

Analytical review of studies of minimal runoff the water

Zhovnir V., Grebin' V.

The first generalizations regarding the characteristics of the minimum runoff of the Ukrainian rivers were made almost a century ago, in the late 1920s. With the accumulation of observational data and an increase in the length of the series, data processing was carried out and the characteristics of the minimum runoff were calculated, which are published in the suitable publications. There are a sufficient number of publications devoted specifically to the calculation characteristics of a low-water runoff, and in the research of scientists much less attention is given to the assessment of trends in current and future changes in the characteristics of the minimum runoff, that that occur and will occur under the influence of climate change. The urgency of this issue is confirmed by a large number of foreign publications, which are analyzed in this article.

In the publications of the scientists of the country had given rather insignificant note to the characteristics of water quality in rivers in the water-low period. This is especially true for the period of summer-autumn water-low period, when in the background of low water levels of rivers there is a significant deterioration of the ecological situation in their riverbeds.

At present, one of the main tasks of hydrology is the development of methods for calculating the characteristics of the minimum runoff with varying amounts of source information with taking into account the impact of climate change and the increasing man-made load. The decision of such a task must necessarily include the study of the statistical structure of the series with the definition of the genetic and statistical homogeneity of the source information, the justification of the choice of representativeness of the series for the calculate the parameters of the distribution curves and the choice of theoretical distribution function.

The above problematic issues require further analysis and attention from scientists.

Key words: *research, minimal runoff, climate change.*

Надійшла до редколегії 07.03.2018

УДК: 556.512

Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВОДНИЙ БАЛАНС БАСЕЙНІВ РІЧОК ДНІСТРА ДО МІСТА ЗАЛІЩИКИ

Ключові слова: *водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, опади, стік, випаровування, посушливість.*

Актуальність дослідження. Водний баланс являється головним інструментом комплексного дослідження різноспрямованих процесів із накопичення, перерозподілу та витрачання вологи в межах річкового водозбору. Головною перевагою водно-балансового підходу перед іншими методами досліджень є можливість кількісно оцінити внесок окремих гідрометеорологічних явищ у формування річкового стоку. Ґрунтуючись на водно-балансових співвідношеннях можна вирішувати такі завдання як: вивчення умов і встановлення закономірностей формування поверхневих і підземних водних ресурсів, їх структури, розроблення заходів з управління водним режимом території і його збереження або часткове перетворення в інтересах забезпечення потреб населення та окремих галузей господарства.

Метою дослідження є розрахунок складових водного балансу та складання його рівняння за багаторічний період для басейнів річок водозбору Дністра до гідрологічного поста Заліщики, за місяцями та за гідрологічний рік, а також оцінювання точності визначення складових балансу.

Аналіз попередніх досліджень. Дослідження водного балансу басейнів річок Дністра розпочалися після накопичення певного емпіричного матеріалу у середині 60-х років минулого століття роботами Железняка І. А. та Онуфрієнка Л.Г. [1, 2]. Після цього 1977 р. вийшла стаття М.Г. Галуценка [3], в якій обчислено понад 120 водних балансів річкових водозборів басейну Дністра, включаючи також гирлові частини найбільших приток. Дана робота і до сьогоднішнього дня залишається однією із найбільш ґрунтовних щодо повноти і детальності обчислених складових водного балансу річки Дністер. Загальні відомості про водний баланс досліджуваної території наводяться у довідниках [3-6]. Окремо, варто відмітити, книгу Мирослава Івановича Кирилюка [7], в якій автором розроблена нова методика розрахунку випаровування з урахуванням впливу висоти, експозиції, крутизни і затінення гірських схилів, зволоження ґрунтів та характеру підстильної поверхні, а також наведено найбільш сучасні водні баланси, проте лише окремих приток Дністра.

Вихідні дані. Для написання роботи були використані матеріали видань метеорологічних щомісячників та гідрологічних щорічників, багаторічних даних про ресурси поверхневих вод суші, а також опрацьована наукова література. До розрахунку прийняті дані спостережень 10 гідрологічних постів та 17 метеостанцій в межах водозбору Дністра до міста Заліщики (24600 км²) (рис. 1).



Рис. 1. Басейн річки Дністер до міста Заліщики з розрахунковими гідрологічними постами і метеостанціями

Для зазначених пунктів спостережень зібрана гідрометеорологічна інформація про середньомісячний, середньорічний стік води, атмосферні опади, температуру та абсолютну вологість повітря. Всі ряди приведені до єдиного розрахункового періоду 1956 – 2015 рр. через відновлення, за потреби, окремих місячних або річних величин за допомогою річок-аналогів. (табл. 1, 2)

Таблиця 1. Основні статистичні характеристики річної суми опадів в басейні Верхнього Дністра, приведеної до єдиного розрахункового періоду 1956-2015рр.

Назва метеостанції	Висота метеостанції, м абс.	Норма, мм	Середнє квадратичне відхилення, мм	Коефіцієнт варіації (Cv)	Коефіцієнт асиметрії (Cs)
Броди	228	688,1	113,4	0,17	0,52
Мостиська	234	652,6	121,3	-0,01	0,17
Чернівці	246	637,0	134,3	0,21	0,06
Дрогобич	277	736,9	133,7	0,18	0,45
Івано-Франківськ	280	651,3	135,2	0,21	0,52
Стрий	296	742,6	138,7	0,19	-0,02
Коломия	298	684,7	128,2	0,19	0,49
Бережани	304	628,9	124,8	0,20	0,65
Чортків	318	646,2	127,8	0,20	0,29
Львів	323	741,3	118,1	0,16	-0,29
Тернопіль	329	594,7	105,5	0,18	0,01
Долина	468	871,4	166,3	0,19	0,29
Яремче	531	949,3	166,1	0,18	0,54
Турка	592	985,4	272,2	0,28	2,63
Славське	594	995,3	159,4	0,16	0,77
Селятин	763	823,3	140,0	0,17	0,25
Пожежевська	1451	1447,0	251,5	0,17	0,78

Таблиця 2. Основні статистичні характеристики середньорічних шарів стоку води річкових водозборів в басейні Верхнього Дністра, приведеної до єдиного розрахункового періоду 1956-2015рр.

