

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.4.2>

УДК 556.51

Сарнавський С.П.¹, Гребінь В.В.², Єрмаков В.В.¹

¹Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ТИПОВИЙ ГІДРОГРАФ СТОКУ ЛІВИХ ПРИТОК СЕРЕДЬОГО ДНІПРА ТА ЙОГО БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА

У статті представлено комплексний аналіз багаторічних змін типового гідрографу стоку лівих приток Середнього Дніпра за період з 1931 по 2020 рр. Основною метою дослідження є виявлення довгострокових змін у розподілі стоку протягом року та встановлення тенденцій, зумовлених природними та антропогенними факторами. Для досягнення поставленої мети застосовано статистичні методи обробки первинних даних гідрологічних спостережень, що дозволяють виявити та проаналізувати особливості формування річкового стоку регіону в різні кліматичні періоди: 1931–1960, 1961–1990 та 1991–2020 років.

Результати досліджень показали, що річки Лівобережжя Середнього Дніпра характеризуються типовими рисами стоку, притаманними річкам Східної Європи. Виділено чотири основні фази: весняна повінь, літньо-осіння межень, осіння дощова повінь і зимова межень. Аналіз зміни сезонного розподілу стоку виявив стійку тенденцію до зменшення весняного стоку, який у 1931–1960 рр. становив у середньому 73 %, а у 1991–2020 рр. знизився до 44 %. Це свідчить про вирівнювання розподілу внутрішньорічного стоку, що проявляється у збільшенні його частки влітку, восени та взимку.

Основною причиною цих змін є трансформація кліматичних умов регіону. Зокрема, відзначено потепління зимового сезону, що призвело до скорочення періоду стійкого снігового покриву, зменшення твердих опадів і збільшення кількості зимових дощів. Це, в свою чергу, призводить до зменшення весняного стоку та перерозподілу водних ресурсів протягом року. Значну роль відіграє також антропогенний вплив, зокрема зміни водорегулюючих структур, вирубка лісів, осушення заболочених угідь, що додатково впливає на режим стоку річок.

Ключові слова: типовий гідрограф стоку, басейн Середнього Дніпра; ліві притоки.

Вступ. Дослідження багаторічних змін річкового стоку лівих приток Середнього Дніпра є актуальним з кількох ключових причин. Сучасні зміни перебігу зимового сезону, збільшення повторюваності посушливих типів погоди влітку спричиняють відповідні зміни в режимі річкового стоку, зокрема у його сезонному розподілі. Для регіону, де водозабезпечення значною мірою залежить від поверхневих вод, ці процеси є критично важливими при прогнозуванні впливу кліматичних змін на водні ресурси.

Інтенсивне використання території, меліоративні заходи, розширення сільськогосподарських угідь, забудова заплава та гідротехнічне регулювання значною мірою змінюють природний режим стоку [1]. Оцінка цих впливів дозволяє оцінити антропогенний вплив та його наслідки, а також розробити ефективні заходи з управління водними ресурсами регіону.

Ліві притоки Середнього Дніпра є джерелом водопостачання для промислових, сільськогосподарських та комунальних потреб. Дослідження їхнього стоку допомагає раціоналізувати водоспоживання та забезпечити сталий розвиток регіону.

Зміни у водному режимі безпосередньо впливають на стан водних екосистем, особливо в заплавах річок. Вивчення річкового стоку сприяє розробці заходів щодо збереження біорізноманіття та стійкості екосистем.

Вивчення річкового стоку лівих приток Середнього Дніпра має важливе значення для прогнозування екстремальних гідрологічних явищ (повеней, гідрологічних посух), що має серйозні соціально-економічні наслідки. Аналіз і моделювання річкового стоку допомагають передбачати та мінімізувати ризики від цих явищ.

Враховуючи вищезазначене, дослідження річкового стоку в межах басейнів лівих приток Середнього Дніпра є важливим для гідрології, екології, економіки та водогосподарського планування.

Методи дослідження та вихідні дані. Для обробки первинних гідрологічних даних нами використано статистичні методи, метод порівняння типових гідрографу стоку у розрізі окремих виділених нами кліматичних періодів, застосовано графічне моделювання результатів аналізу показників стоку. Джерелом первинного матеріалу для подальшого аналізу показників річкового стоку лівих приток Середнього Дніпра, а також даних щодо порівняльної динаміки температури повітря і кількості опадів слугували кліматичні дані CRU TS [2], матеріали спостережень Українського гідрометеорологічного центру та Полтавського обласного центру з гідрометеорології.

