

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ Р. САМАРА В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

D. Rudakov¹, <https://orcid.org/0000-0001-7878-8692>

Yu. Bytko¹, <https://orcid.org/0009-0006-1877-9587>

¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

STATISTICAL ANALYSIS OF HYDROLOGICAL PROCESSES IN THE SAMARA RIVER BASIN UNDER CLIMATE CHANGE

Метою даного дослідження є визначення закономірностей змін гідрологічного режиму р. Самара в умовах кліматичних змін з залученням даних міжнародних платформ супутникового моніторингу за останні десятиліття з урахуванням техногенного впливу і прогноз довгострокових змін витрати річки.

Методика. Розрахунок включає інтерполяцію даних супутникового моніторингу на регулярній мережі з визначенням середньозважених значень температури й опадів для водогосподарських ділянок басейну р. Самара вище гідропоста у с. Кочережки, статистичний аналіз часових рядів витрат з виділенням природної та техногенної складових витрати, регресійний та кореляційний аналіз і прогноз змін витрати за двома сценаріями кліматичних змін.

Результати. За даними моніторингу оцінено природну складову витрати річки та її лінійну регресійну залежність від середньорічних значень температури й кількості опадів, а також характеристики розподілу цих параметрів протягом досліджуваного періоду 1981–2020 рр. За цими даними виконано прогноз середньої витрати річки за сценаріями А2 та А1В кліматичних змін на основі попередніх досліджень стосовно змін температури й кількості опадів. Встановлено статистично значущі коефіцієнти кореляції середньорічної витрати від температури й кількості опадів з урахуванням техногенного впливу.

Наукова новизна. Вперше з використанням середньозважених по площі значень встановлено регресійні залежності витрати р. Самара, у тому числі її природної складової, від середньорічних температур повітря й кількості опадів. Це дозволяє прогнозувати реакцію річкового басейну як цілісної гідрологічної системи на довгострокові кліматичні зміни.

Практична значимість. Отримані регресійні закономірності на основі часових рядів витрат, температури й кількості опадів формують наукове обґрунтування стратегії сталого використання й охорони водних ресурсів в рамках значного за площею суббасейну р. Дніпро на тлі зменшення вуглевидобутку й скиду шахтних вод.

Ключові слова: річковий басейн, кліматичні зміни, супутниковий моніторинг, часові ряди, температура, опади, витрата, прогноз.

Вступ. Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, поставили питання про довгострокові перспективи забезпечення водними ресурсами. Згідно з останніми дослідженнями у цьому напрямку стосовно території України [1, 2], найпомітніші зміни протягом наступних 25–50 років найбільше торкнуться південно-східних регіонів, насамперед степової зони Лівобережжя Дніпра. Одним

з регіонів під ризиком зростання посухи є басейн р. Самара, в якому вже зараз наявні проблеми з водопостачанням та якістю води, у тому числі внаслідок впливу видобутку вугілля у Західному Донбасі та промисловості у цьому регіоні.

Згідно з кліматичними прогнозами для території України, очікується подальше підвищення середньої температури повітря, насамперед на території степової зони, що посилить напруженість ситуації водозабезпечення та доступності водних ресурсів. Ці регіони перебувають також під сильним антропогенним тиском, пов'язаним зі значними витратами води на зрошення й осушення родовищ корисних копалин. Тому виникає завдання розробки стратегії в межах водного господарства, яка має базуватися на реалістичних прогнозах гідрологічного режиму, які враховуватимуть особливості конкретних басейнів і водогосподарських ділянок.

Характеристики гідрологічного та гідрохімічного режимів на території України системно досліджувалися ще у 1970–1980 рр. Разом з тим, отримані в той час дані потребують значної корекції з урахуванням кліматичних трендів та техногенного чинника, які помітно змінили ключові гідрологічні параметри протягом останніх 40–50 років. У монографії [3] були деталізовані показники річкового стоку території басейну Дніпра і створені карти просторової варіації модуля стоку та інших показників. Наведені дані характеризують територіальний розподіл гідрологічних параметрів для 50%, 75% і 95% забезпеченості стоку, але без аналізу часових змін. Методичні питання розрахунку поверхневого стоку з використанням засобів Google Earth розглядалися у [4].