Річка – гідрологічний пост	Середня висота водозбору, м абс	Норма шарів стоку, мм	Середнє квадратичне відхилення, мм	Коефіцієнт варіації (Cv)	Коефіцієнт асиметрії (Cs)
р. Дністер - Самбір	542	433	158,1	0,37	0,25
р. Стрвяж - Луки	333	333	134,7	0,41	0,86
р. Стрий - Верхне Синевидне	773	550	138,1	0,25	0,22
р. Свіча - Зарічне	745	617	234,7	0,38	1,64
р.Лімниця - Перевозець	800	462	149,9	0,32	0,08
р.Бистриця-Надворн. - Пасічна	1186	693	153,7	0,22	-0,06
р. Верещиця - Комарно	-	193	91,6	0,48	1,39
р. Гнила Липа - Більшівці	-	158	46,7	0,30	1,22
р. Золота Липа - Задарів	-	198	55,4	0,28	0,88
р. Стрипа - Бучач	-	165	56,2	0,34	0,78

Методика визначення складових водного балансу. Оскільки розміщення метеорологічних станцій є неоднорідним в межах басейну Дністра, тому для обчислення зведених метеорологічних характеристик водозборів річок рівнинної частини (Верешиця, Гнила Липа, Золота Липа, Стрипа) використовувався метод зважування (метод трикутників), відповідно до якого їх басейни були розбиті системою трикутників на зони впливу певної метеостанції.

Щоб поділити басейн на трикутники і, відповідно, визначити вплив кожної метеостанції використовувалася програма ArcGIS, а саме, набори інструментів Conversion Tools і Spatial Analyst Tools. Дана програма дозволяє визначити вагові коефіцієнти окремої метеостанції, через які оцінюється її внесок у величини опадів, температури або вологості повітря відповідного річкового басейну (рис 2).

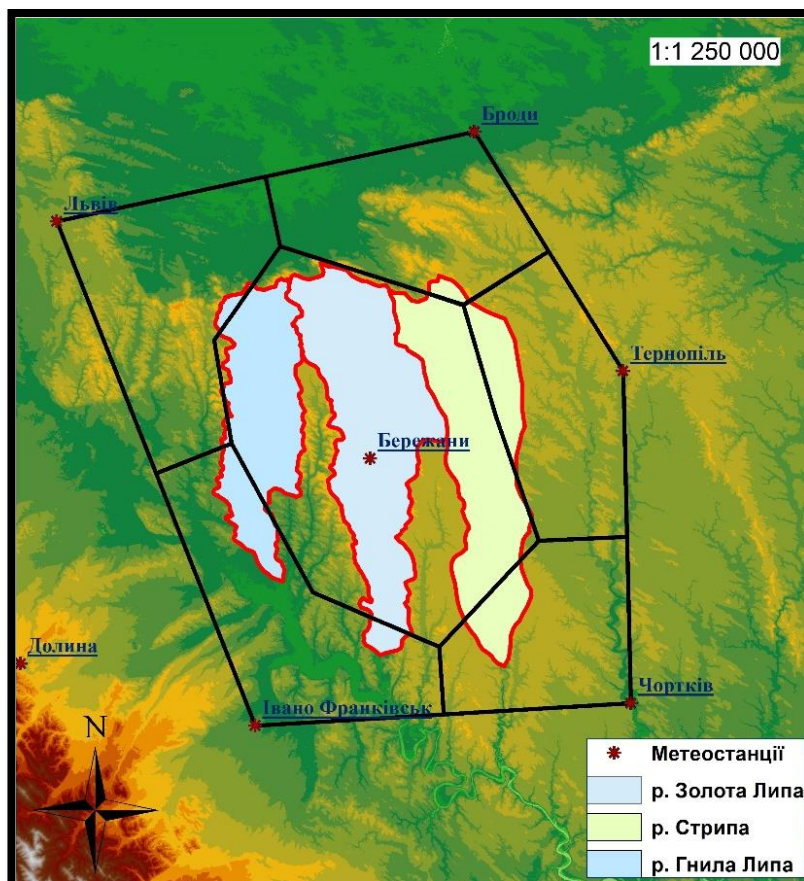


Рис. 2. Поділ річкових басейнів методом трикутників на прикладі рівнинних річок басейну Дністра

Для гірських регіонів характерна вертикальна зональність характеристик водного балансу і тому розрахунок осереднених по басейну метеорологічних складових дещо відрізняється. В межах басейнів гірських річок (Стрвяж, Стрий, Лімниця, Свіча, Бистриця) водозбору р. Дністер – м. Заліщики виділено 5 висотних зон: 200-400 м; 400-600 м; 600-800 м; 800-1000 м; >1000 м. Вплив кожної висотної зони був визначений пропорційно до відсотку її площі від загальної площі басейну.

Обчислення вагових коефіцієнтів виконувалося програмою ArcGIS. За допомогою інструменту Spatial Analyst Tools – Extraction – Extract by Attributes виконувався поділ растрового файлу формату TIF на окремі ділянки із заданими висотами. Після цього, за допомогою Conversion Tools растри переводились в шейп-

полігони і підраховувалась їхня площа. Кожна площа представляє собою певну висотну зону і їх сума складає площу водозбору даного басейну (рис. 3).