Результати дослідження. Річковий стік формується рядом факторів, які його визначають. Дані фактори можна поділити на дві основні групи - кліматичні та підстильної поверхні. В свою чергу кліматичні фактори формують основні стокоутворюючі фактори, які виявляються у вигляді атмосферних опадів та є основою для накопичення запасів підземних вод. Клімат також визначає вплив на значну частину непрямих факторів, що впливатимуть на річковий стік: температуру повітря, ґрунту, відносну вологість та випаровування. Фактори підстильної поверхні також є важливими для особливостей формування стоку річок. До них відносимо - рельєф водозбору, геологічну будову території, ґрунтовий покрив (його механічний склад та гігроскопічні властивості), озерність, заболоченість та лісистість території, окремий вплив на підстильній поверхні суходолу здійснює і людина своєю господарською діяльністю: будуючи дамби, водосховища, зрошувальні чи осушувальні канали, тощо. Всі перераховані фактори підстильної поверхні відносяться до непрямих факторів. Умовними ж факторами підстильної поверхні є морфометричні параметри річки та річкового басейну: площа басейну, середня висота водозбору, довжина і ширина водозбору, глибина ерозійного врізу, коефіцієнт форми водозбору, похил русла річки та густота річкової мережі. [3, с. 181].

Для річок лівобережжя Середнього Дніпра можна помітити особливості стоку, які притаманні річками східноєвропейського типу. А це виділення основних чотирьох фаз: весняний підйом (водопілля), літній спад (літня, літньо-осіння межінь), осінній підйом (осінні дощові паводки) та зимовий спад (зимова межінь). Багато річок навесні мають значне збільшення поверхневого стоку в період весняного водопілля в березні-квітні. Це відповідає весняному таненню снігу та збільшеному стоку на річках. Цей підйом відбувається у більшості річок. Ще одним фактором підтримки значного стоку в річках є весняно-літні дощові паводки в травні-червні. Влітку водність річок регіону знижується через зростання температури повітря та дефіцит вологи в повітрі та ґрунті. В липні-вересні стік річок лівобережжя Середнього Дніпра мінімальний для теплого періоду року. Восени в жовтні-листопаді на лівих притоках Середнього Дніпра збільшуються витрати води, через дощові паводки у ці місяці. В зимові місяці багато річок мають найменші витрати води, що свідчить про низьку активність стоку в цей період, через зниження температури повітря до від'ємних значень та випадіння опадів у вигляді снігу та накопиченню його до наступної весняної повені.

В кліматичний період 1931-1960 рр. типовий гідрограф стоку річок регіону був наступним: на весняний стік припадало 73 % річного стоку річок, на літній стік припадало 7 % стоку, восени - 9 % та взимку - 13 % (рис. 1). Тобто бачимо чіткий пік весняного стоку, який живив річки, аж до періоду літньо-осінньої межені в липні-жовтні. Максимальні значення усередненого стоку припадають на квітень, а саме весняне водопілля розпочиналось наприкінці лютого - на початку березня та тривало до кінця квітня. В травні поверхневий стік річок залишався досить значним, а наприкінці травня, в першій половині червня він підтримувався активною циклонічною діяльністю в період весняно-літнього максимуму дощових опадів. В останню декаду липня кількість опадів зменшувалась і в період до кінця вересня трималась суха та жарка погода. В цей час спостерігався період межені, який був найменшим за водністю протягом всього року. В жовтні-листопаді кількість опадів збільшувалась і стік річок в межах лівобережжя Середнього Дніпра зростав. В грудні він продовжував зростання до періоду формування снігового покриву в середині грудня, а в січні - першій половині лютого - зменшувався в період зимової межені.

