

Рудаков Д.В., професор каф. гідрогеології та інженерної геології,
Битько Ю.М., аспірант, гр. 103А-24-1

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ В ЧАСІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ Р. САМАРА В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Метою даного дослідження є визначення закономірностей змін гідроологічних і кліматичних параметрів у басейні р. Самара статистичними методами із залученням баз даних багаторічних спостережень протягом останніх десятиліть. Об'єктом дослідження є гідроологічні процеси в басейні р. Самара.

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

В рамках виконання угоди про Асоціацію з ЄС Україна реалізує Водні директиви ЄС, в яких, зокрема, покладено басейновий принцип управління водними ресурсами. Для довгострокового планування управління водними ресурсами потрібні надійні прогнози оцінки розвитку гідроологічних процесів за різних сценаріїв кліматичних змін. Першим кроком у цьому напрямку є визначення регіональних трендів еволюції гідроологічних процесів та їх кореляції з трендами кліматичних змін для умов різних басейнів, що дасть змогу формувати довгострокові заходи з раціонального використання водних ресурсів.

Для проведення досліджень були отримані часові ряди середньомісячних опадів та температур з баз кліматичних даних [3], що відповідають п'яти законодавчо визначеним водогосподарським ділянкам (ВГД) М5.1.3.30–М5.1.3.34 у басейні р. Самара, який охоплюється ділянкою в діапазоні десятичних координат (35,2, 47,8) – (36,8, 48,9). Просторова відповідність точок територіям ВГД визначалася за принципом їх близькості до геометричних центрів, а ряди значень інтерполювалися за даними супутникових спостережень [3]. Дані щодо витрат у водопункті на р. Самара (с. Кочережки) були отримані від Офісу водних ресурсів Дніпропетровської області.

Досліджувався період спостережень з початку 1981 р. по кінець 2020 р. за середньорічними і середньомісячними значеннями витрати річки, опадів та температури повітря. Найбільш варіативними є часовий ряд витрат (58.7%), тоді як коефіцієнти варіації для температури та опадів у різних точках, що відповідають різним ВГД, становлять 13–14% та 16–18%, відповідно.

Для середньорічних значень встановлено:

зворотній кореляційний зв'язок між витратою води в річці та температурою повітря в інтервалі від $-0,46$ до $-0,52$, що за критерієм Стьюдента вказує на статистично значущий зв'язок з довірчою ймовірністю вище 0,999;

прямий кореляційний зв'язок між витратою води в річці та температурою повітря в інтервалі від $0,27$ до $0,39$, що за критерієм Стьюдента вказує на статистично значущий зв'язок з довірчою ймовірністю вище 0,95.

Емпірична залежність зворотної витрати води в річці Q від температури повітря T може бути описана лінійною залежністю виду $Q = aT + b$, де коефіцієнт a змінюється для п'яти ВГД в діапазоні від $-3,9$ до $-4,1$, b – від $47,1$ до $50,0$ при $R^2 = 0,21-0,27$. Емпірична залежність прямої витрати води в річці Q від річної кількості опадів w_a може

бути описана лінійною залежністю виду $Q = a w_a + b$, де коефіцієнт a для п'яти ВГД змінюється в діапазоні від 0,28 до 0,42, b – від -3.0 до $2,2$ при $R^2 = 0,07-0,15$.

Для виявлення закономірностей часових змін витрат р. Самара та кліматичних показників використано мультиплікативну модель часового ряду [4], згідно якої кожний рівень ряду може бути поданий як добуток трендової (T), циклічної (C), сезонної (S), і випадкової (R) компонент:

$$Y = T \cdot C \cdot S \cdot R. \quad (1)$$

Така модель застосовна, коли амплітуда сезонних коливань змінюється, що краще відповідає умовам багаторічних кліматичних змін, в яких дана амплітуда не є константою. Для визначення витрати в річці як функції від опадів та температури необхідно визначити сезонність температури, оскільки часовий ряд опадів не демонструє сезонність (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка змін опадів та витрат води в р. Самара у с. Кочережки (факт та ковзне середнє за 3 місяцями)

Тестування прогнозної моделі для температури проведено шляхом порівняння розрахованих значень за 2011–2020 рр. на основі вимірювань попередніх трьох декад 1981–2010 рр. з фактичними даними. Середньоквадратичне відхилення між цими часовими рядами за 2011–2020 рр. для експоненційного та простого ковзного середнього становить $2-2,5$ °С, що становить $6.9-7.7\%$ від діапазону між максимальним та мінімальним значеннями. Встановлено тренд на зростання середньорічної температури зі швидкістю $0,076$ °С/рік, причому середня температура у період 2001–2020 рр. зросла на $1,1$ °С порівняно з періодом 1981–2000 рр.

Отримані рівняння та статистичні оцінки та їх подальший розвиток дають можливість обґрунтовано задавати параметри живлення при виконанні довгострокових прогнозів гідрологічних та гідрогеологічних процесів у басейні р. Самари.

Перелік посилань

1. Степаненко С.М. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія] / С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. – 520 с.
2. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021. – 68 с.
3. NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources.
URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (дата звернення: 25.02.2025).
4. Економетрика : навчальний посібник / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, О. А. Сергієнко, С. В. Прокопович. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 384 с.