

УДК 556.3

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2026.1.2.32>

ОЦІНКА ҐРУНТОВОГО СТОКУ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Шаталова Ж. О. – старший викладач кафедри землеустрою,
геодезії та кадастру
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-1218-7143

Ґрунтовий стік є найбільш стійким джерелом живлення більшості річок, що діє майже цілий рік і забезпечує водність річок в найбільш маловодні періоди – в літню і зимову межень. Інтенсивність ґрунтового стоку в річці залежить від ряду природних чинників і умов, з яких найбільше значення мають кліматичні особливості, геологічна будова, літологічний склад гірських порід, характер рельєфу і рослинності, а також ерозійна діяльність річкової мережі. Сезонні і річні зміни ґрунтового стоку залежать від метеорологічних умов – співвідношення опадів і випаровування.

Ґрунтовий стік – це процес пересування ґрунтових вод від областей живлення до місць їх розвантаження під дією гідравлічного напору. Він кількісно виражається витратою води в потоці. Ґрунтове живлення річок переходить в ґрунтовий стік із зони водонасичених порід (ґрунтового водозбірного басейну) в річки.

Для визначення ґрунтового стоку необхідно мати дані вивчення гідрометеорологічних умов, водного режиму і взаємозв'язку річкових і ґрунтових вод.

У гідрологічній практиці для оцінки ґрунтової складової річкового стоку використовують наступні способи та прийоми: метод водного балансу, криві виснаження запасів ґрунтових вод, дослідження природження межених видатків між двома створами, встановлення зв'язків стоку з опадами, спостережені дані за мінімальними витратами, розчленування гідрографу загального річкового стоку та інші.

Оцінка величини порушень режиму ґрунтового припливу в річці під впливом господарської діяльності може бути проведена на основі аналізу співвідношення природних (відновлених) значень і фактичних величин ґрунтового припливу в річці за періоди цих порушень.

Для оцінки природних ресурсів ґрунтових вод зони вільного водообміну в даний час в якості основної характеристики ґрунтового припливу використовується середня багаторічна величина ґрунтового стоку.

Середні багаторічні характеристики ґрунтового припливу в річці з природним водним режимом можуть бути визначені за допомогою узагальнення даних ґрунтового припливу за багаторічний період або за окремі характерні роки цього періоду.

Розрахунок ґрунтового припливу в річці для пунктів з великою кількістю років спостережень за стоком забезпечує отримання надійних багаторічних характеристик.

Ключові слова: ґрунтовий стік, водозбір, мінімальний стік, коефіцієнт кореляції.

Shatalova Zh. O. Assessment of the ground runoff of the Southern Bug River

Groundwater runoff is the most stable source of nutrition for most rivers, operating almost all year round and providing water content to rivers during the driest periods – during the summer and winter low tides. The intensity of groundwater runoff in a river depends on a number of natural factors and conditions, of which the most important are climatic features, geological structure, lithological composition of rocks, nature of the relief and vegetation, as well as the erosion activity of the river network. Seasonal and annual changes in groundwater runoff depend on meteorological conditions – the ratio of precipitation and evaporation.

Groundwater runoff is the process of movement of groundwater from the areas of supply to the places of their discharge under the action of hydraulic pressure. It is quantitatively expressed as the flow rate of water in the stream. Groundwater recharge of rivers passes into ground water runoff from the zone of water-saturated rocks (soil catchment basin) into rivers.

To determine soil runoff, it is necessary to have data on the study of hydrometeorological conditions, water regime, and the relationship between river and groundwater.

© Шаталова Ж. О., 2026



Стаття поширюється на умовах
відкритої ліцензії CC BY 4.0

In hydrological practice, the following methods and techniques are used to assess the soil component of river runoff: the water balance method, groundwater depletion curves, research into the increment of minimum discharges between two sections, establishing connections between runoff and precipitation, observational data on minimum discharges, dissection of the hydrograph of the total river runoff, and others.

An assessment of the magnitude of disturbances in the regime of soil inflow into rivers under the influence of economic activity can be carried out based on an analysis of the ratio of natural (restored) values and actual values of soil inflow into rivers during the periods of these disturbances.

To assess the natural groundwater resources of the free water exchange zone, the average long-term value of soil runoff is currently used as the main characteristic of soil inflow.

The average long-term characteristics of soil inflow in rivers with a natural water regime can be determined by generalizing soil inflow data for a long-term period or for individual characteristic years of this period.

Calculation of ground flow into rivers for points with a large number of years of runoff observations ensures reliable multi-year characteristics.

Key words: *ground flow, catchment, minimum runoff, correlation coefficient.*

Постановка проблеми. В умовах глобальної зміни клімату, в саме потепління, та метеорологічної посухи на брак опадів передусім реагують відкриті водні об'єкти.