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2024. № 4 (74)**

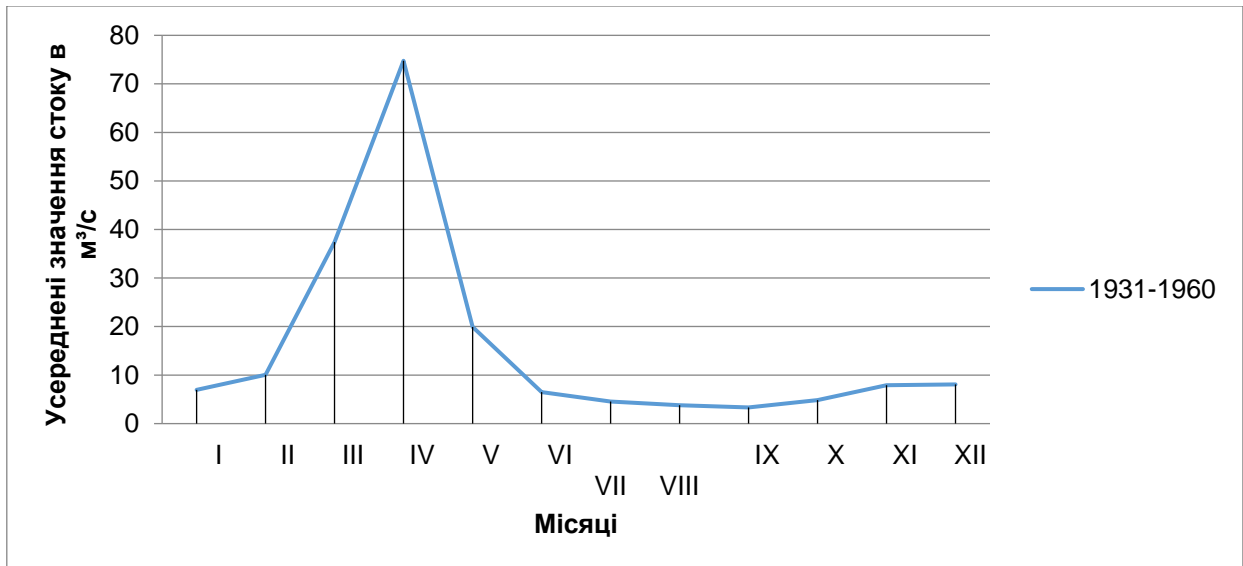


Рис.1. Типовий гідрограф стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра в 1931-1960 рр.

Якщо порівняти усереднені дані стоку в цей кліматичний період з двома наступними, констатуємо, що весняний стік в 1931-1960 рр. перевищував значення 1961-1990 рр. в 1,7 рази, а 1991-2020 рр. - в 3,0 рази. Причина цього явища полягає в зростанні зимових та весняних температур повітря. Зими стають теплішими - за останні 90 років температура цього сезону зросла в регіоні на 2,0 °С. Період температур нижче 0°С скоротився, активні зміни відзначимо в період березня: в останній кліматичний період середня температура цього місяця перейшла в додатні значення. А в період з 1931 по 1990 рр., середня температура повітря весняного сезону перевищила відповідний показник осіннього сезону, який до цього періоду був теплішим за весну. Якщо різниця між весною та осінню в 1961-1990 рр. складала всього +0,15 °С, то в сучасний кліматичний період вона зросла до 0,6 °С [4-5].

Ще однією важливою зміною, яка вплинула на показники річкового стоку є зростання кількості опадів навесні, на відміну від осіннього сезону, яка відбулась в останній кліматичний період. Тобто осінь стає більш посушливим періодом, особливо жовтень-листопад місяць, а весною частка опадів зростає. Але на фоні зменшення снігової маси за рахунок більших температур повітря в листопаді, першій половині грудня, в останній декаді лютого та в березні, частка стоку навесні різко скорочується згідно даних усереднених витрат води за квітень: 1931-1960 рр. - 74,76 м³/с, в 1961-1990 рр. - 40,68 м³/с та в 1991-2020 рр. - 23,11 м³/с. Відбулось зменшення стоку в 3,2 рази, а отже і зменшення підземного стоку також скоротилось, а тому запаси ґрунтової вологи, яка живить річки в посушливий літній сезон також різко скоротились. Це в першу чергу впливає на зміну частки стоку малих річок та балок з невеликою площею басейну, які жились цією ґрунтовою вологою і підтримували стабільний стік влітку. Навіть в травні, в межах трьох гідрологічних періодів спостерігається тенденція зниження стоку з 19,9 м³/с до 12,07 м³/с, натомість зростає водність річок в червні з 6,49 м³/с до 8,71 м³/с та, загалом, в межах літніх місяців.

В сучасний період 1991-2020 рр. спостерігаємо тенденцію скорочення об'ємів стоку малих річок регіону - Трубежу з правою притокою Недрою, Золотоношки та Сули у верхній течії до впадіння в неї правої притоки - Ромену. Об'єми стоку Сули зменшились на 1-3 %. Стабільним є річковий стік Удаю та річки Мерла.

Аналіз типового графіку стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра за 1961-1990 рр. свідчить, що спостерігалась найбільша частка стоку навесні - 53%, влітку стік складав - 14 %, восени - 15 % та взимку - 18 % (рис. 2).

