

УДК 556.512

Кожем'якін Д.В.¹, Чорноморець Ю.О.²

¹Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м. Київ

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПРОСТОРОВА ТА ЧАСОВА ДИНАМІКА СКЛАДОВИХ ВОДНОГО БАЛАНСУ БАСЕЙНУ РІЧКИ ДНІСТЕР ДО МІСТА ЗАЛІЩИКИ

Ключові слова: водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, опади, річковий стік, сумарне випаровування, коефіцієнт посушливості, коефіцієнт стоку.

Актуальність дослідження. Обчислення водного балансу являється одним з найважливіших завдань сучасної гідрології. Водний баланс будь-якої території дає можливість через кількісні співвідношення його складових оцінити характер та специфіку перебігу гідрометеорологічних процесів та явищ в межах конкретних річкових басейнів. В умовах кліматичних змін, вивчення і встановлення закономірностей формування поверхневих і підземних водних ресурсів, їх структури та кількісної оцінки, розроблення заходів з управління водним режимом території є однією з найбільш актуальних проблем, що постали перед людством в XXI столітті.

Метою дослідження є розрахунок складових водного балансу та складання його рівняння за багаторічний та за 30-ти річні періоди для основних приток та безпосередньо для самого Дністра до гідрологічного поста Заліщики за гідрологічний рік.

Аналіз попередніх досліджень. Серед вчених що досліджували зміни стоку води як складової водного балансу в часі, варто навести роботи А.В. Христофорова, Г.Х. Ісмаїлова та Н.В. Муращенко [2-3]. Часовий аналіз змін складових водного балансу в наукових працях даних авторів проводився за допомогою порівняння рівних за тривалістю періодів (20-ти та 30-ти річок). Важливою для аналізу випаровування як складової водного балансу є монографія А.Р. Константінова в якій описано способи вимірювання, розрахунків і дослідження випаровування в природних умовах з поверхні ґрунту, снігу та води [4]. В 2012 році вийшов завершальний звіт С. Краковської, В. Балабух, Л. Горбачевої, Ю. Набиванця, в якому проаналізовано зміни клімату в басейні річки Дністер та дана характеристика впливу цих змін на водні ресурси регіону [5]. Дані про складові водного балансу річки Дністер подано в деяких інших статтях і довідниках [6-9].

Вихідні дані. Басейн Дністра до гідрологічного поста Заліщики має площу 24600 км² в межах яких діє 22 гідрологічних поста (рис. 1) що мають достатньо тривалий період спостережень. Для кожного гідрологічного поста зібрано вихідну інформацію про середньомісячні та середньорічні витрати води за період 1956-2015 рр. Для 16 метеостанцій в межах басейну та поблизу нього зібрано дані по опадах, абсолютній вологості та температурі повітря за період 1956-2015 рр. Всі ряди приведені до єдиного періоду спостереження, а також поділені на два 30-ти річні періоди для оцінки часової динаміки складових водного балансу. Додатково варто відмітити, що метеостанція Бережани знаходиться в межах так званого «фенового ефекту», тому дані спостереження за опадами на даній станції суттєво відрізняються від кількостей опадів прилеглих територій. Для їх уточнення у розрахунках, використовувалися спостереження найближчої метеостанції Підгайці.

Список гідрологічних постів	
1	р. Дністер - Самбір
2	р. Дністер - Розділ
3	р. Дністер - Журавне
4	р. Дністер - Галич
5	р. Дністер - Заліщики
6	р. Стрв'яз - Луки
7	р. Верещиця - Комарно
8	р. Бистриця - Озимино
9	р. Тисмениця - Дрогобич
10	р. Щерек - Щирець
11	р. Стрий - Верхнє Синеvidнє
12	р. Свіча - Зарічне
13	р. Св'яз - Букачівці
14	р. Лімниця - Перевозець
15	р. Луква - Бондарів
16	р. Гнила Липа - Більшівці
17	р. Бистриця-Солотвинська - Івано-Франківськ
18	р. Бистриця-Надворнянська - Пасічна
19	р. Ворона - Тисмениця
20	р. Золота Липа - Задарів
21	р. Коропець - Коропець
22	р. Стрипа - Бучач

