УДК 651.589

ГЛОБАЛЬНА КРИЗА ВОДНИХ РЕСУРСІВ: НАУКОВІ РІШЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

О. Андріяшевська, група ЕО-22
Центральноукраїнський національний технічний університет

Актуальність: дослідження доступності прісної води та її майбутнього є вкрай актуальним у контексті глобальних кліматичних змін, соціально-економічних викликів та технологічного розвитку. Зростаючі загрози дефіциту водних ресурсів можуть призвести до політичних конфліктів, міграційних криз та зміни економічних моделей у світі.

Метою дослідження є аналіз майбутніх викликів, пов’язаних із доступністю прісної води, а також пошук інноваційних рішень, стратегій управління та футуристичних сценаріїв розвитку людства в умовах обмежених водних ресурсів.

Завдання дослідження: оцінити майбутні загрози та виклики, пов’язані зі зміною клімату, перерозподілом прісної води, можливими конфліктами через водні ресурси, а також соціально-економічними наслідками глобальної водної кризи; проаналізувати інноваційні рішення та технологічні розробки у сфері очищення, збереження та альтернативного отримання прісної води; розробити практичні рекомендації щодо запобігання водній кризі на глобальному рівні.

Запаси прісної води у світі стрімко виснажуються через зростання населення, підвищений попит і забруднення. Вже сьогодні дві третини населення світу стикаються з її нестачею. До 2050 року, за прогнозами, попит на воду зросте на 64 %, зокрема через потреби сільського господарства, яке споживає 70 % світових водних ресурсів. [1]

Україна належить до малозабезпечених водою країн, займаючи 111 місце серед 152 держав світу та 17 місце серед європейських країн.[2]

Глобальне потепління знано впливає на загострення кліматичної кризи, це має великий вплив на світові зміни найближчі 10 років. Зростають ризики для суспільства та промисловості. Екстремальні погодні явища – спека, посухи, повені – погіршують продовольчу безпеку.

Такі зміни мають серйозні соціально-економічні наслідки. Виникають проблеми економічної кризи та зротання бідності через втрату врожаїв, нестачу питної води, проблеми з житлом, що також провокує масові міграції.

В регіонах, де виникають такі критичні ситуації щодо дифіциту їжі та води, виникають та загострюються воєнні конфлікти через боротьбу за ресурси.

Сучасність демонструє нову глобальну тенденцію: водні ресурси стають ключовим стратегічним активом, що дедалі частіше стає каталізатором міжнародних криз, потенційних зіткнень та навіть масштабних військових конфліктів. Статистика свідчить про понад 650 війн та збройних протистоянь, пов'язаних із контролем над джерелами питної води.

Якщо не вживати термінових заходів, кліматична криза дуже швидко стане каталізатором глобальної нестабільності.

Подолання дефіциту води пов’язане не тільки зі значними фінансовими, технічними і матеріальними витратами, а й необхідністю залучення і якнайбільш ефективного використання технологічного, інтелектуального, інноваційного потенціалів.

Посухи та зниження грунтових вод у південних та східних регіонах України спричинятимуть загрозу продовольчій безпеці через скорочення врожайності, вналідок нестачі води для зрошення; підвищення вартості води та енергії на її очищення та транспортування; скорочення кількості робочих місць у постраждалих регіонах, через міграції до більш сприятливих районів. [3]

Кліматичні зміни створюють серйозні виклики, але водночас відкривають нові можливості для економічного зростання. Інвестиції у розвиток водних технологій можуть не лише пом'якшити наслідки посух і водної кризи, а й стати драйвером нових індустрій, сприяючи розвитку промисловості, сільського господарства, енергетики та захисту навколишнього середовища. [4]

Використання авіаційних методів для виклику опадів вже використовується в різних країнах світу. Розробка та вдосконалення таких технологій дозволяє підтримувати вологість грунту в посушливі періоди, що сприятиме стабільності аграрного сектора. Також допомагає запобіганню лісовим пожежам через контроль зволоження території.

У промисловості та побуті дедалі більше розвиваються технології рециркуляційної води, зокрема це системи збору та очищення дощової води для подальшого використання в містах та повторне використання промислових вод, що зменшує потребу у видобутку нових водних ресурсів.

У більшості країн, зокрема й в Україні, система водовідведення та очищення стічних вод і досі базується на лінійному підході. Однак стічні води варто розглядати не як проблему, а як цінний ресурс із великим економічним потенціалом. Використання методів реклеймінгу та рециклінгу може зробити їх альтернативним джерелом прісної води, змінивши підхід від «утилізації» до «відновлення та повторного використання». [5]

Реклеймінг стічних вод – це процес їх очищення та відновлення для подальшого застосування, тоді як рециклінг передбачає повторне використання отриманих складових після реклеймінгу. Відповідно до Директиви Ради 91/271/ЄЕС "Про очистку міських стічних вод", очищені стічні води мають повторно використовуватися за можливості, щоб мінімізувати негативний вплив на довкілля. [6]

Українське законодавство також передбачає заходи щодо скорочення скидання стічних вод та їх використання в системах повторного водопостачання. Проте, за даними Державної служби статистики України, 97 % очищеної води все ще скидається у природні водойми, що свідчить про недооцінений потенціал стічних вод у країні.