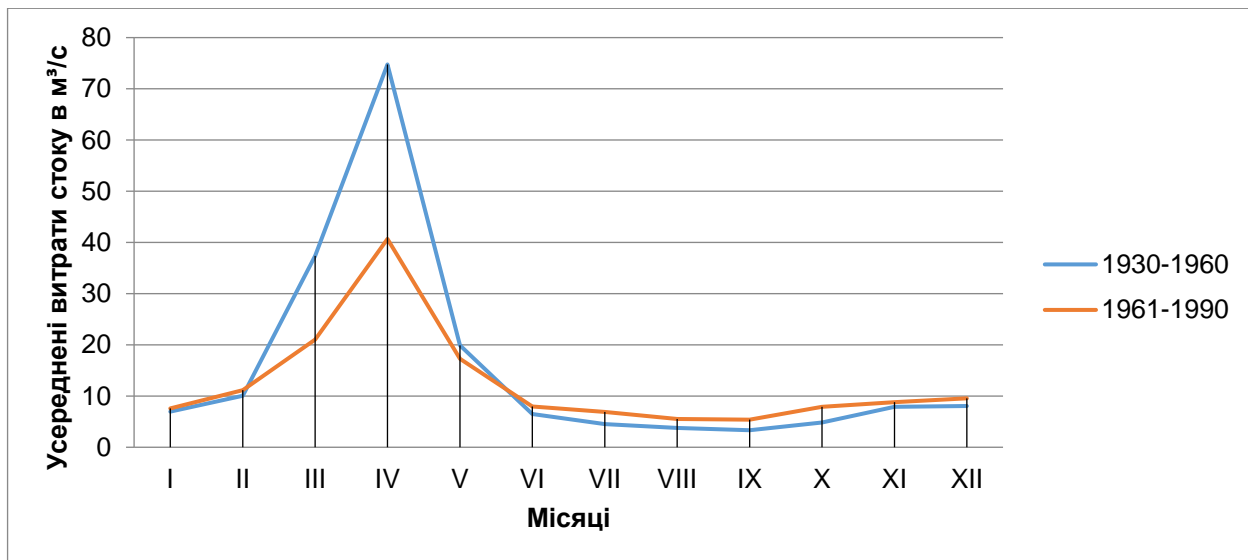


Рис.2. Типові гідрографи стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра в 1931-1960 та 1961-1990 рр.

Об'єм стоку весняного сезону все ще становить понад половину від об'єму річного стоку, хоча його частка суттєво скоротилася (на 20%) у порівнянні з періодом 1931-1960 рр. В інші сезони року стік складає всього 47 %, що навіть менше, ніж загалом у весняний період. Тому період весняної повені відіграє важливу роль для формування всього річного стоку лівих приток Середнього Дніпра. В цей період річки поповнюють свої водні запаси та максимально наповнюють підземні запаси вологи в ґрунті, які будуть використані в найбільш посушливий період літньо-осінньої межени в липні-вересні, коли основним джерелом живлення будуть виступати підземні води. В цей період в межах лівобережжя Середнього Дніпра буде спостерігатись скорочення опадів та зростання температури повітря та, як не дивно, зменшення випаровування з земної поверхні через дефіцит в при поверхневому шарі ґрунту вологи, яка активно випаровувалась в червні після закінчення активної фази літніх дощів наприкінці травня - першій половині червня. Восени, після короткого «бабиного» літа, наприкінці вересня, а особливо в жовтні - листопаді, при зниженні температури повітря та, як наслідок, зменшенні теплового розширення повітря вночі, і більших значеннях температури повітря вдень, зростає конденсація вологи і часто встановлюється циклональна дощова погода, що сприяє активнішій фазі стоку. В більш теплі періоди вона продовжується до першої декади грудня. Взимку кількість опадів значна, але поступово скорочується до березня-початку квітня, при цьому стік річок стабільний, з мінімумом в січні місяці через найнижчі значення температури повітря та відсутністю значних відлиг, які є більш характерними для лютого. А отже, хоч і кількість опадів значна в даний період, вони перебувають в стадії консервації до періоду весняної повені.

В сучасний кліматичний період з 1991 по 2020 рр. бачимо значні зміни характеру стоку річок лівобережжя Середнього Дніпра. Так, частка весняного стоку зменшилась на річках регіону до 44 % (тобто -9 % порівняно з попереднім гідрологічним періодом 1961-1990 рр.), влітку навпаки, помічена тенденція до зростання частки стоку до 18 %, восени об'єм стоку аналогічний літньому - 18 %, а ось в зимовий період частка стоку у відсотковому відношенні збільшилась - 20 % (рис. 3).

Тобто відбулось внутрішньорічне вирівнювання стоку лівих приток Середнього Дніпра: зростання частки стоку влітку, восени та взимку за рахунок зменшення частки весняного стоку (рис.4). В розрізі окремих місяців бачимо найбільшу зміну частки стоку в квітні (-7%) та в травні (-2%), стабільний стік за два гідрологічні періоди спостерігався в лютому та березні (зміна 0%), а ось додатні значення +1% восени (вересень-листопад), взимку (грудень-січень) та влітку (липень-серпень). Максимальне зростання відбулось в червні +2%. Якщо врахувати усереднені значення об'єму стоку в м³/с в 1961-1990 рр., вони склали в середньому за рік 149,8 м³/с, а ось в період 1991-2020 рр. - 117,4 м³/с. Тобто

усереднені значення стоку для річок регіону склали (-32,4 м³/с), що, наприклад, навіть більше середньорічного стоку річки Супій в період 1961-1990 рр. - 29,6 м³/с.