Гідрологічний та гідрогеохімічний режими р. Самари зазнають потужного впливу систематичних скидів шахтних і стічних вод Донбасу. Це стосується насамперед, скидів шахтних вод Західного Донбасу, які спочатку акумулюються в ставках-накопичувачах у долині р. Самара, а також скиди з Селидівської групи шахт, які надходять до верхів'їв р. Самара на крайньому сході її басейну [5–13]. Кілька десятиліть тому скид шахтних та стічних вод сягав в окремі роки 200 млн м³, що призводило до значного підвищення витрати й мінералізації р. Самара. В останні роки через значне скорочення водовідливу з цих шахт об'єми скиду суттєво зменшилися і не перевищують 70 млн м³. Зазначимо, що в актуальних балансах водогосподарських ділянок басейну р. Самари [14] річний об'єм скиду зворотних вод становить 68,85 млн м³. Очевидно, що скорочення скиду вже позначається на витраті річки та її мінералізації й має бути враховане у прогнозах гідрологічного й гідрохімічного режимів.

Довгострокове прогнозування гідрологічного режиму потребує належного врахування кліматичних змін. За результатами досліджень [1, 2] на період до 2050 р. були виконані прогнозні оцінки середньорічної температури повітря та кількості опадів для 11 пунктів спостереження на території України. Отримані дані стосуються сценаріїв кліматичних змін А2 та А1В. Сценарій А2 описує фрагментований світ із високими темпами зростання населення і високими рівнями викидів парникових газів. Сценарій А1В відповідає глобалізованому світу з широким впровадженням збалансованих енергетичних технологій і помірними викидами СО₂ залученню відновлюваних джерел енергії. Згідно з цими сценаріями,

в період 2031–2050 рр. на південному сході країни очікується зростання температури повітря на 1–1,5 °С при збереженні в цілому річної кількості опадів.

Дослідження гідрологічного режиму в масштабі широкої території, яку займає басейн р. Самара, можуть бути суттєво підкріплені інформаційною базою, що сформувалася за останні роки на міжнародних платформах супутникового моніторингу NASA, Copernicus [15, 16] та інших. Це стосується даних по температурі повітря, рівню води у річках і озерах, кількості опадів. Постійно поповнювана інформація та геодані на таких платформах дозволяють підвищити статистичну значущість аналізу просторово-часових закономірностей на тлі кліматичних змін. Зауважимо, що в умовах розрідженої мережі метеостанцій більш щільна мережа ділянок з інтерпольованими даними може дати більш вірогідні оцінки, зокрема, стосовно опадів, які характеризуються набагато більшою варіативністю у просторі й часі, ніж температура повітря.

Постановка завдання. Отже, за останні роки проводилися дослідження за окремими аспектами гідрологічного та гідрохімічного режиму, у тому числі в басейні р. Самара. Разом з тим, системно не враховувався ефект техногенного впливу скиду шахтних та стічних вод і фактор кліматичних змін на формування гідрологічного режиму.

У зв'язку з цим, метою даного дослідження є визначення закономірностей змін гідрологічного режиму р. Самара в умовах кліматичних змін з залученням баз даних багаторічних спостережень протягом останніх десятиліть з акцентом на оцінку техногенного впливу і прогноз довгострокових змін. Це формуватиме наукове обґрунтування стратегії сталого використання й охорони водних ресурсів в рамках значного за площею суббасейну р. Дніпро.

Основна частина. Витрати у гідропості в с. Кочережки на річці Самара використовувалися за даними Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області. Для проведення досліджень були також сформовані часові ряди середньомісячних опадів та температур, що відповідають п'яти законодавчо визначеним водогосподарським ділянкам (ВГД) М5.1.3.30–М5.1.3.34 [14] у басейні р. Самара (рис. 1), що охоплюються ділянкою в діапазоні десятичних координат (35,2, 47,8) – (36,8, 48,9). Часовий інтервал, для якого були отримані дані, і для якого наявні дані про витрати води біля с. Кочережки, відноситься до 1981–2020 рр. Для цього періоду були також обчислені середньорічні значення всіх досліджуваних параметрів (рис. 2). Значення опадів та температури визначалися в програмі QGIS за даними [15] як середньозважені за площами прямокутних ділянок стороною ($0.5^\circ \times 0.625^\circ$) відносно меж зазначених ВГД. Таким чином, були фактично отримані інтегральні значення температури повітря й опадів по площі ділянок. Необхідність використання саме інтерпольованих значень обумовлена тим, що витрата в річці на певному пункті вимірювання є функцією від багатьох чинників, у тому числі опадів та температури, причому не в окремих точках (метеостанціях), а по всій частині басейну вище за течією від даного водомірного пункту.