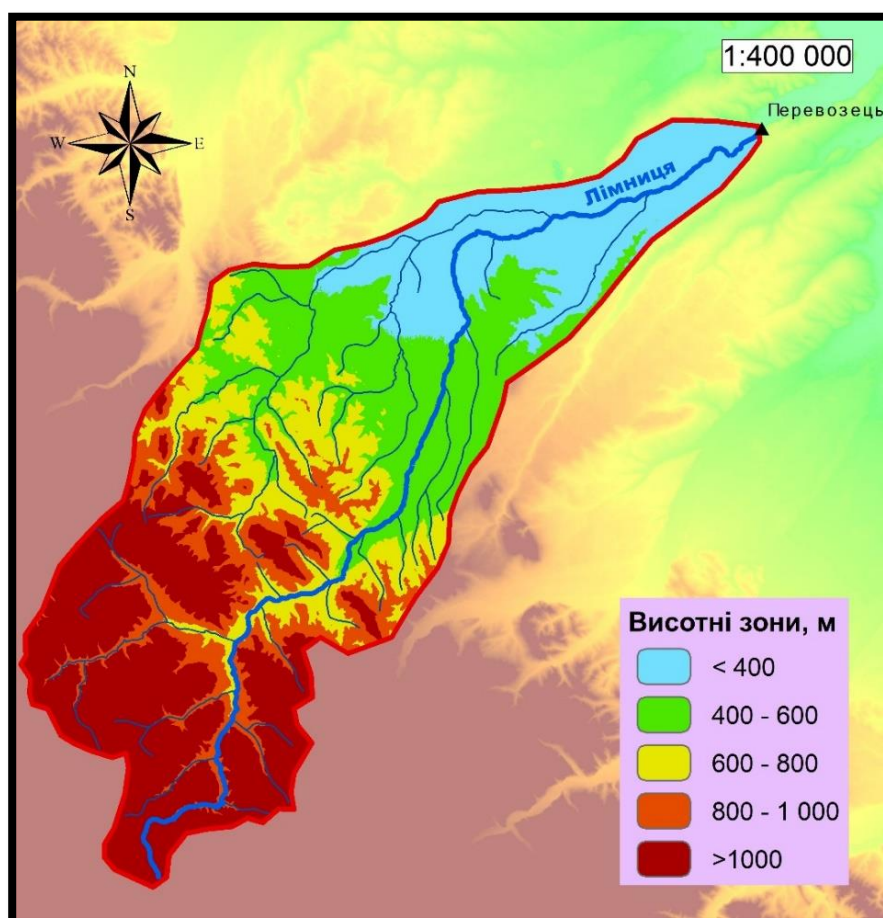


Рис.3. Поділ гірського басейну на висотні зони на прикладі р. Лімниця – гідрологічний пост Перевозець

Описаний спосіб визначення вагових коефіцієнтів з використанням програмного забезпечення ArcGIS був розроблений самостійно і подібний підхід в інших вітчизняних роботах нами, поки що, не зустрічався.

За даними 17 метеостанцій окремо для кожного річкового басейну, залучаючи лише розташовані поруч метеостанції, було побудовано графіки зв'язку опадів, температури і вологості повітря від висоти розташування метеостанції для кожної висотної зони (рис. 4).

Дана операція проводилася індивідуально для кожного гірського річкового басейну окремо для кожного місяця, під час апроксимації використовувалися виключно лінійні рівняння зв'язку. Для прикладу наведемо залежності місяців кожного із сезонів, побудовані для басейну р.Стрий - Верхнє Синевидне (рис.4). Як можна бачити з рис. 4, отримані залежності є досить тісними, однак вони дещо погіршувалися у перехідні сезони. Для опадів це були, переважно, травень та червень місяці, а для температури повітря листопад і грудень. Однак, і в таких випадках величина коефіцієнту апроксимації не опускалася нижче 0,5 та, відповідно, коефіцієнт кореляції не був нижчим за 0,7, що свідчить про наявність зв'язку між метеорологічними складовими водного балансу та висотою місцевості в усі місяці і сезони гідрологічного року.