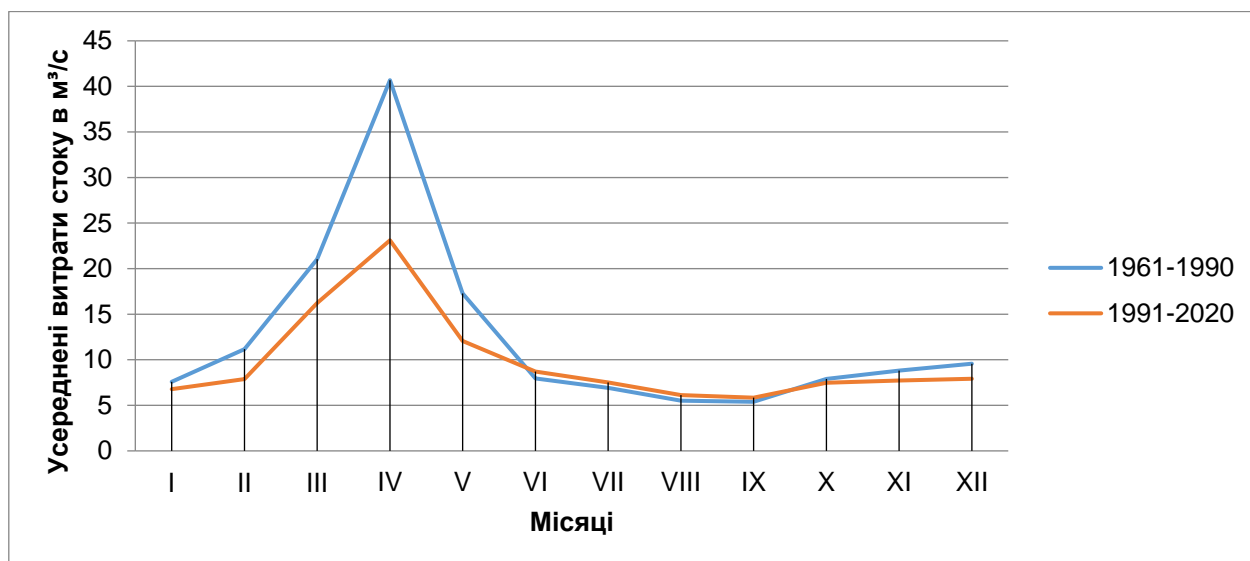


Рис.3. Типові гідрографи стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра в 1961-1990 та 1991-2020 рр.

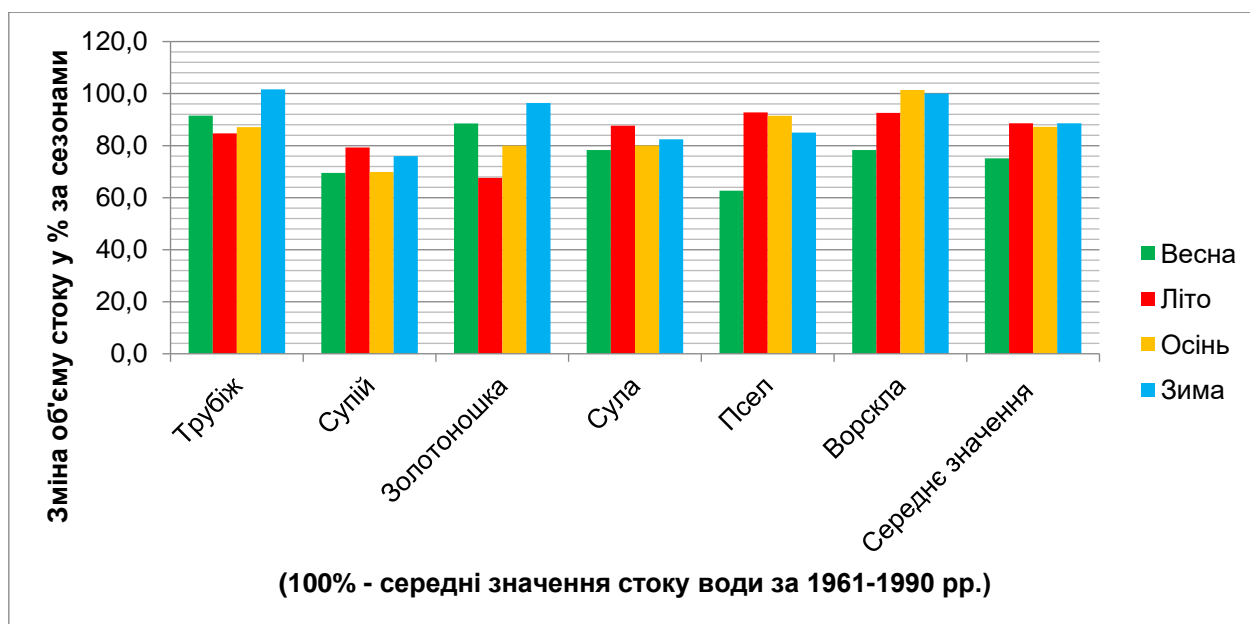


Рис.4. Зміна середніх значень об'єму стоку річок регіону (в %) за сезонами у за 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр.