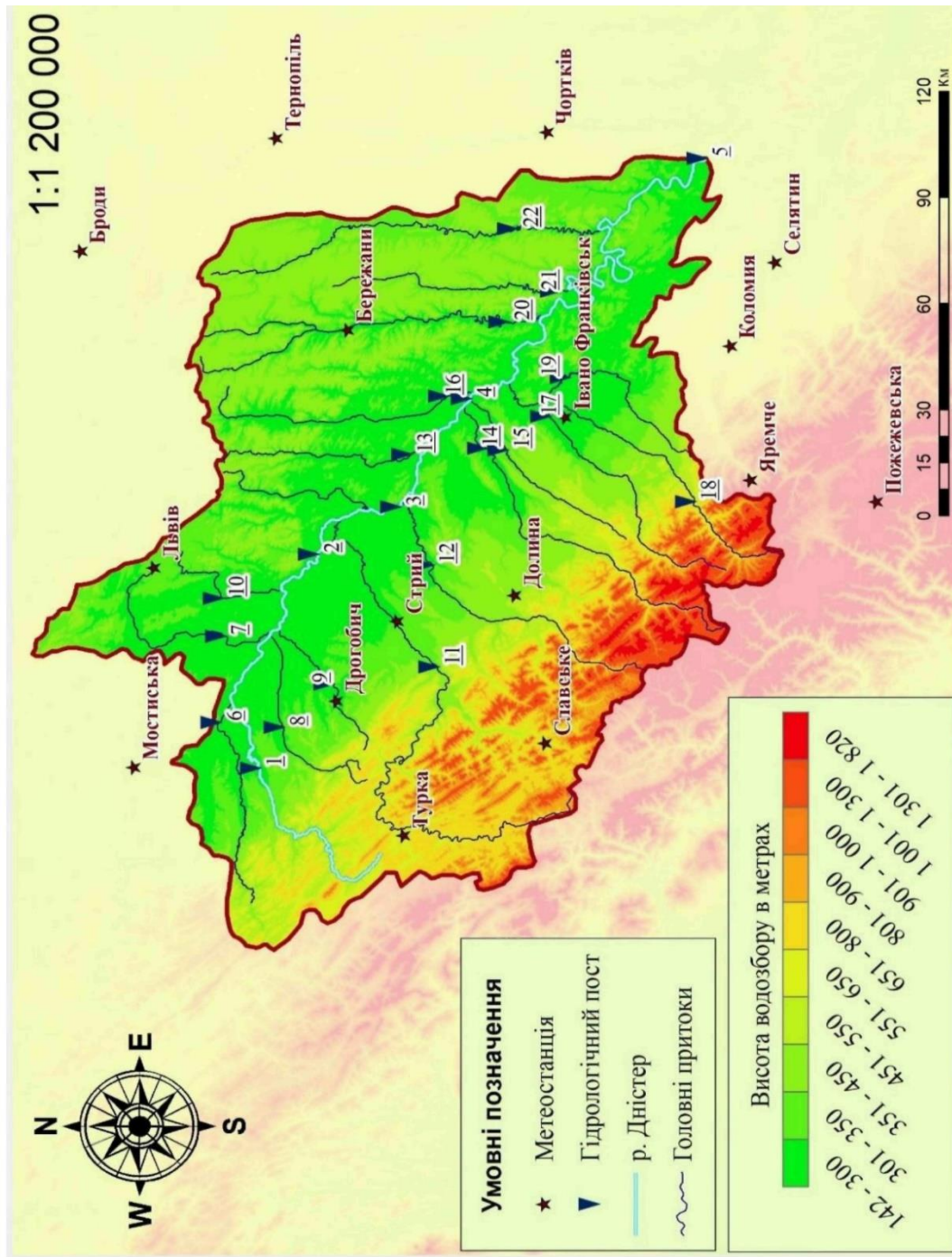


Рис. 1. Басейн річки Дністер до міста Заліщики з розрахунковими гідрологічними постами і метеостанціями

Методика визначення складових водного балансу. Основною вимогою при розрахунках водних балансів є визначення його основних компонентів (атмосферних опадів, сумарного випаровування, річкового стоку води) незалежними методами.

Для річок рівнинної частини Дністра (річки Верещиця, Щерек, Свіж, Гнила Липа, Золота Липа, Коропець, Стрипа) (рис. 1) використовувався метод зважування (метод трикутників), який передбачає поділ басейнів геоінформаційною системою Arc GIS на трикутники. Кожен такий трикутник представляє собою зону впливу окремої метеостанції. Більш детальний опис даної методики наведено в нашій попередній статті [10]. Для гірських басейнів річок Дністра (Стрв'яз, Бистриця, Тисмениця, Стрий, Лімниця, Свіча, Луква, Бистриця-Солотвинська, Бистриця-Надворнянська, Ворона) виділено висотні зони [10]. Характер висотної зональності цих річок не дозволяє використовувати метод зважування, як це робилося для річок рівнинної частини Дністра. За даними опадів, абсолютної вологості повітря та температури повітря будувалися графіки залежності метеорологічних величин від висоти водозбору [10]. Таким чином отримувалися їх осереднені значення для кожного гірського річкового басейну Дністра. Методика використовувалася для кожного місяця року та трьох часових періодів (1956-2015, 1956-1985 та 1986-2015 рр.).

Сумарне випаровування рівнинних і гірських водозборів Дністра розраховане за методом А. Р. Константінова на основі осереднених місячних даних по абсолютній вологості повітря та середньомісячній температурі повітря [10-11]. Цей метод дозволяє достатньо просто і швидко розрахувати сумарне випаровування при наявності стандартних метеорологічних спостережень.

Річковий стік обчислювався через витрати води, які переводилися в шари стоку для кожного місяця, гідрологічного року та двох 30-ти річних періодів.

Результати досліджень. Водний баланс обчислювався для семи рівнинних та десяти гірських приток річки Дністер, які знаходяться в межах басейну Дністра до замикального створу Заліщики (табл.1). Додатково розраховано коефіцієнти стоку та коефіцієнти посушливості для кожного досліджуваного водозбору. Дані показники характеризують частку стоку води та сумарного випаровування в структурі водного балансу. Також дані показники показують нев'язку розрахунків водного балансу в частках від одиниці, однак практично в сумі вони майже ніколи не дорівнюють одиниці.