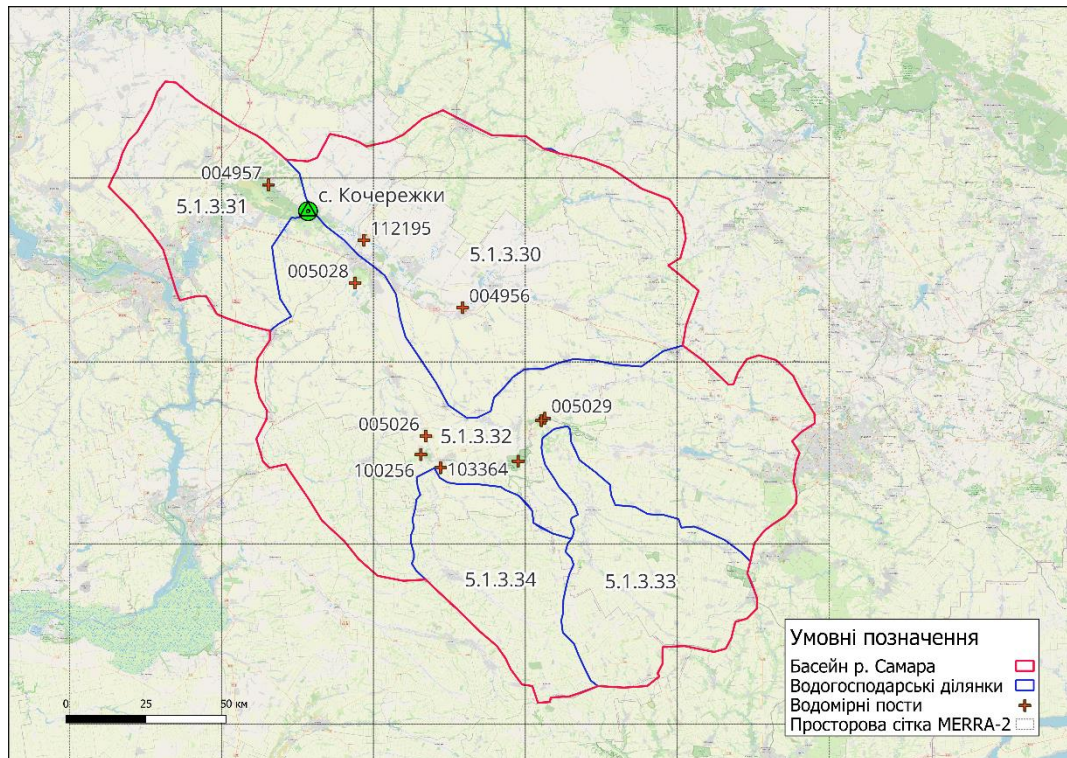


Рис. 1. Карта спостережної мережі гідрологічного моніторингу басейну р. Самари

Виміряна витрата Q_m включає природну складову Q_n , яка визначається динамікою опадів та температури повітря, і техногенну складову Q_{mw} , яка враховує скиди шахтних і стічних вод підприємств у басейні річка вище за течією від гідропоста

$$Q_m = Q_n + Q_{mw} \quad (1)$$

Тому для виконання довгострокових прогнозів з управління водними ресурсами басейну річки коректним є встановлення залежності саме природної складової стоку від природних чинників. У першому наближенні будемо вважати природну складову витрати функцією двох умовно незалежних змінних (температури повітря та опадів) у масштабі басейну:

$$Q_{mw} = F(T_{av}, w_{av}) \quad (2)$$

де T_{av} , w_{av} – середні значення температури повітря та опадів у частині басейну вище за пункт, де вимірюється витрата Q_m . Зважаючи на доволі високу варіативність часових рядів по опадах, яка знижує вірогідність нелінійних трендів, функцію (2) доцільно шукати у вигляді лінійної регресії.

Середні значення температури та опадів визначалися за формулами

$$T_{av} = \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i, \quad w_{av} = \sum_{i=1}^n \alpha_i w_i \quad (3)$$

де T_i , w_i – середні значення температури повітря та опадів на ВГД з індексом i , α_i – ваговий коефіцієнт даної ВГД, який приймався як відношення її площі до загальної площі стоку в басейні, яка формує стік у пункті вимірювання витрати.

Очевидно, що розподіл метеоданих, побудований за фактичними вимірами, спирається лише на розріджену мережу метеостанцій. Зважаючи на значну варіативність площинного розподілу опадів, особливо в теплий період, для оцінок у масштабі басейну річки більш коректним слід вважати використання інтерпольованих даних ГІС, отриманих для ділянок меншої площі.

Перед виконанням статистичного аналізу була проведена оцінка збіжності фактичних і інтерпольованих даних за наявними даними для метеостанцій Дніпро (травень 1981 р. – вересень 2024 р.) та Гуляй-Поле (березень 2000 р. – липень 2008 р.). Встановлено, що інтерпольовані значення з середньоквадратичним відхиленням 2,1–3% відповідають виміряній температурі на метеостанціях, і 4,8–7,5% – розподілу опадів. Цей висновок має бути уточнено надалі з долученням більшого обсягу фактичних метеоданих, хоча оцінена збіжність вже дозволяє встановлювати статистично значущі закономірності за наявними даними.