В розрізі сезонів року в 1961-1990 рр., навесні сумарні усереднені витрати води на річках лівобережжя Середнього Дніпра склали – 79,0 м³/с, влітку - 20,4 м³/с, восени - 22,1 м³/с та взимку - 28,3 м³/с. В період 1991-2020 рр.: навесні - 51,4 м³/с, влітку - 22,4 м³/с, восени - 21,0 м³/с та взимку - 22,6 м³/с. З цих даних бачимо загальне зменшення стоку в більшості періодів року і позитивну динаміку зростання стоку лише влітку. В цілому, як видно з типових графіків стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра в 1961-1990 та 1991-2020 рр., квітень місяць зазнав найгіршої динаміки величини стоку серед усіх місяців (-17,6 м³/с), а максимальне зростання відбулось з червня по вересень. Якщо взяти до уваги помічені тенденції, можемо спрогнозувати подальше зменшення частки стоку навесні,

особливо в квітні та березні, збільшення стоку взимку, особливо в лютому, коли буде розпочинатись та відбуватись активна фаза водопілля, збільшення стоку влітку до рівня весняного стоку і стабілізацію осіннього стоку на рівні із літнім та весняним. Тобто типовий гідрограф стоку для річок лівобережжя Середнього Дніпра буде виглядати більш вирівняним і матиме два видимі піки стоку: між лютим та березнем в період водопілля та травнем і червнем, що пов'язане з початком літнім сезоном випадання максимальної кількості опадів під час активної фази циклонів з Атлантики.

Причина такої зміни гідрографа стоку в межах річок Лівобережжя Середнього Дніпра полягає в зростанні температури повітря як середньорічної, так і сезонної. І саме кліматичні фактори відіграють найбільшу роль на зміну стоку річок в регіоні досліджень та в цілому дана тенденція характерна і для України [6-7].

Таблиця 1. Зміна температури повітря та кількості опадів за 1901-2020 рр. в межах лівобережжя Середнього Дніпра (в Україні)

Кліматичний період		Сезони				Середньорічні показники t °C / Загальна к-ть опадів в мм
		Весна	Літо	Осінь	Зима	
1901-1930	t °C	7,9	19,5	7,9	-5,2	7,5
	x мм	117	189,4	123,9	99,6	529,9
1931-1960	t °C	7,6	20,1	8,0	-5,3	7,6
	x мм	115,9	187,1	131,5	104,8	539,3
1961-1990	t °C	8,3	19,4	8,2	-4,6	7,8
	x мм	120,1	186,3	121,8	128,4	556,6
1991-2020	t °C	9,3	20,8	8,8	-3,3	8,9
	x мм	127,4	168	132,1	121,3	548,8
Зміна (1991-2020) до (1901-1930)	t °C	+1,4	+1,3	+0,9	+1,9	+1,4
	x мм	+10,4	-21,4	+8,2	+21,7	+18,9

Із узагальнених нами даних за чотири останні кліматичні періоди з 1901 по 2020 рр., бачимо поступове зростання середньорічної температури повітря в досліджуваному районі з 7,5 °C в 1901-1930 рр. до 8,9 °C в 1991 - 2020 рр. Також бачимо пряму взаємозалежність між зростанням середньорічної температури повітря та кількості опадів за рік - від 529,9 мм/рік в I кліматичному періоді XX ст., до 556,6 мм/рік в III кліматичному періоді (1961-1990 рр.). В останній кліматичний період 1991-2020 рр. бачимо зміну тенденції залежності: з підвищенням температури повітря зменшилась кількість атмосферних опадів за рік до 548,8 мм. Причиною такого явища є різкий стрибок температури +1,2 °C в теплий період року (весна-літо) із 13,9 °C до 15,1 °C . Якщо проаналізувати зміну температури повітря в теплий період року з 1901 по 1990 рр., коливання між цими значеннями склало всього +0,13 °C між 1901-1960 рр. та +0,04 °C між 1961 та 1990 рр. Аналогічні зміни відбулись і в холодний період року (осінь-зима) - між 1961 та 2020 рр. відбувся максимальний стрибок зростання температури повітря +1,0 °C , в попередні кліматичні періоди між 1931-1990 рр. - +0,4 °C , а між 1901-1960 рр. - лише 0,02 °C . Ці дані свідчать про прискорення в межах кожного нового кліматичного періоду швидкості зростання температури в теплий та холодний сезони року. Найшвидші тенденції змін температури повітря в теплий період відбуваються в межах останнього кліматичного періоду 1991-2020 рр., а підвищення температури повітря холодного періоду року в межах третього кліматичного періоду в 1961-1990 рр. [5].