Аналізуючи таблицю 1 можна сказати, що в багаторічному балансі лівобережних (рівнинних) приток річна сума опадів поступово знижується у напрямку з північного заходу на південний схід у відповідності до загальних особливостей фізико-географічної зональності території. Сумарне випаровування характеризується зворотною тенденцією до зростання вниз за течією головного русла. Величина шарів стоку води річок змінюється певною мірою нерівномірно по сусідніх притоках, хоча і помітним є їх поступове зменшення ближче до замикального створу Заліщики.

Як уже зазначалося вище, на формування кількості опадів в районі метеорологічної станції Бережани значний вплив здійснює «феновий ефект», викликаний особливостями розташування самого карпатського гірського масиву, впливу якого намагалися уникнути прийнявши для розрахунків відповідних балансів опади за даними опадомірного пункту Підгайці. Однак повністю привести опади до реальних значень таким чином не вдалося і тому нев'язки розрахунків балансів басейнів річок Золота Липа, Коропець та Стрипа мають найвищі значення серед усіх наших розрахунків (10-15% від опадів). Хоча тут важливо наголосити що всі

вони також знаходяться у межах допустимих показників. Найменші нев'язки розрахунків водного балансу отримані для Верещиці та Щереку, де вони складають всього 1% від річної суми опадів.

Таблиця 1. Багаторічний водний баланс басейнів приток Дністра до замикального створу Заліщики

Річка – Пост	Складові водного балансу					
	P, мм	Q, мм	E, мм	μ , мм	K _{стоку}	K _{посуш}
р. Дністер – Самбір(г)	960	436	514	10	0,45	0,54
р. Стрвяж - Луки(г)	815	332	551	-67	0,41	0,68
р.Верещиця - Комарно(р)	740	191	556	-7	0,26	0,75
р.Бистриця - Озимина(г)	928	385	519	25	0,41	0,56
р.Тисмениця - Дрогобич(г)	827	459	546	-178	0,55	0,66
р. Щерек - Щирець(р)	741	193	555	-6	0,26	0,75
р. Стрий - Верхнє Синевиднє(г)	1125	554	445	126	0,49	0,40
р. Свіча - Зарічне(г)	992	620	506	-134	0,62	0,51
р.Свіж - Букачівці(р)	700	174	560	-34	0,25	0,80
р. Лімниця - Перевозець(г)	1014	464	502	48	0,46	0,49
р. Луква - Бондарів(г)	835	393	537	-94	0,47	0,64
р.Гнила Липа - Більшівці(р)	755	164	559	30	0,22	0,74
р. Бистриця-Солотвинська - Івано-Франківськ (г)	920	426	526	-32	0,46	0,57
р.Бистриця-Надвирнянська - Пасічна(г)	1258	692	435	132	0,55	0,35
р. Ворона - Тисмениця(г)	743	220	560	-38	0,30	0,75
р.Золота Липа - Задарів(р)	687	199	559	-71	0,29	0,81
р. Коропець - Коропець(р)	736	174	570	-9	0,24	0,78
р.Стрипа - Бучач(р)	671	166	559	-54	0,25	0,83

Примітка. P – середня кількість опадів, мм; Q – середній шар стоку, мм; E – сумарне випаровування, мм; μ - нев'язка розрахунку водного балансу, мм; K_{ст} – коефіцієнт стоку; K_{посуш} – коефіцієнт посушливості; г – гірська притока; р – рівнинна притока.

Говорячи про розподіл витратної частини між стоком води і сумарним випаровуванням, можна відмітити абсолютне переважання другого. На часту стоку води приток лівобережної частини Дністра припадає близько 20-25%, тоді як на сумарне випаровування йде 75-80% всіх опадів, що випадають в басейнах.

У свою чергу, характер розподілу складових водного балансу гірських водозборів обумовлений переважно більш низькими річними температурами повітря та більшою висотою водозборів, що обумовлює перерозподіл у витратній частині балансу з сумарного випаровування на річковий стік. Для всіх гірських (правобережних) басейнів річок характерним є випадіння великої кількості опадів, в середньому близько 950 мм на рік з високими показниками шарів стоку (453 мм/рік), які в деяких випадках навіть перевищують величину сумарного випаровування (в середньому 513 мм/рік).

Найбільше опадів випадає у верхів'ях річок, так у басейні Бистриця – Надвирнянська, випадає 1258 мм на рік, що на 25% вище ніж середня багаторічна кількість опадів для річок гірського району. Доволі близькі показники кількості опадів мають басейни річок Стрий та Лімниця з 1125 та 1014 мм відповідно. При цьому, р. Бистриця-Надвирнянська має найбільші показники стоку води серед всіх річок (692 мм/рік) та найменше сумарне випаровування (435 мм/рік). Найвищі показники випаровування з водозбору р. Ворона – 560 мм/рік. Це становить 75 % від кількості опадів, що наближає водозбір річки до характеру рівнинного. Середні показники

коефіцієнтів стоку та посушливості майже рівні між собою - 0,47 та 0,56 відповідно. Для річок Стрий, Свіча та Бистриця – Надвірнянська показник коефіцієнту стоку вищий, що говорить про переважання шарів стоку води в структурі витратної частки водного балансу.