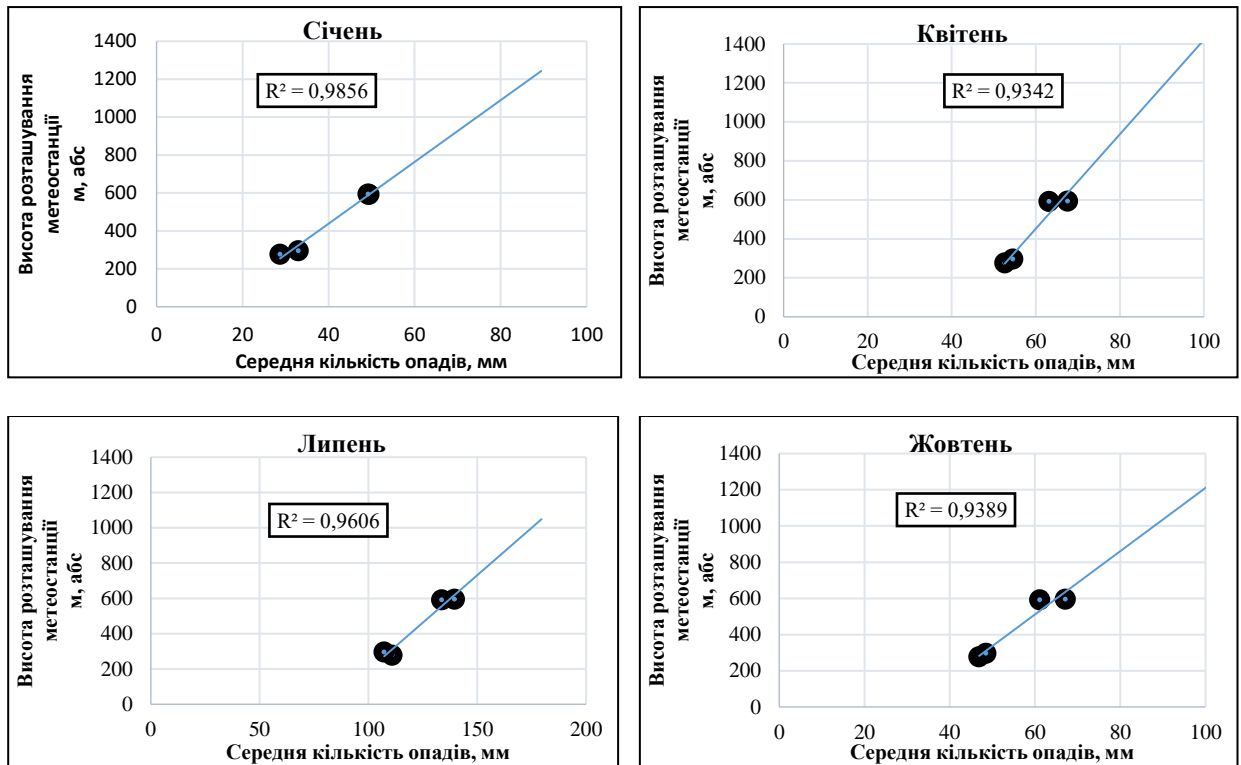


Рис. 4. Графіки зв'язку висоти розташування метеостанції до середньої кількості опадів за період 1956-2015 рр. для басейну р. Стрий – с. Верхнє Синевидне

Обчислення величини сумарного випаровування у роботі здійснювалося з використанням методу розрахунку за даними стандартних спостережень метеостанцій, який був запропонований А.Р. Константіновим і заснований на теорії турбулентної дифузії. Саме цей метод був використаний також М.Г. Галущенком у роботі [3] для обчислення водних балансів усіх річок басейну Дністра, станом на 1972 рік включно.

Для певного річкового басейну за кожен окремий місяць будувалися залежності температури повітря та його абсолютної вологості від висоти (рис. 5) найближчих метеорологічних станцій, у зоні впливу яких знаходиться даний річковий басейн. Далі, за даними про температуру ($^{\circ}\text{C}$) та абсолютну вологість повітря (мБ), осередненими по басейну, було визначено середні місячні значення випаровування за спільний період спостережень (1956-2015 рр.). Для цього, відповідно до методу А.Р. Константінова, за довідковими таблицями було визначено поправки на інерційність і отримано значення сумарної величини випаровування.

Значення річного стоку води обчислювалася за даними 10 гідрологічних постів (рис.6), для яких були визначені середні багаторічні значення витрат води по місяцях та за гідрологічний рік. Витрати води, в свою чергу, переводились в шари стоку. Також за даними висотних зон обрахована середньозважена висота водозбору для гірських річок басейну.

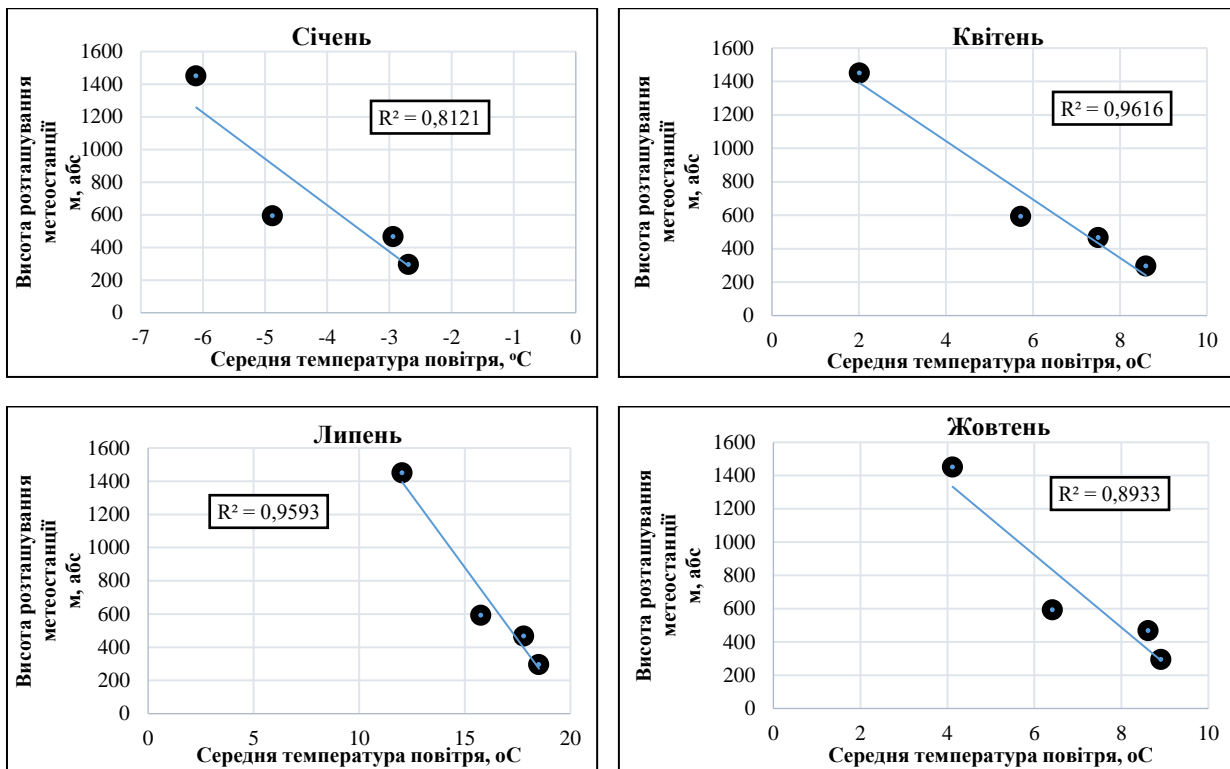


Рис. 5. Графіки зв'язку висоти розташування метеостанції до середньої температури повітря за період 1956-2015 рр. для р. Свіча – с. Зарічне

