrological stations in the basin of the Vorskla. Minimum layer flow summer-autumn low water grew until 2005 and then marked a definite downward trend. Stick period of growing winter time, since 1981.

Thus, the increase in average annual temperature in the basin of the Vorskla at 1C° compared with a period of climatic norm has led to increased evaporation and corresponding reduction in river flow and reduce annual precipitation. At the same time there have been significant changes in the structure of intra-annual distribution of rainfall and river flow in the direction of alignment fluctuations between months In total river flow changes were changes in two opposite directions. On the one hand reduce rainfall led to a similar decrease in runoff, but the constant underground drain slightly increased. The maximum drain snowmelt flood period is characterized by a strong downward trend, as opposed to it minimum flow winter time differs growth primarily through underground component.

Keywords: Vorskla, water balance, depth of runoff, precipitation, evaporation, homogeneity, residual mass curve, hydrological year.

Надійшла до редколегії 26.04.2016

УДК 551.435.2+551.515.9

Пясецька С. І.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ПРОЯВ СЕЛОВОЇ ТА ЕРОЗІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБСТЕЖЕНЬ ОСЕРЕДКІВ ЇХ ПРОЯВУ ПРОТЯГОМ 2003-2013 рр. У КРИМУ

Ключові слова: Кримські гори, південно-східний сільовий район, осередки виникнення селів, крихкоуламковий матеріал гірських порід, ерозійна діяльність.

Вступ. Відомо, що селі, особливо у щільно заселених районах, можуть часто призводити до виникнення надзвичайних ситуацій, внаслідок яких здебільшого потерпають об'єкти господарської діяльності (прорив гребель, пошкодження або навіть знищення інфраструктури та житлового сектору), у окремих випадках можуть постраждати і люди. Інтенсивна ерозійна діяльність у таких регіонах призводить до підтримання сільових осередків та повільної підготовки сходження нових сільових (наноносодних) потоків, або паводків із залученням крихко уламкового та супутніх матеріалів.

У Криму здебільшого такі явища виникають у теплий період року, в наслідок потужних злив (кількість опадів ≥ 30 мм за 12 год. та менше [8], роботами

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)