При виконанні кількісного аналізу закономірностей гідрологічного режиму має враховуватися внесок шахтних вод і стічних вод у формування витрати р. Самара. Відповідні дані по скиду цих вод у басейні р. Самара наявні в екологічних паспортах Дніпропетровської області, починаючи частково з 2013 і повністю з 2016 р., та Донецької області, починаючи з 2016 р. [10–13]. За відсутності таких даних у попередні роки були використані дані зі звітів та публікацій, зокрема, [5–9]. Зважаючи на тенденцію поступового закриття шахт, слід очікувати мінімізації цієї складової водного балансу протягом наступних десятиліть. За відсутності доступу до даних стосовно скидів у 1980–1989 рр., їх об'єм приймався за даними 1990 р. У роки з невідомими значеннями скидів між 1990, 1995, 2006, 2011, 2013 рр. річні витрати апроксимувалися лінійною залежністю.

З урахуванням оціненої витрати шахтних і стічних вод, розрахованої середньої температури повітря й опадів по ВГД в басейні Самари вище гідропоста у с. Кочережки побудовані часові ряди (рис. 2), які дозволяють виконати статистичний аналіз змін параметрів гідрологічного режиму протягом періоду 1981–2020 рр.

Перевищення об'єму витрати над об'ємом опадів зафіксовано лише у 1998 і 2003 рр. Але якщо розглянути баланс води протягом року з високою витратою і попереднього року, то водний баланс не порушується і кількість опадів за два роки перевищує витрату в річці. До причин перевищення витрати над опадами слід віднести, насамперед, вивільнення акумульованих запасів води, сформованих у попередній рік, що можливе зважаючи на значну площу боліт у заплаві р. Самара і Вовча. Також це може бути проявом необлікованих скидів шахтних та стічних вод, підземного припливу з-за меж басейну р. Самара, що теоретично можливо через незбіг меж басейнів поверхневих і підземних вод, і похибок у гідрометричних вимірюваннях при високих витратах.

Найбільш ймовірно, це пов'язано з накопиченням опадів наприкінці попереднього року і таненням цих запасів навесні, оскільки сумарна витрата за пару

років поспіль (1997–1998 рр. і 2002–2003 рр.) не перевищує об'єм опадів за ці ж пари років. Середньорічний об'єм витрати на гідропості у с. Кочережки для природної витрати Q_n становить 37% від об'єму опадів вище за течією, тоді як для вимірної витрати Q_m , яка включає техногенні скиди, – 55%.

Протягом розглянутого періоду спостерігається зростання температури повітря, причому статистично значущий лінійний тренд (рис. 2, а) показує зростання на 2°C за 1981–2020 рр., а середнє значення за друге двадцятиріччя $9,2^\circ\text{C}$ перевищує той же показник за перше двадцятиріччя на $1,1^\circ\text{C}$. Тренди річної витрати без урахування техногенних скидів та опадів показують стабільність в умовах значних коливань.