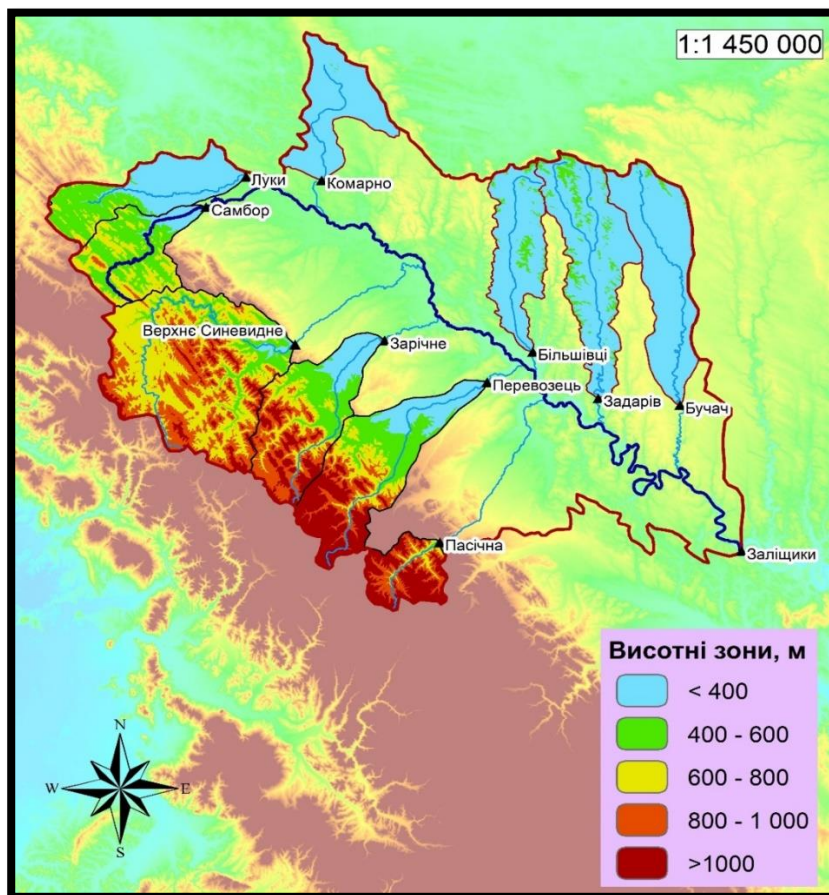


Рис. 6. Річкові басейни, для яких проведені водно-балансові розрахунки

Результати досліджень. З метою обчислення водного балансу басейнів річок Дністра до міста Заліщики розглядалися лише найбільші його притоки (рис. 6), оскільки такий підхід дозволяє, певною мірою, зменшити вплив місцевих факторів на результати розрахунків. Виключенням стала лише річка Бистриця, у випадку якої пости р. Бистриця Надвірнянська – с. Черніїв та р. Бистриця Солотвинська – м. Івано-Франківськ мають період спостережень з початком 1984 р., а після їх злиття гідрологічні пости взагалі відсутні. Для всіх решти гідрологічних постів із площами водозборів, близькими до 1000 км², водний баланс обчислено за формою табл. 3.

За період 1956-2015 рр. визначено середні багаторічні значення сум опадів (X , мм) по місяцях та за гідрологічний рік, розраховано шари стоку (Y , мм) для даних річкових басейнів, обраховано величини випаровування (Z , мм) та, відповідно до цього, отримано нев'язки водних балансів (μ , мм), які і характеризують точність їх обчислення. Результати обчислення складових водного балансу для періоду 1956-2015 рр. зведено в загальну таблицю 3.

Оцінюючи отримані результати можна виявити певні закономірності у структурі водного балансу басейнів річок Дністра. Для всіх гірських річок характерним є випадіння великої кількості опадів, в середньому близько 1027 мм на рік з високими показниками шарів стоку (516 мм/рік), які в окремих випадках перевищують величину випаровування (в середньому 492 мм/рік).

Рівнинні річки басейну Дністра до міста Заліщики характеризуються меншими водними ресурсами. Тут випадає в середньому 637 мм опадів на рік, що на 37% менше ніж та ж характеристика в гірських басейнах. Випаровування рівнинних басейнів помітно вище ніж для гірських і становить 565 мм/рік (на 14% вище гірських). Відповідно до цього на стік води припадає значно менша частка опадів (180 мм/рік), що становить близько 35% від загального стоку води з гірських водозборів.

Серед річних сум опадів характерно виділяється басейн р. Бистриця-Надворнянська, де випадає найбільша кількість опадів, а саме 1258 мм на рік. Це на 18% вище ніж середня багаторічна кількість опадів для річок гірського району і пояснюється, в першу чергу, невеликою площею водозбору та його гірським розташуванням. Це єдиний гідрологічний пост, баланс якого можна порівняти з розрахунками М.І. Кирилюка [7], тобто за минулі 20 років опади зросли на 30 мм, помітно зросла величина стоку води на 70 мм та знизилася випаровування на 100 мм. При цьому, р. Бистриця має найбільші величини стоку води серед всіх річок (692 мм/рік) та найменше випаровування (435 мм/рік). Доволі близькі значення кількості опадів мають річки Стрий та Лімниця з 1125 та 1014 мм відповідно. Найменший стік води серед досліджуваних річок спостерігається в басейні Гнилої Липи та Стрипи – всього 165 та 166 мм/рік відповідно для кожного.