Говорячи про нев'язки розрахунків водного балансу сильно виділяється р. Тисмениця, де вона сягає - 178 мм від загальної кількості опадів в її басейні. Як вдалося з'ясувати, це скоріше за все спричинено неякісними спостереженнями на гідрологічному посту Дрогобич. Стік даної річки помітно завищений порівняно з річками даного регіону і саме тому гідрологічний пост в місті Дрогобич потребує перевірки правильності проведення гідрометричних спостережень. Для більш високогірних річок, як видно з таблиці, нев'язки дещо вищі. Це відбувається через відсутність метеостанцій на висотах більше 1000 м, які б дозволили визначати метеорологічну інформацію більш точно. Але загалом всі нев'язки входять в допустимі межі і результати можна вважати достовірними.

Важливим аспектом при складанні водного балансу є аналіз зміни водного балансу для двох однакових інтервалів часу. Для цього виділено два 30-ти річні періоди (1956-1985 та 1986-2015 рр.) та визначено різниця в перерозподілі складових водного балансу, яка вказує на зміни, що відбулися в сучасний період (1986-2015 рр.) порівняно з попереднім (1956-1985 рр.). Це також дає змогу перевірити правильність складання водного балансу та оцінки однорідності рядів (табл. 2).

Для річок Верещиця та Щерек добре видно зростання всіх складових водного балансу: опадів на 13 мм, шару стоку на 70 мм та сумарного випаровування на 23 мм. Невідповідність в зростанні прибуткової і видаткової частки водного балансу обумовила зростання нев'язки розрахунків водного балансу сучасного періоду.

Для басейнів річок Гнила Липа, Золота Липа, Коропець, Стрипа характерне незначне зростання прибуткової частини, в середньому на 10 мм, та суттєве зростання сумарного випаровування (на 23 мм за 30 років). За рахунок цього дещо зросли і нев'язки розрахунків водного балансу даних річок. Шари стоку зазначених річок значною мірою не змінилися. В басейні р. Свіж не спостерігається помітних змін в структурі балансу, тут варто відмітити тільки зростання випаровування на 14 мм. З таблиці 2 видно суттєве зростання абсолютної величини складових водного балансу правобережних (гірських) приток Дністра: кількості опадів – на 21 мм/рік, шару стоку води - на 21 мм/рік та сумарного випаровування – на 25 мм/рік. Слабо помітні зміни багаторічного балансу річок Ворона, Бистриця- Солотвинська та Луква. Тут з впевненістю можна говорити тільки про стабільне збільшення випаровування. Найбільші зростання кількості опадів та величини стоку відбулися в басейні р. Свіча. Тут спостерігається зростання кількості опадів на 74 мм та шару стоку на 111 мм. Відповідно до цього, для даного річкового басейну зросла нев'язка розрахунку водного балансу майже на 65 мм. Шари стоку води зменшилися для річок Стрий та Лімниця на 36 та 64 мм відповідно.

В перерозподілі коефіцієнтів стоку можна помітити протилежні тенденції у їх багаторічних змінах, тобто зростання стоку води р. Свічі врівноважується його зниженням в басейнах річок Лімниця та Стрия і це питання потребує більш детального вивчення із залученням результатів спостережень на метеостанції Плай. Коефіцієнт посушливості навпаки має чітко виражену тенденцію до зростання, що обумовлене, як ми вважаємо, підвищенням температури повітря. Величина вказаного зростання коефіцієнту посушливості знаходиться в межах 0,01-0,04 і в середньому для правобережних приток Дністра відповідає 0,015 за 30 років. Оскільки дана величина є безрозмірною, її можна порівняти з таким же значеннями,

обчисленими за результатами моделювання водного балансу [12] для басейну р. Колорадо, де вона становить 0,02 на майбутні 50 років.

Таблиця 2. Зміна багаторічних складових водного балансу для басейнів приток р. Дністер в другу 30-ти річку (1986-2015 рр) порівняно з першою (1956-1985 рр)