Розташування півдня України в зоні недостатнього зволоження, обумовлює незначний постійний або періодичний стік річок в періоди літньо-осінньої та зимової межні. Мінімальний стік обмежує використання водних ресурсів, що потягує сільське господарство, різні галузі виробництва та водозабезпечення населення.

Для того, щоб забезпечити водою зазначені галузі економіки України, необхідно досліджувати багаторічні часові ряди мінімального меженного стоку, їх статистичну обробку та просторово-часові узагальнення статистичних характеристик в умовах зміни клімату на сучасному етапі.

Постійний ґрунтовий стік забезпечує стабільний приплив води у річку протягом усього року, є одним з головних джерел підземного живлення річок, служить природним регулятором поверхневого стоку, забезпечуючи мінімальні літні та зимові витрати річки.

Для оцінки вкладу підземного живлення в загальний стік річки необхідно обрати найприйнятніші та бажано нескладні методи визначення підземного стоку. Аналіз існуючих методів дозволить зробити цей вибір, зробити необхідні розрахунки та порівняти отримані результати, щоб надалі використовувати їх на практиці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження характеристик мінімального стоку річок викладено у роботах українських вчених таких як В. В. Гребінь [1, с. 259–282] та Л. О. Горбачова [2, с. 51–52].

В. А. Овчарук, Ж. Р. Шакирзанова, О. М. Прокоф'єв, М. В. Гопцій, Г. М. Андрєєвська [3, с. 30–36; 4, с. 229–235], займалися вивченням мінімального меженного стоку, а також впливом розташування і кліматичних змін на нього, що викладено в їхніх роботах.

У нормативному документі «ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» досконало описано статистичний аналіз та визначення розрахункових характеристик мінімального стоку річок [5].

Мета дослідження – розрахунок і оцінка ґрунтового стоку в басейні річки Південний Буг.

Виклад основного матеріалу.

Оцінка ґрунтового стоку при тривалих рядах спостережень. Виявлення циклічності в рядах ґрунтового стоку

Поняття норми стоку є статистичним і має на увазі середнє арифметичне значення стоку за багаторічний період такої тривалості, при збільшенні якої середнє значення істотно не змінюється. Об'єктивним критерієм стійкості є середня квадратична похибка, яка може бути оцінена за допомогою методу моментів. Допустима похибка обчислення норми ґрунтового стоку, враховуючи точність вихідної інформації, знаходиться в межах 15%.

Однак при встановленні норми ґрунтового стоку слід мати на увазі, що у тимчасових рядах виявляються закономірності у вигляді чергування угруповань багатоводних і маловодних років різної тривалості. Врахувати дані можна шляхом включення в розрахункову тривалість рядів мінімального стоку однакової кількості багатоводних і маловодних груп водності.

Коливальні тенденції в гідрологічних рядах виражені вкрай слабо і відбуваються на тлі різких флуктуацій. Так, що важко буває виділити не тільки тривалість окремих угруповань, але і їх амплітуду. З'являється необхідність усунути «шум», пов'язаний з випадковістю коливань стоку за суміжні роки, зберігши лише інформацію про багаторічну мінливість. Для цієї мети застосовується згладжування емпіричних даних, тобто заміна вихідних величин іншими близьких до них.

У статті досліджено ряди ґрунтового стоку на циклічність коливання. Розрахунок було проведено методом різницевої інтегральної кривої. За цими даними побудовано графіки різницевої інтегральної кривої (рис. 1) на кожному малюнку постійно вказано пост (р. Південний Буг-с.мт. Олександрівка), що має найдовший ряд спостережень, для найбільш наочного виділення фаз водності для коротких рядів спостережень.

