

ВОДНО-БАЛАНСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛИХ РІЧОК ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ЯК ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ

Згідно із стратегіями сталого розвитку цикл екологічного планування водних ресурсів передбачає п'ять взаємопов'язаних етапів. Спершу здійснюється оцінка водного балансу, що включає аналіз наявності та використання водних ресурсів. Далі відбувається розробка екологічних стратегій, спрямованих на їхнє раціональне та стале використання. Наступним кроком є впровадження стратегій у практику управління. На четвертому етапі здійснюється моніторинг та оцінка ефективності впроваджених заходів. Завершальний етап - адаптація та вдосконалення, що передбачає внесення коректив на основі результатів моніторингу (рис.1).



Рис. 1. Цикл екологічного планування водних ресурсів

Такий циклічний підхід забезпечує безперервне вдосконалення системи управління водними ресурсами. Саме такий підхід був застосований для вивчення стану малих річок Житомирського району. Малі річки Житомирського району, як і загалом області, мають специфічні водно-балансові характеристики, які значною мірою залежать від їхнього розташування в межах Поліської та Лісостепової зон, а також від рельєфу та ґрунтового покриву. Основними річками, що протікають територією Житомирського району, є Тетерів та його притоки. В дослідженнях аналізувались наступні малі річки та їх суббасейни: Шийка, Лісна, Коднянка, Кам'янка Лісна та Свинолужка. Живлення малих річок Житомирського району є змішаним, але з переважанням снігового. Це означає, що найбільша частина річного стоку формується за рахунок танення снігу навесні. Також важливу роль відіграє дощове та ґрунтове живлення. Через низинний рельєф Полісся та значну заболоченість, ґрунтове живлення є суттєвою складовою водного балансу, особливо в північних частинах району. Водно балансові характеристики представлені в таблиці 1 [1].

Таблиця 1.

Водно-балансові характеристики малих річок Житомирського району (1991-2020)

Річка (Суббасейн)	Опади, мм	Евапотранспірація, мм	Поверхневий стік, мм	Ґрунтовий стік, мм	Коефіцієнт стоку
Шийка (1114)	702	423	61	61	0,17
Лісна (1127)	694	453	49	48	0,14
Коднянка (957)	690	488	31	34	0,09
Кам'янка Лісна (1152)	695	463	38	43	0,12
Свинолужка (1132)	690	462	21	36	0,08

Для річок Житомирського району характерний нерівномірний сток протягом року. 50–70% (або навіть більше) річного стоку проходить під час весняної повені, яка триває 10–15 днів. Це пов'язано з інтенсивним таненням снігу. У теплу пору року спостерігається низький рівень води (межень), що іноді переривається дощовими паводками. Взимку, коли річки вкриті льодом, також спостерігається низький рівень води. Найвищий сумарний стік зафіксовано у р. Шийка (122 мм) а найнижчий у р. Свинолужка (57 мм). Співвідношення поверхневого та ґрунтового стоків варіює від річки до річки, що вказує на різні гідрогеологічні умови басейнів.

Малі річки є надзвичайно чутливими до антропогенного впливу. В Житомирському районі вони часто страждають від скидів недостатньо очищених стічних вод від комунальних та промислових підприємств. Результатом антропогенного впливу є зміна гідрологічного режиму. Такі зміни відбуваються внаслідок меліорації, будівництва ставків та водосховищ, що призводить до зарегулювання річкового стоку та погіршення їх самоочисної здатності [2, 3].