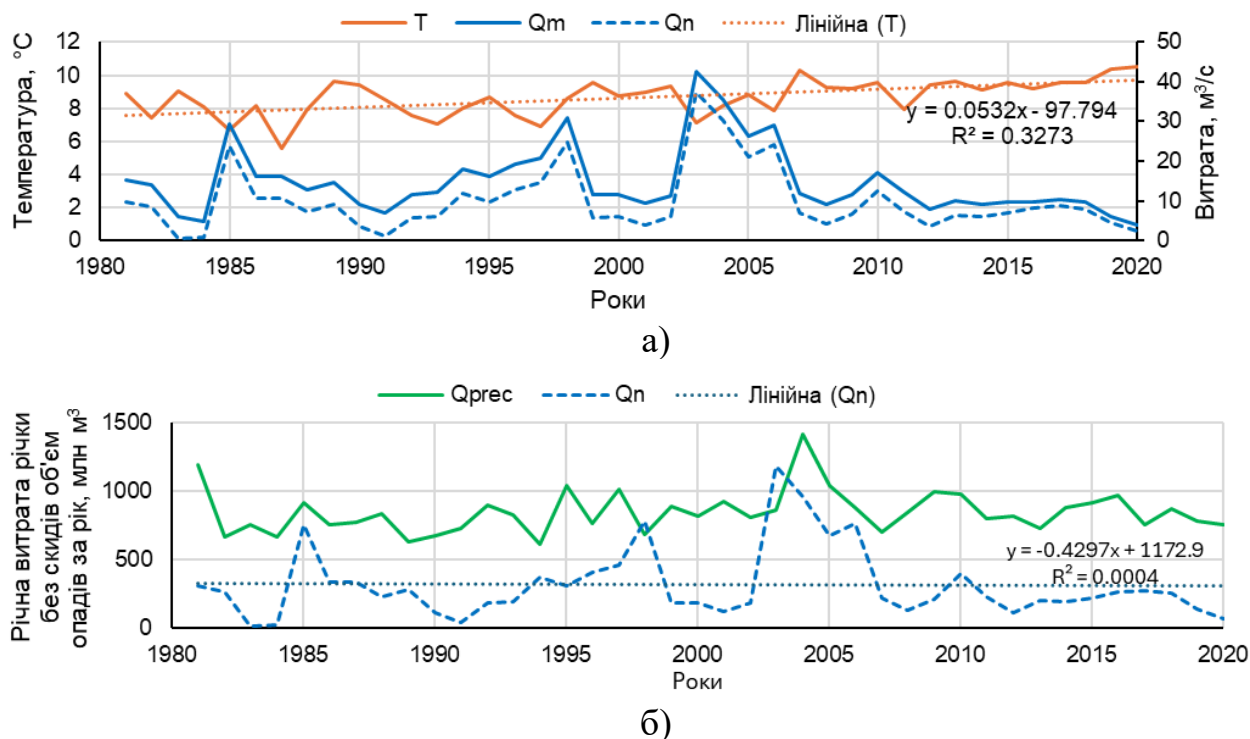


Рис. 2. Динаміка температури повітря й опадів в басейні р. Самара вище гідропоста в с. Кочережки та витрати у ньому протягом 1981–2020 рр.: а) зміна середньорічної температури повітря T , вимірної витрати Q_m , і природної складової витрати Q_n , обумовленої опадами без урахування техногенних скидів Q_{mw} , б) зміна річного об'єму опадів Q_m , і об'єму витрати $Q_n = Q_m - Q_{mw}$.

Встановлення закономірностей гідрологічного режиму для досліджуваного періоду 1981–2020 рр. спиралося на розраховані середньорічні значення за середньомісячними значеннями витрати, опадів w та температури повітря.

Найбільш варіативними є часовий ряд витрат (58,6% для вимірних витрат і 82,4% для природної складової витрати), тоді як коефіцієнти варіації середньомісячних значень температури та опадів у різних ВГД становлять 13–14% та 16–18%, відповідно (12,6% і 18,4% в середньому по частині басейна вище с. Кочережки). Розподіли вимірної витрати Q_m , природної складової витрати Q_n , а також кількості опадів мають чітко виражену ліву асиметрію ($A_{Qm} = 1,56$, $A_{Qn} = 1,73$,

$A_w = 1,39$ (рис. 3, 4, б), тоді як розподіл середньорічної температури повітря має значно меншу асиметрію $A_T = -0,63$ (рис. 4, а). Очевидно, що розподіли вимірної витрати, її природної складової та кількості опадів, описуються логарифмічно нормальним законом краще, ніж нормальним, хоча значення асиметрії цих параметрів не перевищують теоретичну границю $3\sigma_A = 3\sqrt{6/n}$, де n – обсяг вибірки.

Друге двадцятиріччя з досліджуваного періоду характеризується суттєвою зміною розподілу вимірної витрати річки (рис. 5). Розподіл витрати за 2000–2020 рр. став більш асиметричним зі зменшенням кількості багатоводних років, що ймовірно, є результатом загального потепління на тлі майже незмінної кількості опадів.