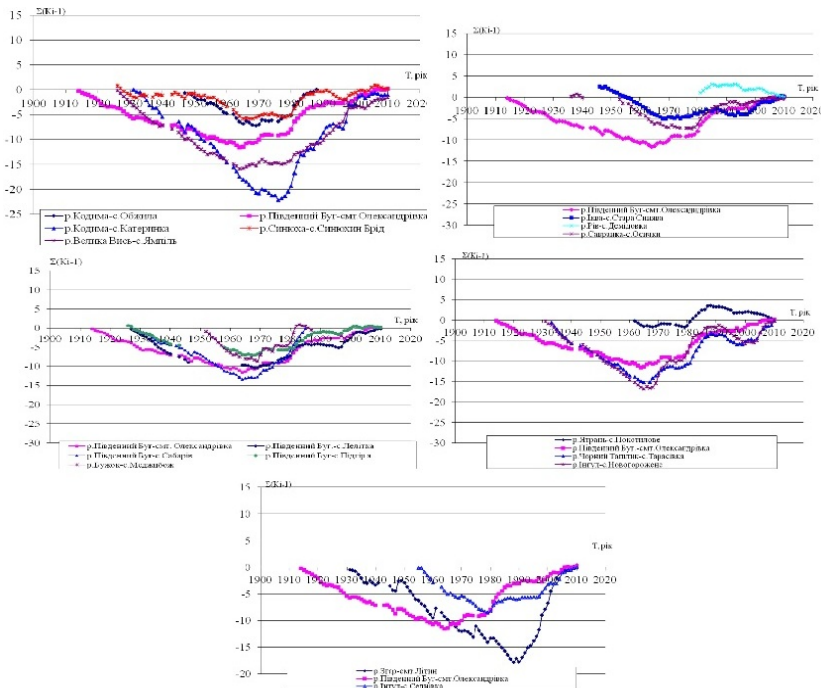


Рис. 1. Графіки різницевої інтегральної кривої басейну р. Південний Буг

Виділяється один повний цикл водності, який триває з 1925–2010 рр. Мало-водна фаза спостерігається з середини 20-х років, до середини 60-х років, потім на протязі приблизно 10–15 років до 1980 р. спостерігається перехідний, після чого, починаючи з 1980 року і по 2010 р., на річках досліджуваної території спостерігається багатоводна фаза. Практично всі ряди спостережень пов'язані між собою циклічними коливаннями, деякі відхилення між коливаннями пов'язані з різними умовами формування стоку (рельєф, ґрунт, гідрологічні умови). Таким чином, для розрахунку ґрунтового стоку на розглянутій території можна використовувати весь розрахунковий період.

Дослідження наявності трендів в рядах ґрунтового стоку

Статистично значущі лінійні тренди в ході багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик свідчать про те, що має місце статистична неоднорідність у часі чи, що теж саме, не стаціонарність розглянутих гідрологічних характеристик, тому, що в такому випадку закономірно змінюється в часі середнє значення.

Для цього ряди ґрунтового стоку було розглянуто на наявність трендів і виявлення статистично значущих. Оцінку значущості було встановлено за допомогою нерівності (1), якщо виконується нерівність, тоді спостерігається статистично значущий тренд:

$$r \geq 2\sigma_r \quad (1)$$

де r – коефіцієнт кореляції; σ_r – середня квадратична похибка коефіцієнта кореляції лінійного тренду.

Середня квадратична похибка коефіцієнта кореляції лінійного тренду розраховується за формулою:

$$\sigma_r = (1 - r^2) / \sqrt{(n - 1)} \quad (2)$$

де n – довжина ряду.

Результати розрахунків лінійних трендів рядів ґрунтового стоку басейну річки Південний Буг, наведені в (табл. 1), з якої видно, що статистично незначущі тренди спостерігаються на двох водозборах (р. Ятрань-с. Покотилово, р. Синюха-с. Синюхін Брід), в інших випадках існує значущий тренд.

Подібні тенденції можуть впливати не тільки на зміни потужності водоносних горизонтів, але і на розміри запасів у часі. Причиною появи таких трендів у режимі ґрунтових вод можуть бути глобальні зміни клімату і мікрокліматичних умов окремих регіонів, а також водогосподарська діяльність (зрощення, водопостачання). Направленість тренду може бути різною, але в останні роки переважають процеси які приводять до поповнення запасу ґрунтових вод.

Побудова карти ґрунтового стоку. Перевірка точності розрахунку карти ґрунтового стоку

Як відомо, мінімальний стік річок підкоряється географічній зональності, але слід враховувати, що вплив на його величину можуть чинити гідрогеологічні умови водозборів. Вплив карсту може проявитися на величинах стоку малих річок (з площею менше 1000 км²). Також приступаючи до узагальнення характеристик мінімального в нашому випадку ґрунтового стоку по території, необхідно проаналізувати вплив місцевих чинників – висоти водозбору, залісненості та заболоченості річкових басейнів.

На рис. 2 показана залежність норми ґрунтового стоку ($\bar{q}_{\text{ГР}}$) від географічної широти геометричних центрів водозборів, на якому спостерігається доволі чітка залежність $\bar{q}_{\text{ГР}}$ від широтного положення водозборів з однаковими значущими

коефіцієнтами кореляції ($r=0,73$). Наявність такої залежності є підставою для узагальнення ґрунтового стоку за допомогою карти. Але необхідно також дослідити можливий вплив інших фізико-географічних чинників формування стоку.

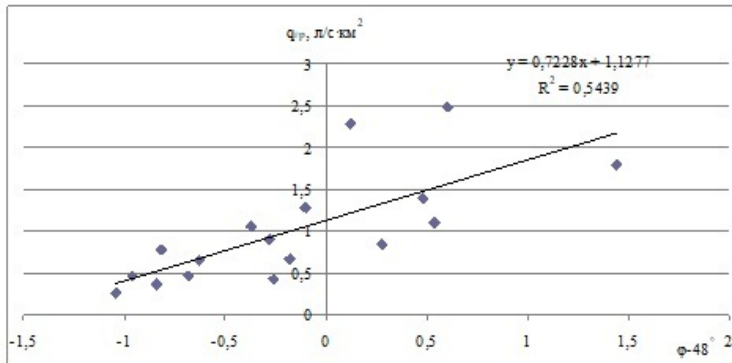


Рис. 2. Зміна величин ґрунтового стоку ($\bar{Q}_{гр}$, л/с км²) від широти місцевості (φ)