За дослідженими статистичними даними щодо обсягів очищення стічних вод Причорноморського регіону України (табл. 1) маємо висновок, що 21% обсягів стічних вод не піддається очищенню, зокрема в Одеський області більше чверті (26,7%) відведених стічних вод скидається у поверхневі водні об'єкти без належного очищення, що на фоні негативних змін клімату призводить до зникнення малих річок, втрати водності головних водних артерій України та деградації й знищення водних та навколоводних екосистем. [5]

Обсяги стічних вод в системах водовідведення Причорноморського регіону у 2020 р. [14]

Область	Обсяги стічних вод, млн. м^3/рік		
	Відведено	Очищено	Біологічно очищено
Одеська	208,0	152,4	152,4
Миколаївська	33,2	33,2	30,2
Херсонська	22,1	21,3	21,0
Всього	262,3	206,9	203,6

Табл.1

Відтак, зважаючи на те, що Україна належить до держав з недостатнім забезпеченням прісною водою, необхідно впроваджувати нові підходи альтернативного водопостачання, зокрема використовувати такі механізми як реклеймінг та рециклінг стічних вод. Запропоновані галузі використання реклеймінгу та рециклінгу стічних вод дадуть змогу зменшити необхідність у пошуку нових джерел води, тим самим забезпечити розумне використання водних ресурсів України.

Ще у 2001 році Лестер Браун, знаний еколог-аналітик, зауважив, що на Близькому Сході майбутні конфлікти, найімовірніше, виникатимуть не через нафту, а через воду. Це пов'язано з тим, що, на відміну від нафти чи інших ресурсів, вода не має рівноцінного замінника за своїми властивостями та значенням для життя. Саме тому водні ресурси потребують особливо обережного та зваженого підходу до їх розподілу, ефективного управління та раціонального використання.

Вода як природний ресурс має як прямий, так і опосередкований вплив на екологічні конфлікти . Прямий вплив проявляється через суперечності щодо кількості та якості води, а

також неефективність управління водними ресурсами. Опосередкований вплив стосується ролі води як критичного елемента життєзабезпечення та її значення у міграційних процесах.

Для ефективного запобігання та врегулювання водних конфліктів необхідно враховувати такі ключові аспекти:

1) Системний підхід – управління водними ресурсами має базуватися на комплексному аналізі їхньої взаємодії з іншими компонентами екосистеми, зокрема ґрунтами, атмосферою, флорою та фауною.

2) Транскордонний характер водних ресурсів – рішення, ухвалені в одній країні, можуть впливати на сусідні регіони, що нерідко стає причиною міжнародних суперечок. Яскравими прикладами є конфлікти за воду між Індією та Бангладеш (Ганг), Ізраїлем і Палестиною, Суданом та Єгиптом (Ніл), Туреччиною та Сирією (Євфрат).

3) Обмеженість транспортування води – хоча існують проєкти перекидання річкових потоків і доставки води танкерами (наприклад, з Канади до США), їхнє практичне впровадження ускладнюється технічними та політичними факторами.

4) Різноманітність водних ресурсів – їхня доступність значною мірою залежить від географічного розташування, кліматичних умов і сезонних коливань.

Таким чином, для ефективного управління водними ресурсами та запобігання екологічним конфліктам необхідно розробляти комплексні механізми, що поєднують екологічні, економічні та правові інструменти регулювання та співпраці між державами.

Впровадження політики щодо водних ресурсів згідно з визначеними принципами та застосуванням еколого-економічних інструментів дозволить значно зменшити ризики водних екологічних конфліктів або посприяти їх вирішенню. Варто зосередити зусилля на розбудові транскордонного співробітництва та партнерства при прийнятті рішень і солідарної відповідальності за використання спільних ресурсів. [7]

Висновок: Україна належить до країни із недостатніми запасами прісної води, а кліматичні зміни ще більше ускладнюють використання. За прогнозами, до 2050 року попит на прісну воду зросте на 64 %, що спричиняє загострення екологічних, соціально-економічних та геополітичних конфліктів. Водночас, ефективне управління водними ресурсами та впровадження інноваційних водних технологій можуть стати драйвером сталого розвитку.

Основними напрямками вирішення проблеми є:

- Розвиток технологій очищення та повторного використання води , зокрема реклеймінг та рециклінг стічних вод, що дозволяє зменшити залежність від природних джерел.
- Запровадження розумних систем водокористування , включаючи точне зрощення в сільському господарстві та зменшення втрат у комунальному секторі.
- Розвиток альтернативних джерел водопостачання , таких як розсолення морської води та добування води з атмосфери.
- Транскордонне співробітництво у сфері управління водними ресурсами для запобігання міжнародним конфліктам.
- Посилення екологічного контролю та законодавчих механізмів , що стимулюють раціональне використання водних ресурсів.

Список літератури

1. Горбулін В.П., Мосов С.П. Водні конфлікти як індикатор загострення світової кризи прісної води. Вісник НАН України. 2023. № 2. С. 3—11.
2. Зелінський С. Е. Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії. Кропивницький.(2022) Кропивницький. URL: https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2022/05/vodopostachannya-ta-vodna-bezpeka-u-konteksti-rosijskoyi-agresiyi.pdf
3. Кущенко, Л. В. "Визначення гідрологічних та метеорологічних індексів посухи для території Півдня України." (2021): 32-34.
4. Висоцька О. В., Кручина В. В., Клочко Т. О., Вишняков В. Ю.. Глуган Ф. В. Перспективи використання комплексних авіакосмічних та інформаційних технологій керування кліматом для забезпечення біобезпеки. Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування: матеріали Міжнар. наук. конф., 27-28 квітня 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 185-186.
5. Khumarova, NI, and NS Mahats. "Рекрлеймінг і рециклінг стічних вод: сутність та напрями впровадження." Economic innovations 24.2 (83) (2022): 195-204.
6. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment. European Commission, 1991. 13 p. URL: https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:31991L0271
7. Сабадаш, В.В. Конфліктогенність водних ресурсів як загроза виникнення екологічних. Механізм регулювання економіки. — 2008. — №2. — С. 24-31.