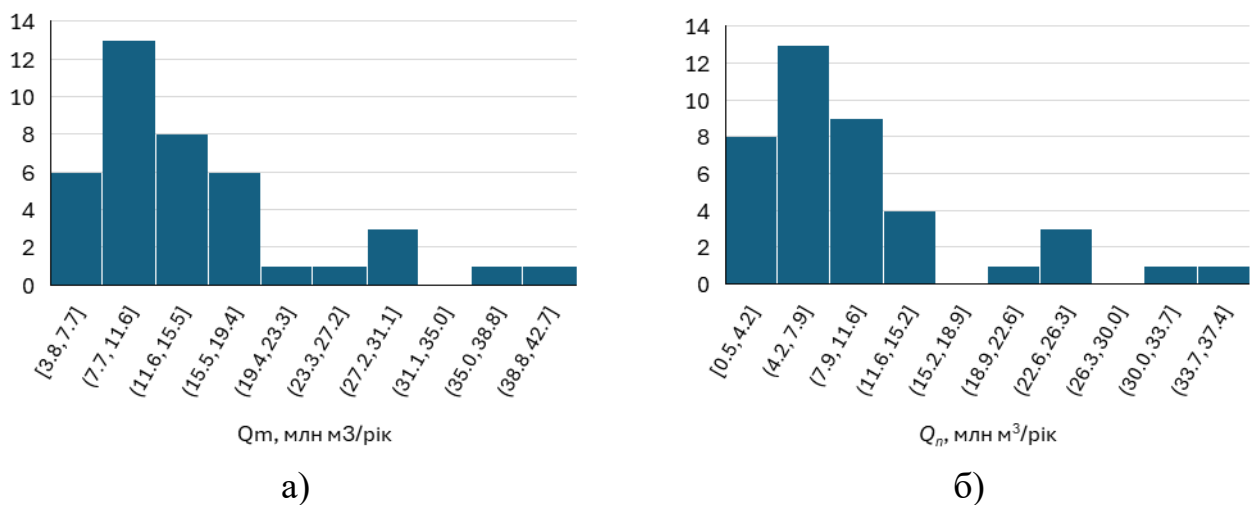


Рис. 3. Розподіли вимірної витрати Q_m (а) та природної складової витрати Q_n у гідропості у с. Кочережки (б) за період 1981–2020 рр.

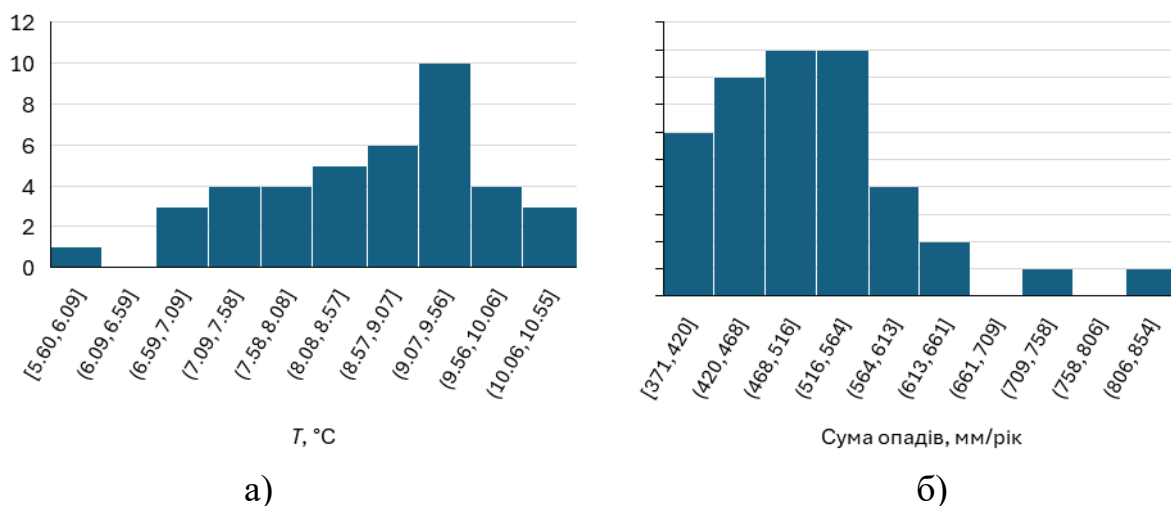


Рис. 4. Розподіли середньорічної температури повітря T_{av} (а) та річної кількості опадів w_{av} (б) у басейні р. Самари вище гідропоста у с. Кочережки за період 1981–2020 рр.

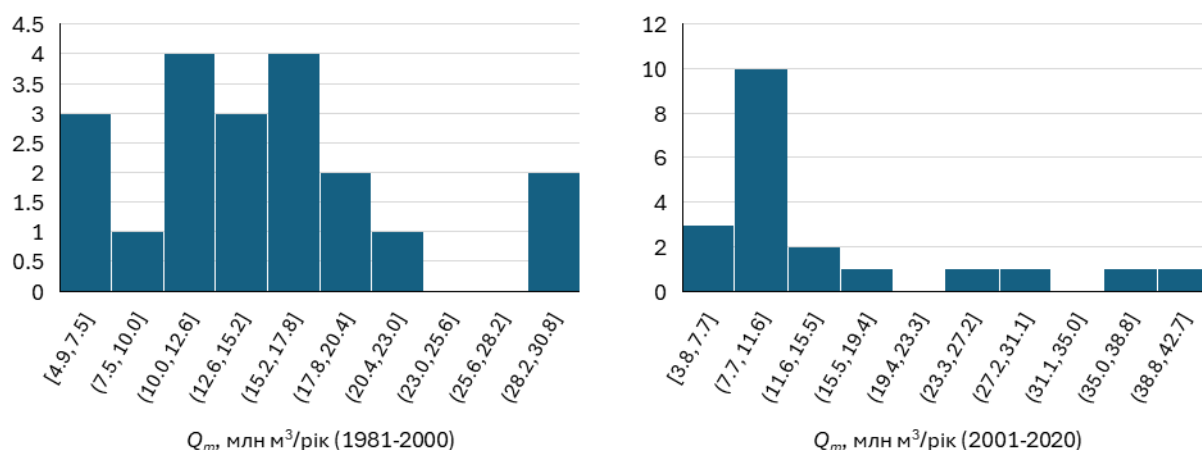


Рис. 5. Розподіли вимірної витрати Q_m у гідропості у с. Кочережки за період 1981–2000 рр. (а) і 2001–2020 рр. (б)