Річка – Пост	Складові водного балансу					
	P, мм	Q, мм	E, мм	μ , мм	$K_{\text{стоку}}$	$K_{\text{посуш}}$
р. Дністер – Самбір(г)	+35	+17	+25	-6	0,00	+0,01
р. Стрв'яз - Луки(г)	+22	+84	+28	-90	+0,09	+0,02
р.Верещиця - Комарно(р)	+13	+65	+23	-75	+0,08	+0,02
р.Бистриця - Озимина(г)	+32	+50	+29	-46	+0,04	+0,01
р.Тисмениця - Дрогобич(г)	+22	+44	+24	-47	+0,04	+0,01
р. Щерек - Щирець(р)	+13	+73	+23	-83	+0,09	+0,02
р. Стрий - Верхнє Синевидне(г)	+33	-36	+15	+54	-0,05	0,00
р. Свіча - Зарічне(г)	+74	+111	+28	-65	+0,06	-0,01
р.Свіж - Букачівці(р)	-7	+4	+14	-25	+0,01	+0,03
р. Лімниця - Перевозець(г)	+30	-64	+38	+57	-0,07	+0,02
р. Луква - Бондарів(г)	-7	+3	+24	-34	+0,01	+0,03
р.Гнила Липа - Більшівці(р)	+7	-13	+17	+3	-0,02	+0,02
р. Бистриця-Солотвинська - Івано-Франківськ(г)	-5	+8	+29	-41	+0,01	+0,03
р.Бистриця-Надворнянська - Пасічна(г)	+1	+18	+11	-27	+0,01	+0,01
р. Ворона - Тисмениця(г)	-8	-3	+25	-30	0,00	+0,04
р.Золота Липа - Задарів(р)	+15	+3	+30	-17	0,00	+0,03
р. Коропець - Коропець(р)	+12	-1	+25	-12	-0,01	+0,02
р.Стрипа - Бучач(р)	+8	-15	+30	-6	-0,03	+0,03

Примітка. P – середня кількість опадів, мм; Q – середній шар стоку, мм; E – сумарне випаровування, мм; μ - нев'язка розрахунку водного балансу, мм; $K_{\text{ст}}$ – коефіцієнт стоку; $K_{\text{посуш}}$ – коефіцієнт посушливості; g – гірська притока; p – рівнинна притока.

Цитуючи М.Г. Галущенко, «...оптимальна площа розрахункових водно-балансових басейнів знаходиться в межах від 1000 до 8000-10000 км² і при необхідності проведення водно-балансових розрахунків для водозборів з площами більше 10 тис. км² варто виділити в його межах однорідні басейни менших розмірів» [11]. В нашому випадку, площа водозбору р Дністер до гідрологічного поста Заліщики становить 24 600 км², що й послугувало причиною виділення в межах басейну відповідних басейнів річок менших розмірів, описаних раніше.

Отримавши внутрішньорічні та багаторічні водні баланси 18-ти менших водозборів, оцінено та складено загальний баланс для всього водозбору Дністра до гідрологічного поста Заліщики. Вагові коефіцієнти кожної притоки оцінювались за внеском площі її басейну в загальну площу Дністра до гідрологічного поста Заліщиків. Ділянки міжприточного простору розподілялися відповідно до висоти водозбору, на якій ці ділянки розташовані. Таким чином, басейни річок та притоки без гідрологічних постів було розподілено між 18-тьма басейнами та сумарною частиною міжприточного простору, площа якої визначалася як різниця площ досліджуваних басейнів та загальної площі водозбору. Це дозволило вийти на 100% охоплення басейну р. Дністер, скласти його внутрішньорічний та багаторічний водний баланс.

Щоб оцінити просторовий розподіл складових водного балансу вздовж основного русла, використано 4 замикальних створи, на яких ведуться спостереження за стоком води, на головній артерії басейну річки Дністер (рис. 2).

Площа кожного наступного гідрологічного поста зростає вниз за течією, що дає змогу оцінити зміни складових водного балансу вздовж р. Дністер, та дізнатися вплив окремих приток на загальне рівняння водного балансу.

Варто відмітити, що отримані результати (табл. 3) є розрахованими за ваговими коефіцієнтами головних приток басейну Дністра, тому тут присутня похибка в тому числі, від водозборів, які не мають пунктів спостережень.