У внутрішньорічному розподілі складових водного балансу теж можна виявити певні особливості та закономірності. З впевненістю можна відмітити, що найбільші показники опадів для досліджуваних річок зафіксовані в теплі місяці року, в більшості випадків – це травень-серпень. Також у більшості випадків в ці місяці фіксуються й найбільші середньомісячні показники стоку води та випаровування, інколи зі зміщенням на один місяць.

Максимальне середньомісячне значення опадів зафіксоване в липні в басейні р. Бистриця-Надворнянська – пост Пасічне. Тут опади досягають 163 мм/міс. Максимальний шар стоку води зафіксований на тій же річці в квітні і становить 107 мм/міс. Найбільше середньомісячне випаровування фіксується на рівнинних річках в червні місяці і сягає 87,5 мм/міс.

Таблиця 3. Багаторічні характеристики водного балансу басейнів річок Дністра до міста Запідки 1956-2015рр.

Річка – Гідрологічний пост	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	За рік	
р. Дністер - Самбір	X, мм	59,7	73,4	47,0	50,0	55,4	63,7	98,2	121,6	133,2	101,3	94,3	62,0	960
	У, мм	24,4	27,7	26,2	29,5	53,8	56,6	41,5	47,6	45,9	28,6	29,1	24,7	436
	Z, мм	31,5	6,0	6,0	8,0	37,5	56,5	75,0	86,0	71,5	60,5	41,0	34,5	514
	μ, мм	3,9	39,7	14,8	12,5	-36,0	-49,4	-18,3	-12,0	15,8	12,2	24,2	2,9	10
р. Стрвяж - Луки	X, мм	49,1	55,9	38,3	41,4	45,6	56,5	87,6	107,0	117,6	89,8	79,5	53,2	815
	У, мм	19,4	21,2	20,0	26,7	46,2	44,6	30,2	31,6	30,8	22,0	20,9	18,3	332
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	10,0	43,0	59,5	79,0	89,5	80,0	65,0	42,0	36,0	551
	μ, мм	-4,8	28,7	12,3	4,7	-43,6	-47,6	-21,6	-14,1	6,7	2,8	16,6	-1,1	-67
р. Стрий - Верхнє Синевидне	X, мм	74,2	98,6	59,3	62,1	68,3	71,7	106,2	134,1	151,2	111,6	114,4	72,9	1125
	У, мм	36,2	35,9	26,1	32,0	69,6	92,2	54,2	53,3	52,1	36,3	34,4	31,4	554
	Z, мм	29,0	8,0	2,0	6,0	37,5	51,0	71,5	83,5	62,5	33,5	32,0	28,0	445
	μ, мм	9,0	54,7	31,2	24,1	-38,8	-71,5	-19,5	-2,7	36,6	41,8	48,0	13,5	126
р. Свіча - Зарічне	X, мм	55,2	54,2	68,1	65,8	70,4	71,4	98,7	117,2	110,7	153,2	70,5	56,4	992
	У, мм	36,2	34,2	27,7	31,6	60,4	93,0	72,4	72,7	69,0	47,8	41,8	33,0	620
	Z, мм	30,0	10,0	6,0	6,0	37,5	53,5	75,0	86,0	72,0	60,0	37,0	32,5	506
	μ, мм	-11,1	10,0	34,4	28,2	-27,6	-75,1	-48,6	-41,4	-30,3	45,4	-8,3	-9,1	-134
р. Лімниця - Перевозець	X, мм	63,4	62,1	46,9	51,6	63,6	74,3	113,0	137,1	142,3	107,3	86,5	66,4	1014
	У, мм	24,3	21,2	16,0	18,4	36,0	67,6	67,9	62,8	56,3	37,9	32,2	23,4	464
	Z, мм	30,0	8,0	6,0	6,0	37,5	53,5	75,0	86,0	72,0	60,0	37,0	31,0	502
	μ, мм	9,0	32,9	24,8	27,1	-9,9	-46,8	-29,9	-11,7	14,0	9,4	17,3	12,0	48

Продовження табл. 3

р. Бистриця- Надворнянська - Пасічна	X, мм	87,7	85,2	64,7	64,7	90,5	94,1	132,9	162,4	163,0	121,7	104,0	87,1	1258
	У, мм	37,7	32,1	22,8	25,4	53,1	107,7	101,9	83,2	80,5	59,3	49,4	38,4	692
	Z, мм	27,5	8,0	2,0	6,0	34,5	47,5	67,5	81,0	57,0	45,5	31,5	26,5	435
	μ, мм	22,4	45,1	39,9	33,3	2,9	-61,2	-36,6	-1,8	25,5	17,0	23,1	22,1	132
р. Верещиця - Комарно	X, мм	47,3	51,7	42,8	43,8	43,2	51,5	81,0	91,4	99,3	77,3	61,5	48,7	740
	У, мм	12,7	13,1	12,07	14,0	18,7	18,0	14,3	19,2	17,2	15,0	20,1	16,7	191
	Z, мм	34,5	6	6	8	43	59,5	77,5	87,5	80,5	69,5	46	37,5	555
	μ, мм	24,7	21,7	-18,5	-26	-10,8	-15,3	1,6	-7,3	-4,6	-5,5	0,1	32,6	-7
р. Гнила Липа - Більшівці	X, мм	37,7	40,1	32,7	35,0	35,9	44,8	72,3	85,6	85,7	72,4	56,0	39,6	638
	У, мм	10,5	11,3	11,9	14,5	20,8	19,6	13,9	15,4	14,0	11,7	10,4	10,7	165
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560
	μ, мм	-7,3	22,8	14,7	12,5	-27,9	-34,9	-21,1	-17,2	-9,3	-8,8	-1,4	-8,6	-86
р. Золота Липа - Задарів	X, мм	37,8	40,5	33,0	35,7	36,0	43,5	70,3	84,0	82,9	70,8	56,0	39,1	630
	У, мм	13,0	13,7	13,9	14,9	20,7	21,4	18,0	18,4	17,9	16,2	15,8	15,3	199
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560
	μ, мм	-9,7	20,9	13,1	12,8	-27,7	-37,9	-27,2	-21,9	-16,0	-15,0	-6,8	-13,8	-129
р. Стрипа - Бучач	X, мм	37,9	40,0	32,8	35,3	35,4	43,4	70,0	83,6	85,0	69,7	55,7	37,8	627
	У, мм	10,5	10,5	10,9	11,9	20,4	22,7	14,2	14,1	13,0	12,7	12,5	12,2	166
	Z, мм	34,5	6,0	6,0	8,0	43,0	60,0	79,5	87,5	81,0	69,5	47,0	37,5	560
	μ, мм	-7,1	23,5	16,0	15,4	-28,0	-39,3	-23,8	-18,0	-9,0	-12,5	-3,8	-11,8	-99