З метою адаптивного управління водними ресурсами в регіоні, встановленням інтенсивності експлуатації водних ресурсів, існування ризиків дефіциту води для екосистем та населення був розрахований індекс водного стресу на основі водно-балансових характеристик та здійснено прогнозування його змін. Індекс водного стресу (WSI) враховує не тільки забір води, а й якість води, нерівномірність розподілу у просторі та часі, потреби

населення та екосистем, кліматичні фактори. Цей індекс використовується на глобальному рівні (ООН). Розрахункові дані для визначення індексу водного стресу представлені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Річка	Опади, мм	Евапотранспірація, мм	Загальний стік, мм	Коефіцієнт стоку	Індекс посушливості	WSI	Рівень стресу
Шийка	702	423	122	0,17	0,776	0,388	Помірний
Лісна	694	453	97	0,14	0,824	0,462	Помірний
Коднянка	690	488	65	0,09	0,882	0,568	Високий
Кам'янка Лісна	695	463	81	0,12	0,851	0,499	Помірний
Свинолужка	690	462	57	0,08	0,890	0,548	Високий

Для прогнозування стану водних ресурсів регіону була застосована гібридна нейро-фізична модель водного стресу (рис. 2). Це інноваційний підхід в управлінні водними ресурсами, який поєднує три компоненти: 1) нейронна мережа (LSTM) –для складних нелінійних залежностей; 2) фізично-обґрунтована модель – рівняння Пенмана-Монтейта; 3) Байєсівська калібрування – адаптивна корекція невизначеності. В чому переваги цієї моделі. Модель самонавчається, можна прогнозувати як місячні так і декадні зміни, довірчі інтервали $\pm 15\%$, враховує кліматичні сценарії.

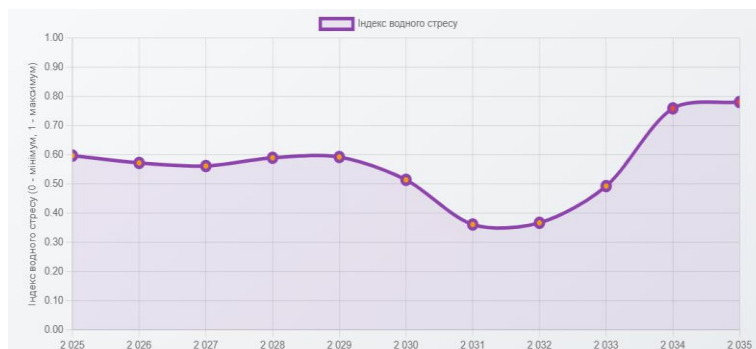


Рис. 2. Прогноз індексу водного стресу (WSI) до 2035 року

У 2025–2029 рр. індекс коливається на рівні 0,55–0,6, що свідчить про помірний водний стрес. У 2030–2032 рр. спостерігається зниження до мінімальних значень (0,35–0,37), що може бути пов'язано з поліпшенням водного балансу чи зменшенням антропогенного навантаження. Починаючи з 2033 р., фіксується різке зростання, і вже у 2034–2035 рр. індекс сягає 0,75–0,78, що відповідає високому рівню водного стресу та потенційній загрозі для стійкого водокористування. Таким чином, прогноз показує нестабільність гідрогеологічного стану, із ризиком переходу від відносно сприятливих умов до критичних

Також був розрахований і проаналізований водно-екологічний індекс (WEI), який використовується в ЄС, щоб оцінити ступінь експлуатації водних ресурсів та виявити рівень антропогенного навантаження. Аналіз показав, що значення WEI коливаються у межах 0,5–0,8 (тобто 50–80%), що вказує на сильне антропогенне навантаження і ризик нестачі води. Отримані результати підкреслюють необхідність посилення екологічного моніторингу та впровадження стратегій сталого управління водними ресурсами регіону.

Список використаних джерел:

1. Басейнове управління водних ресурсів річки Прип'ять. Електронний ресурс. Режим доступу: https://buvrzt.gov.ua/derz_oblik.html?utm_source=chatgpt.com
2. Kapelista I., Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. Grassroots Journal of Natural Resources. 2024. Vol. 7, No. 3. P. 378-395.
3. Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Palii O. Integral assessment of the effectiveness of water resource management in communities for sustainable development. Ecological Safety and Balanced Use of Resources. 2025. Vol. 16, No. 1. P. 27-38.