Таблиця 1

Визначення значущості лінійних трендів рядів ґрунтового стоку басейну річки Південний Буг

№ п/п	№ поста	Річка-пост	Період спостережень, (років)	Рівняння тренду	R ²	r	σ_r	$2\sigma_r$	Оцінка тренду
1	230	р.Південний Буг-с.Лелетки	63	$y = 0,0871x - 164,1$	0,33	0,61	0,09	0,18	значний
2	232	р.Південний Буг-с.Сабаров	55	$y = 0,0398x - 76,55$	0,55	0,74	0,06	0,12	значний
3	234	р.Південний Буг – с.Підгір'я	52	$y = 0,0082x - 14,83$	0,18	0,43	0,11	0,22	значний
4	237	р.Південний Буг-с.Олександрівка	94	$y = 0,3347x - 25,09$	0,28	0,52	0,07	0,14	значний
5	241	р.Бужок-смт.Меджибож	35	$y = 0,0417x - 81,01$	0,21	0,46	0,14	0,28	значний
6	242	р.Іква-с.Стара Сняява	65	$y = 0,0168x - 30,82$	0,07	0,26	0,12	0,24	значний
7	243	р.Згар-смт.Літин	76	$y = 0,0137x - 26,10$	0,19	0,44	0,09	0,18	значний
8	244	р.Ров-с.Демидівка	30	$y = -0,0575x + 117,0$	0,39	0,63	0,11	0,22	значний
9	247	р.Савранка-с.Осички	55	$y = 0,0052x - 9,480$	0,10	0,32	0,12	0,24	значний
10	249	р.Кодима-с.Обжила	38	$y = 0,0139x - 26,84$	0,41	0,64	0,10	0,20	значний
11	250	р.Кодима-с.Катеринка	74	$y = 0,005x - 9,612$	0,23	0,48	0,09	0,18	значний
12	252	р.Синюха-с.Синюхін Брід	81	$y = 0,0024x - 4,08$	0,05	0,21	0,11	0,22	не значний
13	255	р.Велика Вись-с.Ямполь	81	$y = 0,006x - 11,32$	0,41	0,64	0,07	0,14	значний
14	256	р.Ятрань-с.Покотилово	48	$y = -0,0036x + 1,151$	0,02	0,13	0,14	0,28	не значний
15	260	р.Чорний Ташлик-с.Тарасівка	72	$y = 0,0078x - 14,92$	0,34	0,59	0,08	0,16	значний
16	266	р.Інгул –с.Седнівка	54	$y = 0,012x - 23,07$	0,41	0,64	0,08	0,16	значний
17	267	р.Інгул-м.Новогорожене	75	$y = 0,0375x - 71,18$	0,13	0,45	0,10	0,20	значний

З метою дослідження можливого впливу на ґрунтовий стік висоти водозбору, залісеності басейнів річок побудовані відповідні залежності (рис. 3, 4), а щоб привести вихідні значення до єдиних географічних умов, усі величини модулів $\bar{q}_{гр}$ були приведені до умовної широти ($\bar{q}_{гр}$) п.ш (табл. 2).

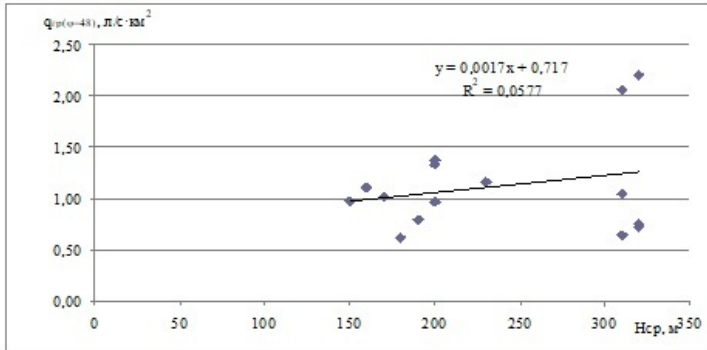


Рис. 3. Зміна величин ґрунтового стоку ($q_{гр}$, л/с км) від середньої висоти водозбору (H_{cp})

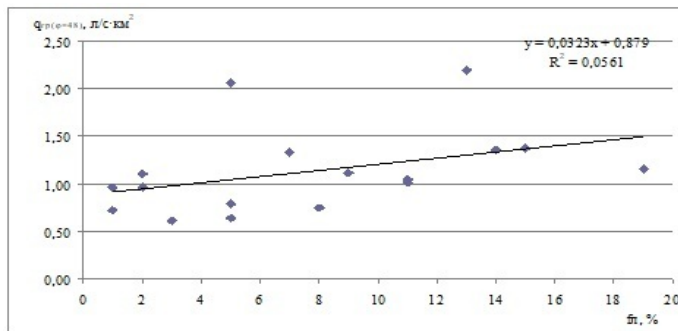


Рис. 4. Зміна величин ґрунтового стоку ($q_{гр}$, л/с км²) від залісеності (f)