За значеннями температури й опадів визначено лінійну регресію витрати, обумовленої природним стоком Q_n пункті спостережень в с. Кочережки у вигляді

$$Q_n = a + b \cdot T_{av} + c \cdot w_{av} \quad (4)$$

де $a = 20,381 \text{ м}^3/\text{с}$, $b = -3,05 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot ^\circ\text{C})$, $c = 0,031 \text{ (м}^3/\text{с)/(\text{мм/рік})}$, T_{av} – середньорічна температура повітря, $^\circ\text{C}$, w_{av} – середньорічна кількість опадів, мм/рік, причому T_{av} і w_{av} визначені для частини басейну вище гідропоста у с. Кочережки. Статистична значущість рівняння (4) перевищує 0,999. Зауважимо, що визначення рівняння регресії для вимірної витрати Q_m не має сенсу, оскільки його складова Q_{mw} не залежить від опадів і температури.

Для середньорічних значень протягом періоду 1981–2020 рр. визначено коефіцієнти парної кореляції ρ в матриці даних трьох параметрів і встановлено:

- зворотній кореляційний зв'язок між природною складовою витрати води в річці та температурою повітря $\rho(Q_n, T_{av}) = -0,43$, що за критерієм Стьюдента вказує на статистично значущий зв'язок з довірчою ймовірністю вище 0,995;

- прямий кореляційний зв'язок між природною складовою витрати води в річці та річною сумою опадів $\rho(Q_n, w_{av}) = 0,39$, що за критерієм Стьюдента вказує на статистично значущий зв'язок з довірчою ймовірністю вище 0,95.

Коефіцієнт кореляції між температурою повітря та опадами $\rho(T_{av}, w_{av}) = -0,074$, тобто ці фактори можна розглядати як незалежні. Зазначимо, що для витрати з урахуванням техногенних стоків ці значення подібні: $\rho(Q_m, T_{av}) = -0,50$, $\rho(Q_m, w_{av}) = 0,37$.

Коефіцієнти парної кореляції для пар параметрів «витрата-температура повітря» і «витрата-опадів» можна визначати для місяців року. Але при цьому залежна функція «витрата» буде включати невідомий по місяцях розподіл техногенних скидів, що поставить під сумнів вірогідність отриманих результатів.

Наведені в [1, 2] прогнози значення температури повітря і опадів для найближчих до басейну Самари метеостанцій за сценаріями кліматичних змін A2 і A1B були інтерпольовані по території басейну вище с. Кочережки (табл.).

Таблиця

Прогнозні оцінки змін витрати р. Самара на гідропості у с. Кочережки за сценаріями кліматичних змін

Параметр	Середньорічне значення за 1981–2020 рр.	Середньорічне значення за сценарієм А2 ¹	Середньорічне значення за сценарієм А1В ¹	Розрахунок на період 2031–2050 рр.
T_{av}	8,6	9,8	10,8	10,76 ²
w_{av}	512	632	573	557 ²
Q_m	14,73	-	-	8,0 ³
Q_n	9,93	-	-	6,4

¹ Інтерполяція за даними по метеостанціях Донецьк, Мелітополь, Полтава [1].

² Інтерполяція за встановленими лінійними трендами.

³ З урахуванням об'єму скиду шахтних і стічних вод близько 50 млн м³/рік.

Висновки. Для встановлення закономірностей гідрологічного режиму р. Самара в умовах кліматичних змін на часовому інтервалі 1981–2020 рр. було запропоновано використання інтерпольованих значень температури й опадів за даними міжнародних платформ супутникового моніторингу, які забезпечують прийнятну точність кількісного аналізу, зважаючи на щільність мережі метеостанцій.

За обробкою даних про середньомісячні значення температури та кількості опадів визначено рівняння лінійної регресії середньорічної витрати на гідропості в с. Кочережки в нижній течії р. Самара від середньорічних значень опадів та температури, причому у витраті відокремлюється її природна складова, яка визначається кількістю опадів на території басейну, та техногенної складовою – скидами шахтних та стічних вод. Частка техногенної складової річкового стоку протягом аналізованого періоду сягала 32,6%, а за його останнє десятиліття скоротилося до 30%, переважно через згортання вуглевидобутку.