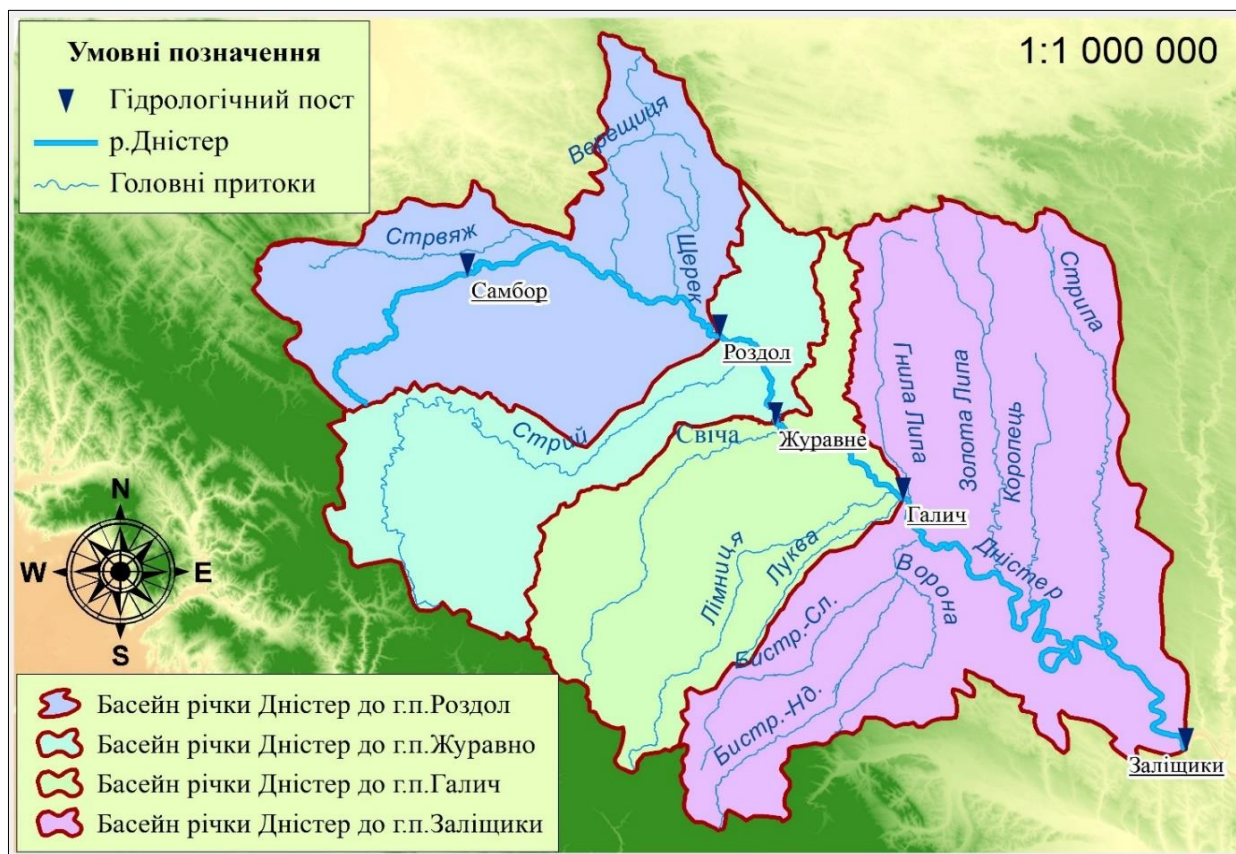


Рис. 2. Контури басейнів основних гідрологічних постів на річці Дністер з головними притоками

Таблиця 3. Багаторічний водний баланс р Дністер до замикального створу Заліщики

Річка - Пост	Складові водного балансу					
	P, мм	Q, мм	E, мм	μ , мм	$K_{стосу}$	$K_{посуш}$
р. Дністер - Розділ	796	270	547	-20	0,34	0,69
р. Дністер - Журавно	865	324	523	18	0,37	0,60
р. Дністер - Галич	859	341	525	-8	0,40	0,61
р. Дністер - Заліщики	805	278	535	-18	0,36	0,66

Примітка. P – середня кількість опадів, мм; Q – середній шар стоку, мм; E – сумарне випаровування, мм; μ – нев'язка розрахунку водного балансу, мм; $K_{ст}$ – коефіцієнт стоку; $K_{посуш}$ – коефіцієнт посушливості; g – гірська притока; p – рівнинна притока.

Як видно, найвищі значення кількості опадів і шарів стоку води спостерігаються для річки Дністер в межах водозбору Журавно та Галич. Це обумовлене впадінням великих гірських приток Стрия, Свічі, Лімниці. Тут варто відмітити, що саме для цих постів нев'язки розрахунків водного балансу є найменшими. Говорячи про отримане рівняння водного балансу можна сказати, що на стік води в середньому припадає від 35 до 40% від кількості опадів, а на сумарне

випаровування 60-65% для досліджуваного басейну. Це говорить про сильний вплив гірської частини водозбору на водний баланс і дозволяє характеризувати Дністер як напівгірську річку з високим коефіцієнтом стоку. Нев'язки розрахунків водного балансу за багаторічний період не перевищують 5 % від кількості опадів. А найменша похибка балансу спостерігається для річки Дністер – гідрологічного поста Галич, де вона становить всього 1 %.

Часова динаміка складових водного балансу басейну р. Дністер до гідрологічного поста Заліщики за два 30-річні періоди наведена у табл. 4.

Таблиця 4. Зміна багаторічних складових водного балансу для річки Дністер до гідрологічного поста Заліщики в другу 30-ти річку (1986-2015 рр) порівняно з першою (1956-1985 рр)

Річка - Пост	Складові водного балансу					
	P, мм	Q, мм	E, мм	μ , мм	$K_{\text{стоку}}$	$K_{\text{посуш}}$
р. Дністер - Розділ	+19	+63	+24	-68	+0,07	+0,01
р. Дністер - Журавно	+21	+41	+22	-41	+0,04	+0,01
р. Дністер - Галич	+17	+12	+20	-15	+0,01	+0,01
р. Дністер - Заліщики	+12	-3	+25	-10	-0,01	+0,02

Примітка. P – середня кількість опадів, мм; Q – середній шар стоку, мм; E – сумарне випаровування, мм; μ - невязка розрахунку водного балансу, мм; $K_{\text{ст}}$ – коефіцієнт стоку; $K_{\text{посуш}}$ – коефіцієнт посушливості; e – гірська притока; p – рівнинна притока.