Примітка: X – Середня кількість опадів, мм
У – Середній шар стоку, мм
Z – Виларування, мм
μ – Нев'язка водного балансу, мм

Щодо нев'язок у розрахунках водного балансу, то їх найбільші значення спостерігаються у водному балансу басейну Свічі - 134 мм (13% від опадів) та Золотої Липи - 129 мм (20% від опадів). Оскільки допустимі межі становлять 20-30% від кількості опадів, то можна стверджувати про надійність розрахованих рівнянь водного балансу.

Цікаво відмітити, що найменша нев'язка обчислено для р. Дністер –Самбір та р.Верещиця - Комарно і становить всього 10 та 7 мм відповідно від загальної кількості опадів. Це становить всього 1% похибки розрахунку.

Для оцінювання кількісного співвідношення між складовими водного балансу була розраховані коефіцієнти стоку води та посушливості (табл. 4).

Таблиця 4. Характеристики водного балансу річок Дністра до міста Заліщики

Річка – гідрологічний пост	Коефіцієнт стоку води	Коефіцієнт посушливості	Середня багаторічна температура повітря, °С
р.Дністер – Самбір	0,45	0,54	3,38
р.Стрвяж – Луки	0,41	0,68	4,89
р. Стрий - Верхнє Синевидне	0,49	0,40	1,87
р. Свіча – Зарічне	0,62	0,51	3,32
р.Лімниця – Перевозець	0,46	0,49	3,35
р.Бистриця-Надворн. – Пасічна	0,55	0,35	1,25
р.Верещиця – Комарно	0,26	0,75	5,37
р.Гнила Липа – Більшівці	0,26	0,88	5,45
р.Золота Липа – Задарів	0,32	0,89	5,43
р.Стрипа – Бучач	0,26	0,89	5,36

Показники коефіцієнтів стоку води та посушливості характеризують частку стоку та випаровування в структурі водного балансу. В сумі ці коефіцієнти мають складати одиницю. Але на практиці такого майже ніколи не буде, оскільки завжди присутня нев'язка водного балансу. Аналізуючи табл.4 можна сказати, що в багаторічному розрізі, для 3-х басейнів Дністра стік води перевищує випаровування в середньому на 25% (р. Стрий, р. Свіча, р. Бистриця-Надвірнянська). Решта річок характеризуються перевищенням показників коефіцієнту посушливості над коефіцієнтом стоку води. Для гірських річок таке перевищення становить в середньому 17%, а для рівнинних - 68 %.

Для температурного режиму, який є головним фактором розподілу витратної частини водного балансу, характерна чітко виражена висотна поясність. Найнижча середня багаторічна температура повітря спостерігається в гірських водозборах річок Стрия та Бистриці-Надвірнянської, в середньому 1-2°С. Найвищі середні показники температури зафіксовані на лівих притоках Дністра (Верещиця, Гнила Липа, Золота Липа, Стрипа) і становлять 5-6°С.

В загальному випадку для гірських річок (Стрвяж, Стрий, Свіча, Лімниця та Бистриця-Надвірнянська) басейну Дністра до міста Заліщики характерним є випадіння великої кількості опадів, з яких переважна частка йде на річковий стік з даних басейнів. Випаровування невелике, що також підтверджується низькими середніми багаторічними температурами в басейнах.

Для рівнини спостерігається зворотна ситуація: значно нижча кількість опадів і переважання частки випаровування в структурі балансу. Середні багаторічні температури повітря вищі, а стік доволі низький, порівнюючи з басейнами гірської частини водозбору.

Висновки. За отриманими результатами можна зробити такі висновки. В багаторічному балансі, для гірських річок Стрвяж, Стрий, Свіча, Лімниця та Бистриця-Надвірнянська характерним є випадіння значної кількості опадів, з яких більша частина йде на стік води з їх басейнів. (516 мм/рік). Випаровування порівняно невелике (в середньому 492 мм/рік), що також підтверджується низькими середніми багаторічними температурами в басейнах (від +1 до +4°C).

У басейнах рівнинних річок спостерігається зворотна ситуація, нижча кількість опадів (637 мм/рік) і переважання частки випаровування в структурі балансу (565 мм/рік). В декілька разів вища середня багаторічна температура повітря (+5 - +5,5 °C) і нижчий стік води (180 мм/рік).

У внутрішньорічному розподілі складових водного балансу теж можна виявити певні закономірності. Найбільша кількість опадів для всіх річок зафіксовані в теплі місяці року, в більшості випадків це травень-серпень, коли фіксуються і найбільші середньомісячні показники стоку та випаровування, інколи зі зміщенням на один місяць.