Визначена залежність характеризує властивості аналізованої частини басейну в цілому як великомасштабної природної системи та дозволяє робити прогнози зміни витрати у разі довгострокових статистично значущих змін температури й опадів. Розподіли витрати та опадів мають виражену ліву асиметрію, тоді як розподіл температури може бути апроксимований нормальним розподілом.

Встановлені тренди поступового зростання температури до 1–1,5 °С при відносній стабільності кількості опадів на території басейну р. Самара корелюють з попередніми результатами досліджень змін клімату для цієї частини території України. На основі очікуваних змін температури й кількості опадів встановлено середні значення природної складової витрати річки та її повної витрати з урахуванням техногенної складової. Такі прогнози потрібні при плануванні довгострокових заходів з управління водними ресурсами в рамках басейнів річок країни.

Перелік посилань

1. Степаненко, С.М., Польовий, А.М., Лобода, Н.С., та ін. (2015). *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія*. Одеса: Вид. «ТЕС».

2. Сніжко, С., Шевченко, О., & Дідовець, Ю. (2021). *Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України*. Центр екологічних ініціатив «Екодія».
3. Хільчевський, В.К., Ромась, І.М., Ромась, М.І., Гребінь, В.В., & Шевчук, І.О. (2007). *Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра*. Ніка-Центр.
4. *Global Surface Runoff estimation with ECMWF Daily Precipitation data through Google Earth Engine* <https://earthmap.org/documents/RunOffEstimation.pdf>
5. Улицький, О.А., Д'яченко, Н.О., Бойко, К.Е., Орловський, А.В., Артеменко, І.О., & Зосима, В.Г. (2021). Оцінювання екологічної небезпеки впливу шахтних вод ставка-накопичувача б. Таранова на водне середовище Західного Донбасу. *Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.6>
6. Ковров, О.С., Кулікова, Д.В., & Кравченко, Н.Д. (2020). Обґрунтування комплексної технології очищення шахтних вод та димових газів котельні. *Екологічні науки*, 29, 12–18. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.1.2>
7. Євграфікіна, Г.П. (2023). *Вплив гірничодобувної промисловості на гідрогеологічні та ґрунтово-меліоративні умови територій*. Дніпропетровськ: Моноліт.
8. Омельчук, А. Ю. (2013). Основні результати гідрогеологічних досліджень на територіях, прилеглих до ставків-накопичувачів скидних шахтних вод Західного Донбасу. *Вісник Дніпропетр. ун-ту. Серія : Геологія. Географія*, 15, 94–99.
9. *Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2016 рік*.
10. *Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2018 рік*.
11. *Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2020 рік*.
12. *Екологічний паспорт Донецької області за 2017 рік*.
13. *Державне агентство водних ресурсів України* <https://www.davr.gov.ua/>
14. *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources* <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
15. *Copernicus Climate Data Store (CDS)* <https://cds.climate.copernicus.eu>
16. *National Centers for Environmental Information* <https://www.ncei.noaa.gov/access/search>

ABSTRACT

Purpose. The purpose of this study is to identify the patterns of changing the hydrological regime of the Samara River under climate change using data from international satellite monitoring platforms accumulated over the past decades, taking into account the man-made impact, and to forecast long-term changes in river discharge.

The methods. The calculation included interpolation of satellite monitoring data on a regular network with evaluated weighted average temperatures and precipitation amounts for water management areas of the Samara River basin above the gauging station in the village of Kocherezhki, statistical analysis of time series of discharges with separation of natural and man-made discharge components, regression and correlation analysis, and forecast of discharge changes under two climate change scenarios.

Findings. According to the monitoring data, we estimated the natural component of the river discharge and identified the linear regression on the average annual temperatures and precipitations, as well as the features of the distribution of these parameters during the studied period from 1981 to 2020. Based on these data, the average river discharge was forecasted under the A2 and A1B climate change scenarios, considering previous studies on temperature and precipitation trends. Besides, we identified statistically significant correlations between the average annual discharge, temperature, and precipitation, considering the anthropogenic impact.

The originality. For the first time, regressions for the Samara River discharge, including its natural component, the average annual air temperatures, and precipitation, were identified using area-

weighted average values. This enables predicting the response of the river basin as an integral hydrological system to long-term climate changes.

Practical implementation. The obtained regression patterns based on time series of flows, temperature, and precipitation form a scientific justification for developing the strategy of sustainable use and protection of water resources within the significant area of the Dnieper River sub-basin, against the background of reducing coal mining and decreasing mine water discharge.

Keywords: *river basin, climate change, satellite monitoring, time series, temperature, precipitation, flow, forecast.*

дата першого надходження статті до видання	02.07.2025
дата прийняття до друку статті після рецензування	03.08.2025
дата публікації (оприлюднення)	04.09.2025