Відповідно до табл.4, в першу чергу варто відмітити, зростання невязок розрахунків в другий період (1986-2015 рр.) середньому на 5%, що може бути викликане саме кліматичними змінами, адже температура повітря в басейні виросла на 1,03°C, що обумовило збільшення величини сумарного випаровування, яке виросло у всіх без винятку річкових басейнах в середньому на 22 мм за 30 років. Цей процес, у свою чергу, обумовив зростання прибуткової частини водного балансу в середньому на 16 мм.

Висновки. За результатами проведених розрахунків можна відмітити, що в басейні Дністра до міста Заліщики на річковий стік води в середньому припадає від 35 до 40% від кількості опадів, а на сумарне випаровування – 60-65%. Зростання середньої річної температури повітря на 1,03°C обумовило збільшення величини сумарного випаровування в середньому на 22 мм, тобто коефіцієнт посушливості виріс на 0,015. Про те, що в басейні Дністра відбуваються зміни у водно-балансовій системі та виведення її зі стану динамічної рівноваги, свідчить суттєве зростання абсолютної величини невязок розрахунків водного балансу в другий період (1986-2015 рр.).

В загальному випадку, зміни в складових водного балансу напряму впливатимуть на водний режим території і відповідно на забезпечення потреб населення та окремих галузей господарства. Тому досить важливими є подальші водно-балансові дослідження даної території.

Список літератури

1. Ковальчук І. Гідролого-геоморфологічні процеси в Карпатському регіоні України. Праці наукового товариства ім. Шевченка. К., 2003. С.101-125. 2. Исмаилов Г. Х., Муращенкова Н. В. Оценка речного стока в бассейне реки Волги. Гидравлика, гидрология, водные ресурсы // Московский государственный университет природообустройства, 2013. С. 65. 3. Христофоров А. В. Теория случайных процессов в гидрологии. М. : Изд-во МГУ, 1994. 139 с. 4. Константинов А. Р. Испарение в природе. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 532 с. 5. Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр: Заключительный отчет за проектом ENVSEC / Краковська С., Балабух В.,

Горбачева Л., Набиванец Ю. / УкрГМИ; МЧС України. К., 2012. 89 с. **6.** Галущенко Н.Г. Водный баланс рек бассейна Днестра. Труды Украинского регионального научно-исследовательского института, 1977. Вып. 153. М.: Гидрометеиздат. С.126-139. **7.** 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. **8.** Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б. И. Стрельца. К.: Урожай, 1987. 304 с. **9.** Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. проф. Л. И. Сакали. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 366 с. **10.** Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2018. Т.1(48). С. 24-36. **11.** Гидрологические и водно-балансовые расчеты / под ред. Н. Г. Галущенко. К.: Вища школа, 1987. 248 с. **12.** Roy Rasmussen, Kyoko Ikeda, Changhai Liu, David Gochis, and Martyn Clark Climate Change Impacts on the Water Balance of the Colorado Headwaters: High-Resolution Regional Climate Model Simulations // National Center for Atmospheric Research, June 2014.

References

1. Koval'chuk I. Hidrologo-geomorfologichni procesi v Karpats'komu regioni Ukraїni. Praci naukovogo tovaristva im. Shevchenka. K., 2003. S.101-125. **2.** Ismailov G. H., Murashhenkova N. V. Ocenka rechnogo stoka v basejne reki Volgi. Gidravlika, gidrologija, vodnye resursy // Moskovskij gosudarstvenny universitet prirodobustrojstva, 2013. S. 65. **3.** Hristoforov A. V. Teorija sluchajnyh processov v gidrologii. M. : Izd-vo MGU, 1994. 139 s. **4.** Konstantinov A. R. Isparenie v prirode. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 532 s. **5.** Snizhenie ujazvimosti k jekstremal'nym navodnenijam i izmeneniju klimata v bassejne reki Dnestr: Zakljuchitel'nyj otchet za proektom ENVSEC / Krakovs'ka S., Balabuh V., Gorbacheva L., Nabivanec Ju. / UkrGMI; MChS Ukrainy. K., 2012. 89 s. **6.** Galushhenko N.G. Vodnyj balans rek bassejna Dnestra. Trudy Ukrainского regional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta, 1977. Vyp. 153. M.: Gidrometeoizdat. S.126-139. **7.** Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T.6. Ukraina i Moldavija. Vyp. 1. Zapadnaja Ukraina i Moldavija / Pod red. M.S. Kaganera. L.: Gidrometeoizdat, 1969. 884 s. **8.** Spravochnik po vodnym resursam / Pod red. B. I. Strel'ca. K.: Urozhaj, 1987. 304 s. **9.** Teplovoj i vodnyj rezhim Ukrainskih Karpat / Pod red. prof. L. I. Sakali. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 366 s. **10.** Kozhem'iakin D.V., Chornomorets' Yu.O. Vodnyj balans basejniv richok Dnistra do mista Zalischyky. Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolohiia, 2018. T.1(48). S. 24-36. **11.** Hidrologicheskie i vodno-balansovye raschety / pod red. N. G. Galushhenko. K.: Vishha shkola, 1987. 248 s. **12.** Roy Rasmussen, Kyoko Ikeda, Changhai Liu, David Gochis, and Martyn Clark Climate Change Impacts on the Water Balance of the Colorado Headwaters: High-Resolution Regional Climate Model Simulations // National Center for Atmospheric Research, June 2014.