Висновки. Для річок лівобережжя Середнього Дніпра характерними є особливості стоку, які притаманні річкам східноєвропейського типу з виділенням чотирьох основних фаз: весняного підйому рівня води (водопілля), літнього спаду (літньої, літньо-осінньої межіні), осіннього підйому (осінніх дощових паводків) та зимового спаду (зимової межіні). Але при цьому, залишаючись в межах даного типу, у характері внутрішньорічного розподілу стоку, співвідношенні різних сезонів і гідрологічних фаз спостерігаються певні зміни.

На основі аналізу змін типового гідрографу стоку лівих приток Середнього Дніпра за

період з 1931 по 2020 роки з використанням статистичних методів обробки первинних даних гідрологічних спостережень нами з'ясовано стійку тенденцію до зменшення частки весняного стоку, яка зменшилась на річках регіону за період з 1931 по 2020 рр. від 73% до 44%, що свідчить про вирівнювання стоку лівих приток Середнього Дніпра: зростанні частки стоку влітку, восени та взимку за рахунок зменшення частки весняного стоку.

У кліматичний період 1931-1960 рр. на весняний стік припадало 73 % річного стоку річок, на літній стік припадало 7 % стоку, восени - 9 % та взимку - 13 %. Типовий гідрограф стоку мав класичні риси з чітким піком весняного стоку, який живив річки, аж до періоду літньо-осінньої межени в липні-жовтні. Наступною фазою був осінній дощовий підйом рівня води, який змінювався зимовою межінню.

За період 1961-1990 рр. для річок лівобережжя Середнього Дніпра спостерігалась найбільша частка стоку навесні - 53%, влітку стік складав - 14 %, восени - 15 % та взимку - 18 %.

Для сучасного кліматичного періоду з 1991 по 2020 рр. притаманні значні зміни характеру стоку річок лівобережжя Середнього Дніпра. Частка весняного стоку зменшилась на річках регіону до 44 % (тобто -9 % порівняно з попереднім гідрологічним періодом 1961-1990 рр.), влітку навпаки, помічається тенденція до зростання частки стоку до 18 %, восени об'єм стоку аналогічний літньому - 18 %, а в зимовий період частка стоку у відсотковому відношенні збільшилась - 20 %

Причина цього явища полягає в зростанні зимових та весняних температур повітря у рамках глобальних кліматичних змін.

Список літератури

1. *Сарнавський С., Гребінь В., Єрмаков В.* Особливості використання водних ресурсів лівих приток Середнього Дніпра для потреб гідроенергетики та меліорації. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. 2024. 3. P. 81-91. DOI:10.32782/2786-5843/2024-3-9.
2. *Harris I., Osborn T. J., Jones P., & Lister D. H.* Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*. 2020. 7. 109. URL: <https://rdcu.be/b3>.
3. *Гребінь В.В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр. 2010. 463 с.
4. *Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченка.* Київ: Вид-во Раєвського. 2023. 343 с.
5. *Сарнавський С. П.* Зміни водно-балансових складових в межах лівобережжя Середнього Дніпра за 1961-2020 рр. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2023. 4(70), 59-78. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.4.5>
6. *Sarnavskiy S. P.* Characterization of the physical and geographical conditions of the formation of the flow of the rivers of the left bank of the Middle Dnipro. *Modern aspects of natural science research in the context of sustainable development of society : Scientific monograph*. Riga : Baltija Publishing, 2023. P. 377–414. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-20>.
7. *Yermakov V. V., Sarnavskiy S. P.* The river network of the city of Poltava: retrospection and modernity. *Scientific and educational dimensions of natural sciences : Scientific monograph*. Riga : Baltija Publishing, 2023. P. 457–479. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-289-0-21>.

References

1. *Sarnavskiy S., Hrebin V., Yermakov V.* Osoblyvosti vykorystannia vodnykh resursiv livykh pryток Serednoho Dnipro dla potreb hidroenerhetyky ta melioratsii [Peculiarities of Using the Water Resources of the Left Tributaries of the Middle Dnipro for Hydropower and Melioration]. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. 2024. 3. S. 81-91. DOI:10.32782/2786-5843/2024-3-9.
2. *Harris I., Osborn T. J., Jones P., & Lister D. H.* Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*. 2020. 7. 109. URL: <https://rdcu.be/b3>.
3. *Hrebin V.V.* Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichniy analiz) [Modern water regime of rivers in Ukraine (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv: Nika-Tsentr. 2010. 463 s.
4. *Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]. / za red. V. M. Lipinskoho, V. A. Diachuka, V. M. Babichenka.* Kyiv: Vyd-vo Raievskoho. 2023. 343 s.
5. *Sarnavskiy S. P.* Zminy vodno-balansovykh skladovykh v mezhakh livoberezhzhia Serednoho Dnipro za 1961-2020 rr. [Changes in water balance components within the left bank of the Middle Dnieper for 1961-2020.] *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*, 2023. 4(70), 59-78. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.4.5>.