В загальному випадку водний баланс - це пряме відображення водного режиму та водних ресурсів території, які можна використовувати для забезпечення потреб населення та окремих галузей господарства. Тому, на нашу думку, досить актуальними є подальші водно-балансові дослідження даної території із залученням усіх гідрологічних постів, розташованих в межах досліджуваного водозбору.

Список літератури

1. Железняк И.А., Красовская Т.М. Ресурсы речного стока и водный баланс Украины и Молдавии. Труды УкрНИГМИ, 1966. Вып.64. с.94-136. 2. Онуфриенко Л. Г. Водные ресурсы и водный баланс вод Украины и Молдавии. Труды УкрНИГМИ, 1969. Вып.76. с.116-129. 3. Галущенко Н.Г. Водный баланс рек бассейна Днестра. Труды Украинского регионального научно-исследовательского института. Вып.153. М.: Гидрометеиздат, 1977. С.126-139. 4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия / Под ред. М.С. Каганера. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 884 с. 5. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца. К.: Урожай, 1987. 304 с. 6. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. проф. Л. И. Сакали. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 366 с. 7. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.

Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

В статті наведені розрахунки водного балансу для 10 найбільших замикальних створів в басейні річки Дністер до міста Заліщики за даними 17 метеостанцій, що знаходяться в басейні та за його межами. Для зазначених пунктів спостережень зібрана гідрометеорологічна інформація по середньомісячному, середньорічному стоку води, атмосферних опадах, температурі та абсолютній вологості повітря. Всі ряди даних приведені до єдиного розрахункового періоду 1956 – 2015 рр.

Обчислення величини сумарного випаровування у роботі здійснювалося з використанням методу розрахунку за даними стандартних спостережень метеостанцій (метод А. Р. Константінова).

Для 10 замикальних створів в басейні річки Дністер до міста Заліщики визначено середні багаторічні значення сум опадів по місяцях та за гідрологічний рік. Розраховано шари стоку для даних річкових басейнів. Обраховано величини випаровування і, відповідно до цього, отримано нев'язки водних балансів. Всі нев'язки складових водного балансу входять в допустимі межі.

Проведена детальна оцінка та порівняння складових водного балансу, визначення їх особливостей та відмінностей. Додатково обчислено коефіцієнти стоку та посушливості для 10 розрахункових басейнів.

Ключові слова: водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, розподіл складових водного балансу, стік, посушливість.

**Водный баланс бассейнов рек Днестра до города Залещики
Кожемякин Д.В., Черноморец Ю.А.**

В статье наведены расчеты водного баланса для 10 крупнейших замыкающих створов в бассейне реки Днестр в город Залещики по данным 17 метеостанций, находящихся в бассейне и за его пределами. Для указанных пунктов наблюдений собрана гидрометеорологическая информация по среднемесячному, среднегодовому стокам воды, атмосферных осадках, температуре и абсолютной влажности воздуха. Все ряды данных приведены к единому расчетному периоду 1956 - 2015 гг.

Вычисление величины суммарного испарения в работе осуществлялось с использованием метода расчета по данным стандартных наблюдений метеостанций (метод А. Г. Константинова).

Для 10 замыкающих створов в бассейне реки Днестр до города Залещики определены средние многолетние значения сумм осадков по месяцам и за гидрологический год. Рассчитано стоки стока для данных речных бассейнов. Подсчитано величины испарения и, соответственно получено невязки водных балансов. Все невязки составляющих водного баланса входят в допустимые пределы.

Проведена детальная оценка и сравнение составляющих водного баланса, определены их особенности и различия. Дополнительно вычислено коэффициенты стока и засушливости для 10 расчетных бассейнов.

Ключевые слова: водный баланс, весовые коэффициенты, GIS программы, распределение составляющих водного баланса, сток, засушливость.

**Water balance of the Dniester river basins to the city of Zalishchiki
Kozhemiakin D.V., Chornomorets Y.O.**

This paper presents results of calculations of the water balance for the 10 streamgages in the Dniester river basin until Zalishchiki city. Studies were performed using the data from 17 meteorological stations located within the basin and outside. For these observation points, hydrometeorological data were collected: monthly and annual average runoff of water, amount of precipitation, temperature and absolute humidity of air. All data rows are brought to united calculation period from 1956 to 2015.

Determination of the weight coefficients of the plains river basins of the Vereshchiza, Gnilya Lypa, Zolota Lypa, Stripa were carried out by triangulation method. To divide the basin into triangles and to determine the impact of each meteorological station the ArcGIS software was used.

Within the basins of the mountain rivers Stryvyaz, Striy, Limniza, Svicha, Bystrytsa in the catchment of the river Dniester until Zalishchiki city were allocated 5 high-altitude zones: 200-400 m; 400-600 m; 600-800 m; 800-1000 m; > 1000 m. The influence of each high-altitude zone was determined using ArcGIS software. For each mountain basin correlation graphs of precipitation, temperature and humidity of air from the height of the meteorological station for all months were built. According to the data of high-altitude zones, the weighted average height of the catchment zone for the mountain rivers of the basin was calculated.

The calculation of the amount of total evaporation in the work was carried out using the method of calculation using the data of standard observations of meteorological stations (method Konstantinova).

The value of annual water runoff was obtained by transferring the water flow into the runoff layers.

For the 10 streamgages in the basin of the Dniester river until the Zalishchiki city, the values of the average amount of long-term precipitation for every month and for the hydrological year were determined. The runoff layers were calculated for river basins that are being studied. The values of evaporation were calculated and, according to that, unbalance of water balances was obtained. All unbalances of the components of the water balance are within the permissible limits.

A detailed assessment and comparison of the components of the water balance, their characteristics and differences were made. Additionally, runoff and aridity rates were calculated for 10 river basins that are being studied.

Key words: water balance, weight coefficients, GIS software, water balance components distribution, runoff, aridity.

Надійшла до редколегії 12.02.2018