Просторова та часова динаміка складових водного балансу басейну річки Дністер до міста Заліщики

Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.

Представлено результати розрахунків складових водного балансу для 22 водозборів річок у межах басейну р. Дністер (басейн розглядався до м. Заліщики) - для 11 гірських, 7 рівнинних водозборів приток Дністра та умовно 4 водозбори річок на самому Дністрі в гідрологічних створах за течією – Розділ, Журавно, Галич, Заліщики. Для розрахунку водних балансів зазначених басейнів, сформовано банк даних: середньорічний стік води за даними з 22 гідрологічних постів, метеорологічні показники (опади, абсолютна вологість і температура повітря) – з 16 метеостанцій за період спостереження 1956-2015 рр.

Отримані рівняння водного балансу для водозборів басейну р. Дністер показали, що нев'язка розрахунків водних балансів знаходяться в допустимих межах. За проведеною детальною оцінкою визначено особливості структури та розподілу складових водного балансу лівобережної та правобережної частини басейну Дністра – для гірських водозборів річок серед витратних складових переважає річковий стік, тоді як для рівнинних – сумарне випаровування. В роботі наведено часову динаміку складових водного балансу досліджуваних водозборів басейну р. Дністер. З цією метою було використано два періоди по 30 років - відповідно, 1956-1985 і 1986-2015 рр.

Ключові слова: водний баланс, вагові коефіцієнти, GIS програми, опади, річковий стік, сумарне випаровування, коефіцієнт посушливості, коефіцієнт стоку.

Пространственная и временная динамика составляющих водного баланса бассейна реки Днестр – г. Залещики

Кожемякин Д.В., Черноморец Ю.А.

Представлены результаты расчетов составляющих водного баланса для 22 водосборов рек в пределах бассейна р. Днестр (бассейн рассматривался в г. Залещики) - для 11 горных, 7 равнинных водосборов притоков Днестра и условно 4 водосбора рек на самом Днестре в гидрологических створах по течению - Раздел, Журавно, Галич, Залещики. Для расчета водных балансов указанных бассейнов, сформирован банк данных: среднегодовой сток воды по данным с 22 гидрологических постов, метеорологические показатели (осадки, абсолютная влажность и температура воздуха) - с 16 метеостанций за период наблюдения 1956-2015 гг.

Полученные уравнения водного баланса для водосборов бассейна р. Днестр показали, что невязка расчетов водных балансов находится в допустимых пределах. По проведенной детальной оценке, определены особенности структуры и распределения составляющих водного баланса левобережной и правобережной части бассейна Днестра - для горных водосборов рек среди расходных составляющих преобладает речной сток, тогда как для равнинных - суммарное испарение. В работе приведена временная динамика составляющих водного баланса исследуемых водосборов бассейна р. Днестр. С этой целью были использованы два периода по 30 лет - соответственно, 1956-1985 гг. и 1986-2015 гг.

Ключевые слова: водный баланс, весовые коэффициенты, GIS программы, осадки, речной сток, суммарное испарение, коэффициент засушливости, коэффициент стока.

Spatial and temporal dynamics of water balance components of the Dniester river basins to the city of Zalishchiki

Kozhemiakin D.V., Chornomorets Y.O.

This paper presents the results of calculations of the water balance components for the 22 streamgages in the Dniester river basin until Zalishchiki city. Used the data from 16 meteorological stations in the region. To calculate take 11 mountain and 7 equal tributaries of the Dniester rivers. Separately there are 4 streamgages (Rozdil, Zhuravno, Galich, Zalishchiki) on the Dniester river. The implementation of the construction of river basins was carried out with the help of software ArcGIS program.

The collection of source information is carried out: annual average runoff of water for the 22 hydrological stations. For 16 meteorological stations, we have collected data on precipitation, absolute humidity and air temperature. The observation period is 1956-2015.

For the main inflows of the Dniester river an average rainfall is determined. The runoff layers and total evaporation are calculated too. All calculations are carried out for the hydrological year. Evaporation is calculated by the method of A. R. Konstantinov.

The equations of the water balance for the 18 largest streamgages in the Dniester river basin are made. Unbalance of water balance was obtained for each basin. All unbalances of the components of the water balance are within the permissible limits.

The weighted coefficients of the 18 tributaries are calculated by the reduced equation of the water balance for streamgages Rozdil, Zhuravno, Galich and Zalishchiki. A detailed assessment and comparison of the components of the water balance, their characteristics and differences were made. The features and differences for the left-bank and right-bank tributaries of the Dniester river are determined. The spatial distribution of characteristics data is described.

The temporal dynamics of the changes of the water balance components of the tributaries and the streamgage in the Dniester river basin until Zalishchiki city is given. For this purpose, two periods of 30 years have been used. Accordingly, 1956-1985 and 1986-2015.

Additionally, runoff and aridity rates were calculated for 22 river basins that are being studied. The analysis of the obtained coefficients is carried out.

Key words: water balance, weight coefficients, GIS software, rainfall, runoff, evaporation, runoff rate, aridity rate.

Надійшла до редколегії 08.04.2019