Але оскільки коефіцієнти впливу є незначущими, то у подальших розрахунках їх вплив можна не враховувати. Також норму ґрунтового стоку було перевірено на залежність від розмірів водозборів, які є непрямою, але об'єктивною характеристикою ерозійного врізу русел. Тому що, із збільшенням ерозійного врізу збільшується ступінь дренажу ґрунтових запасів вологи. Коефіцієнти кореляції залежності практично дорівнюють нулю, що є свідченням відсутності впливу розмірів водозборів.

Модулі ґрунтового стоку відносяться до геометричних центрів водозборів, ізолінії проведено через 0,2 та 0,5 л/с км². В цілому спостерігається збільшення норми ґрунтового стоку ($\bar{q}_{гр}$) у напрямку з південного сходу на північний захід від 0,40 до 2,00 л/с км² (рис. 5).

Після побудови карти норми ґрунтового стоку необхідно визначити точність розрахунку, як відносне відхилення розрахованих значень від фактичних за формулою:

$$\Delta = \left| \frac{\bar{q}_p - \bar{q}_\phi}{\bar{q}_\phi} \right| \cdot 100\%, \quad (3)$$

де q_p – розраховані величини ґрунтового стоку; q_ϕ – фактичні величини ґрунтового стоку.

Таблиця 2

Вихідні дані по середніх модулях ґрунтового стоку $q_{гр}$, л/с*км² басейну р. Південний Буг

№	№ поста	Річка-пост	Площа водозбору F, км ²	Кількість років спостережень n, рік	Ґрунтовий стік \bar{q} , л/с*км ²	Широта центру тяжіння водозбору φ^0 , пн.ш.	(φ^0-48)	Ґрунтовий стік приведений до широти 48 ⁰ пн.ш. $\bar{Q}_{\varphi-48}$, л/с*км ²
1	230	р.Південний Буг-с.Лелетки	4000	63	1,79	49,44	1,44	0,75
2	232	р.Південний Буг-с.Сабаров	9010	55	1,39	49,48	0,48	1,04
3	234	р.Південний Буг-с.Підгір'я	24600	68	1,28	48,90	-0,1	1,35
4	237	р.Південний Буг-смт.Олександрівка	46200	94	0,91	48,72	-0,28	1,11
5	241	р.Бужок-смт.Меджибож	698	35	1,11	49,54	0,54	0,72
6	242	р.Іква-с.Стара Синява	439	65	2,49	49,60	0,6	2,06
7	243	р.Згар-смт.Літин	692	76	0,84	49,28	0,28	0,64
8	244	р.Ров – с.Демидівка	1130	30	2,28	49,12	0,12	2,19
9	247	р.Савранка-с.Осички	1740	60	0,78	48,18	-0,82	1,37
10	249	р.Кодима-с.Обязла	145	38	0,46	48,04	-0,96	1,15
11	250	р.Кодима-с.Катеринка	2390	74	0,26	47,96	-1,04	1,01
12	252	р.Синюха-с.Синюхін Брід	16700	81	0,66	48,82	-0,18	0,79
13	255	р.Велика Вись-с.Ямполь	2820	81	0,43	48,74	-0,26	0,62
14	256	р.Ятрань-с.Покотилдово	2140	48	1,06	48,63	-0,37	1,33
15	260	р.Чорний Ташлик-с.Тарасівка	2230	72	0,47	48,32	-0,68	0,96
16	266	р.Інгул – с.Седнєвка	6670	75	0,65	48,16	-0,84	0,97
17	267	р.Інгул-м.Новогорожне	4770	54	0,36	48,37	-0,63	1,11

Результати розрахунків представлені в таблиці 3, похибка зміни ґрунтового стоку за територією становить $\pm 14,4\%$, що відповідає точності розрахунку норми річного стоку.

Розрахунок коефіцієнтів варіації і асиметрії ґрунтового стоку

При наявності тривалих спостережень за річним стоком коефіцієнт варіації розраховувався двома методами – моментів і найбільшої правдоподібності.

При відсутності спостережень за стоком коефіцієнт мінливості може бути розрахований по інтерполяції між значеннями, отриманими для річок аналогів.