6. Sarnavskiy S. P. Characterization of the physical and geographical conditions of the formation of the flow of the rivers of the left bank of the Middle Dnipro. Modern aspects of natural science research in the context of sustainable development of society : Scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2023. P. 377–414. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-20>.

7. Yermakov V. V., Sarnavskiy S. P. The river network of the city of Poltava: retrospection and modernity. Scientific and educational dimensions of natural sciences : Scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2023. P. 457–479. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-289-0-21>.

Typical hydrograph of runoff from the left tributaries of the Middle Dnipro and its long-term dynamics Sarnavskiy S.P., Grebin V.V., Yermakov V.V.

The article presents a comprehensive analysis of the long-term changes in the typical hydrograph of runoff from the left tributaries of the Middle Dnipro over the period from 1931 to 2020. The main objective of the study is to identify long-term changes in the distribution of runoff throughout the year and to establish trends caused by natural and anthropogenic factors. To achieve this goal, statistical methods of processing primary data from hydrological observations were used, allowing the identification and analysis of the characteristic features of river runoff formation in the region during different climatic periods: 1931–1960, 1961–1990, and 1991–2020.

The study results showed that the rivers of the left bank of the Middle Dnipro are characterized by typical runoff features inherent to Eastern European rivers. Four main phases were identified: spring flood, summer-autumn low water, autumn rain floods, and winter low water. The analysis of changes in the seasonal runoff distribution revealed a steady trend of decreasing spring runoff, which averaged 73% in 1931–1960 but dropped to 44% in 1991–2020. This indicates a leveling of the intra-annual runoff distribution, which manifests as an increase in its share in summer, autumn, and winter.

The primary cause of these changes is the transformation of climatic conditions in the region. In particular, winter season warming has been noted, leading to a shorter period of stable snow cover, a decrease in solid precipitation, and an increase in the number of winter rains. This, in turn, results in reduced spring runoff and redistribution of water resources throughout the year. Anthropogenic impacts also play a significant role, including changes in water-regulating structures, deforestation, and wetland drainage, which further affect the runoff regime of rivers.

Keywords: typical runoff hydrograph, Middle Dnipro basin, left tributaries.

Надійшла до редколегії 03.12.2024

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.4.3>

УДК 556.5+528.8

Пасічник М.Д.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОЗБІРНОГО БАСЕЙНУ ТА РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ: АНАЛІЗ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ РІЧКИ БРУСНИЦЯ

Дослідження басейну річки Брусниця демонструє ефективність використання сучасних ГІС-технологій для аналізу водозбірних систем, що є актуальним у контексті змін клімату та активного антропогенного впливу. Малим річкам відводиться важлива роль у підтримці екологічної рівноваги, забезпеченні водопостачання, підтримці біорізноманіття та формуванні локальних екосистем. Однак вони є вразливими до змін кліматичних умов, забруднення та нераціонального використання, що зумовлює необхідність детального моніторингу та розробки ефективних стратегій управління. Основною метою дослідження було моделювання водозбірного басейну та річкової мережі річки Брусниця із застосуванням цифрових моделей рельєфу та ГІС-інструментів. Використання програмного забезпечення QGIS 3.22 та SAGA GIS 2.3.1 дозволило отримати точні просторові характеристики, визначити напрямки потоків, водозбірні межі та ієрархію річкової мережі, що сприяє підвищенню точності прогнозування паводків, оцінки ерозійних процесів та розробки заходів збереження водних ресурсів.

Для дослідження використовувалися цифрові моделі рельєфу, зокрема Copernicus Global Digital Elevation Model з роздільною здатністю 30 метрів, топографічні карти, супутникові зображення та гідрологічні дані. Алгоритми Fill Sinks (Wang & Liu), Flow Direction, Flow Accumulation, Catchment Area, Drainage Basins та Strahler Order допомогли створити модель басейну, визначити ієрархію річкової мережі та оцінити можливі ризики підтоплення. Було виявлено, що автоматизоване моделювання дозволяє більш точно визначати межі басейну, однак у складних рельєфних умовах можуть виникати похибки, зокрема, помилкове включення частини прилеглих територій річки Прут до басейну Брусниці. Ієрархічний аналіз річкової мережі показав, що більшість малих водотоків формуються у верхів'ях басейну, а основний стік зосереджується в середній та нижній течії. Аналіз зон підтоплення вказав на те, що найбільший ризик спостерігається в середній частині басейну, де концентрується стік після сильних опадів або танення снігу. Використання методу Sediment