Крім методу аналогії, використовуються розрахункові схеми у вигляді формул:

а) Д. Л. Соколовського-М. Е. Шевелева

$$C_v = 0.78 - 0.29 \lg \bar{q} - 0.063 \lg(F + 1), \quad (4)$$

б) К. П. Воскресенського

$$C_v = \frac{A}{\bar{q}^{0.4}(F + 1000)^{0.10}}, \quad (5)$$

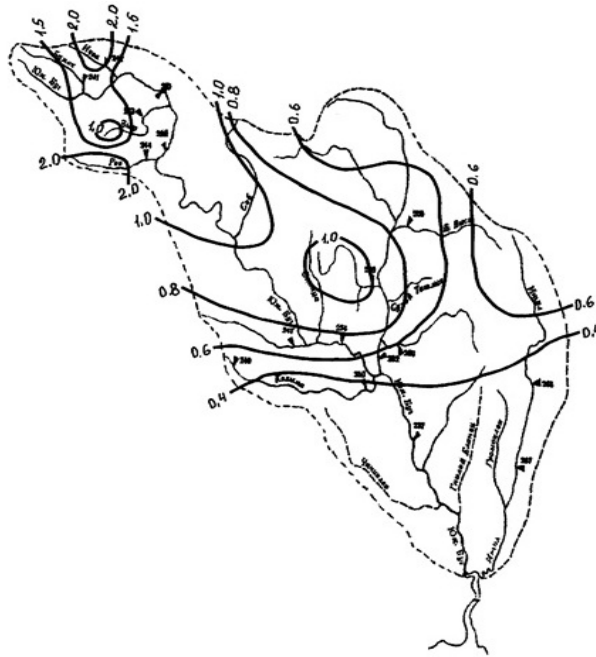


Рис. 5. Карта-схема розподілу ґрунтового стоку ($q_{гр}$, л/с км²)

За даними табл. 3 для даної території побудовано залежності коефіцієнта варіації від модуля ґрунтового стоку (рис.6), від широти місцевості (рис. 7), а також від логарифма площі (рис. 8).

Як видно з рисунку 6 існує залежність коефіцієнта варіації від модуля ґрунтового стоку ($\bar{q}_{гр}$, л/с км²), також спостерігається залежність (C_v) від площі водозборів $\log(F+1)$ (рис. 8) і від широти (ϕ) (рис. 7), але з досить низьким коефіцієнтом кореляції.

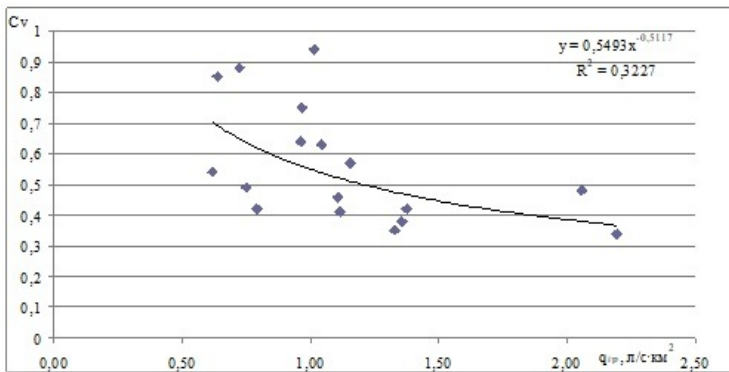


Рис. 6. Залежність коефіцієнта варіації (C_v) від ґрунтового стоку ($q_{гр}$, л/с км²)

Таблиця 3

Визначення точності карти зміни по території норми ґрунтового стоку для басейну річки Південний Буг при відсутності спостережень

№ п/п	№ поста	Річка-пост	F, км ²	\bar{q}_ϕ , л/с км ²	\bar{q}_p , л/с км ²	$\Delta = \left \frac{\bar{q}_p - \bar{q}_\phi}{\bar{q}_\phi} \right * 100\%$
1	2	3	4	5	6	7
1	230	р.Південний Буг-с.Лелетки	4000	1,79	1,80	0,60
2	232	р.Південний Буг-с.Сабаров	9010	1,39	1,40	0,70
3	234	р.Південний Буг-с.Підгір'я	24600	1,28	1,30	1,60
4	237	р.Південний Буг-с.мт.Олександрівка	46200	0,91	1,00	9,90
5	241	р.Бужок-с.мт.Меджибож	698	1,11	1,50	35,1
6	242	р.Іква-с.Стара Синява	439	2,50	2,00	19,7
7	243	р.Згар-с.мт.Літин	692	0,84	1,00	19,0
8	244	р.Ров – с.Демидівка	1130	2,28	2,00	12,3
9	247	р.Савранка-с.Осички	1740	0,78	0,75	3,80
10	249	р.Кодима-с.Обжила	145	0,46	0,50	8,70
11	250	р.Кодима-с.Катеринка	2390	0,26	0,40	53,8
12	252	р.Синюха-с.Синюхін Брід	16700	0,66	0,70	6,10
13	255	р.Велика Вись-с.Ямполь	2820	0,43	0,60	39,5
14	256	р.Ятрань-с.Покотилово	2140	1,06	1,00	5,70
15	260	р.Чорний Ташлик-с.Тарасівка	2230	0,47	0,52	10,6
16	266	р.Ігул –с.Седнівка	4770	0,65	0,60	7,70
17	267	р.Ігул-м.Новогорожене	6670	0,36	0,70	11,1
						$\bar{\Delta} = \pm 14,4\%$

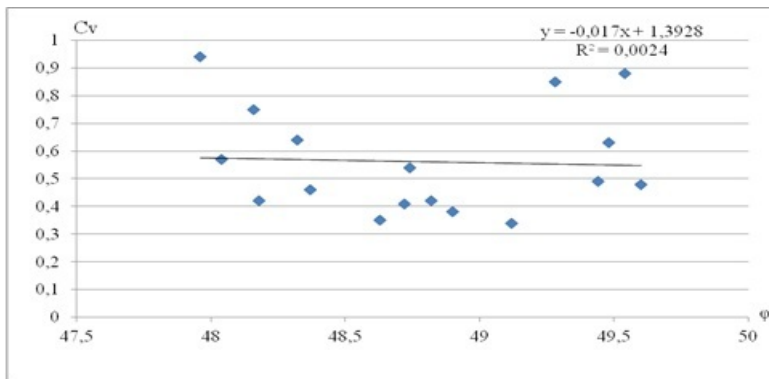


Рис. 7. Зміна коефіцієнтів варіації ґрунтового стоку (C_v) від широти (ϕ)

Складним є встановлення коефіцієнта асиметрії. Наявні в теперешній час гідрологічні ряди, загалом, статистично не представницькі, що не дозволяє з достатнім ступенем надійності обчислювати C_s (табл. 3). Вони, по-суті, виявляються самі випадковими, якщо розглядати їх по групі об'єктів. Тому виходячи з випадковості величини C_s при коротких рядах його значення визначають по усередненому в межах території співвідношенню C_s / C_v .

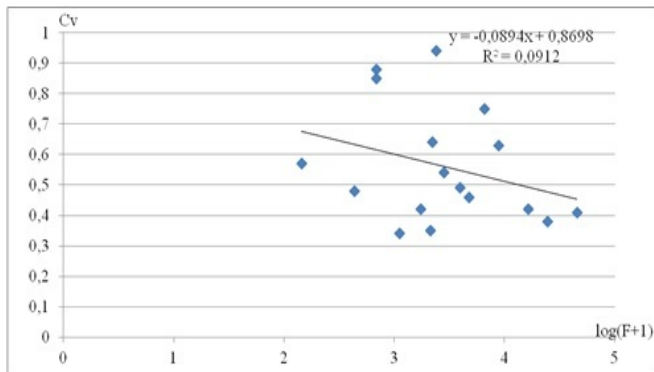


Рис. 8. Зміна коефіцієнтів варіації ґрунтового стоку (C_v) від площі водозборів $\log(F+1)$

Для басейну річки Південний Буг співвідношення C_s / C_v можна усереднити на рівні 2,0 (табл. 3).

Для визначення коефіцієнта варіації (C_v) невивчених річок басейну річки Південний Буг нами пропонується карта, яка наведена на рисунку 10.

Значення коефіцієнта варіації (C_v) ґрунтового стоку, які наносяться на геометричні центри водозборів, змінюються по території у досить широкому діапазоні від 0,9 до 0,4 у напрямку з півдня на північний захід (рис. 9).

Точність карти становить $\pm 7,5\%$ (табл. 4), що відповідає точності розрахунку коефіцієнта варіації.

Таблиця 4

Визначення точності карти зміни по території коефіцієнта варіації ґрунтового стоку при відсутності спостережень

№ п/п	№ поста	Річка-пост	F, км ²	$C_{v\phi}$	C_{vP}	$\Delta = \left \frac{C_{v\phi} - C_{vP}}{C_{v\phi}} \right * 100\%$
1	2	3	4	5	6	7
1	230	р.Південний Буг-с.Лелетки	4000	0,49	0,60	22,4
2	232	р. Південний Буг-с.Сабаров	9010	0,63	0,65	3,20
3	234	р. Південний Буг-с.Підгір'я	24600	0,38	0,40	5,30
4	237	р. Південний Буг-смт.Олександрівка	46200	0,41	0,41	0
5	241	р.Бужок-смт.Меджибож	698	0,87	0,80	8,00
6	242	р.Іква-с.Стара Синява	439	0,48	0,60	25,0
7	243	р.Згар-смт.Літин	692	0,85	0,80	5,90
8	244	р.Ров – с.Демидівка	1130	0,35	0,40	14,3
9	247	р.Савранка-с.Осички	1740	0,42	0,46	9,50
10	249	р.Кодима-с.Обжила	145	0,57	0,57	0
11	250	р.Кодима-с.Катеринка	2390	0,93	0,90	3,20
12	252	р.Синюха-с.Синюхін Брід	16700	0,42	0,44	4,80
13	255	р.Велика Вись-с.Ямполь	2820	0,54	0,54	0
14	256	р.Ятрань-с.Покотилово	2140	0,36	0,40	11,1
15	260	р.Чорний Ташлик-с.Тарасівка	2230	0,64	0,63	1,60
16	266	р.Інгул –с.Седневка	4770	0,46	0,50	8,70
17	267	р.Інгул-м.Новогорожене	6670	0,74	0,70	5,40
						$\bar{\Delta} = \pm 7,5\%$



Рис. 9. Розподіл коефіцієнтів варіації ґрунтового стоку по території

Висновки. У дослідженні використовувалися дані 17 гідрологічних постів, які розташовані на території басейну річки Південний Буг з діапазоном площ від 145 км² (р. Кодима-с. Обжила) до 46200 км² (р. Південний Буг-с-мт. Олександрівка) і періодом спостережень від 30 до 94 років.

Згідно з рекомендаціями нормативного документа СніП 2.01.14-83, при наявності тривалих рядів спостережень норма ґрунтового стоку визначалася, як середнє арифметичне значення за багаторічний період спостережень.

Статистична обробка вихідних рядів річного стоку проводилася двома методами – моментів і найбільшої правдоподібності. Порівняльний аналіз отриманих результатів показав, що обидва методи дають практично однакові значення основних статистичних параметрів, значення коефіцієнтів варіації C_v змінюються від 0,34 до 0,88, а коефіцієнтів асиметрії C_s – від 0,33 до 2,90. Співвідношення C_s / C_v коливається в діапазоні від 0,80 до 6,00, а коефіцієнт автокореляції $r(1)$ від 0,24 до 0,74.

Аналіз однорідності рядів показав, що більшість є статистично не однорідними. Також ряди ґрунтового стоку було розглянуто на наявність трендів, виявилось що значущі тренди спостерігаються практично на всіх водозборах, окрім р. Ятрань-с. Покотиловою та р. Синюха-с. Синюхин Брід.

Для визначення ґрунтового стоку невивчених річок даної території пропонується карта, точність розрахунку по карті становить 14,4%, що відповідає вимогам діючого нормативного документу СНіП 2.10.14-83 і може складати до 20%.

Для визначення коефіцієнта варіації пропонується карта, точність якої становить 7,5%, що відповідає точності СНіП 2.01.14-83 та не перевищує $\pm 15\%$. Співвідношення C_s / C_v усереднено за територію і прийнято на рівні 2,0.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): Монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316, 259-282 с.
2. Горбачова Л.О. Просторово-часові тенденції мінімального стоку річок Півдня України. Тези доповідей другого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, 7-9 жовтня 2021 р., Одеса. 51-52. с.
3. Куценко Л.В., Овчарук В.А., Прокоф'єв О.М., Гопцій М.В., Андреевська Г.М. Мінімальний та екологічний стік річок в зоні недостатньої водності України. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 2(35). 30-36 с. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.5>
4. Valeriya Ovcharuk, Eugene Gopchenko, Nataliya Kichuk, Zhannetta Shakirzanova, Liliia Kushchenko, and Mariia Myroschnichenko. Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change //Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS), 383, 229–235, 2020. DOI:<https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020> Scopus
5. ДБН В.2.4-8:2014. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик /Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ: Мінрегіон України, 2013. Затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 02.07.2014 № 185 (із змінами: Наказ № 353 від 17.12.2014, Наказ № 149 від 30.06.2015). 52 с.

REFERENCES:

1. Hrebin V.V. (2010) Modern water regime of the rivers of Ukraine (landscape and hydrological analysis): Monograph. Kyiv: Nika-Center. 316, 259-282 p. [In Ukrainian].
2. Gorbacheva L.O. (2021) Spatial-temporal trends in the minimum flow of rivers in Southern Ukraine. Abstracts of the Second All-Ukrainian Hydrometeorological Congress, October 7-9, , Odesa. 51-52. p. [In Ukrainian].
3. Kushchenko L.V., Ovcharuk V.A., Prokofiev O.M., Hoptsiy M.V., Andreyevska G.M. (2021) Minimum and ecological river flow in the zone of insufficient water supply of Ukraine. Ecological Sciences: scientific and practical journal / Editor-in-chief Bondar O.I. Kyiv: Helvetica Publishing House. No. 2(35). 30-36 p. [In Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.5>
4. Valeriya Ovcharuk, Eugene Gopchenko, Nataliya Kichuk, Zhannetta Shakirzanova, Liliia Kushchenko, and Mariia Myroschnichenko.(2020) Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change // Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS), 383, 229–235. [In Ukrainian]. DOI:<https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020> Scopus
5. DBN V.2.4-8:2014. Determination of design hydrological characteristics / State Enterprise "State Research Institute of Building Structures". Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013. Approved by Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated 02.07.2014 No. 185 (as amended: Order No. 353 dated 17.12.2014, Order No. 149 dated 30.06.2015). 52 p. [In Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 26.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 29.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 07.04.2026