

I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2020.76-77.1>
УДК 626.81

В. Хільчевський, д-р геогр. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0001-7643-0304

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ГЛОБАЛЬНІ ВОДНІ РЕСУРСИ: ВИКЛИКИ ХХІ СТОЛІТТЯ

Наведено аналітичний огляд стану глобальних водних ресурсів та різних аспектів їхнього використання. Зосереджено увагу на найважливішому складнику – прісній воді, якої на планеті лише 2,5 % від загального об'єму води. Найдоступнішим відновним водним ресурсом є річковий стік, який розподілено на поверхні планети нерівномірно. Поряд із характеристикою відомих компонентів ресурсів прісної води (річковий стік, підземні води, льодовики) акцентується увага на тенденціях із залучення альтернативних джерел (відновленої стічної води, сірої води, опрісненої, спеціально зібраної дощової води).

Загальне використання прісної води у світі становить лише 9 % від об'єму стоку річок планети. У той же час, проблема дефіциту водних ресурсів обговорювалася на Всесвітньому економічному форумі в 2015 р., як один із найбільших глобальних ризиків стосовно потенційного впливу на людське суспільство в наступному десятилітті. Серед причин глобального дефіциту водних ресурсів виділяють географічні та соціально-економічні. Географічні чинники полягають у просторовій і часовій (сезонній) невідповідності попиту на прісну воду та її доступності. Соціально-економічні – у зростанні населення світу, урбанізації, підвищенні рівня життя, збільшенні площ зрошуваних угідь.

Результати прогнозу експертів показують, що обмеженість доступу до прісної води в 2050 р. можуть відчувати 3,3 млрд більше осіб, ніж у 2000 р. У статті наведено приклади методів оцінювання дефіциту водних ресурсів (гідрологічного та економіко-географічного). Охарактеризовано й інші підходи з оцінювання водних ресурсів через створення нових парадигм (вода блакитна, зелена, віртуальна, водний слід). Протягом усієї історії людства відбувалося багато конфліктів (спорів), пов'язаних з водою. Активне водне співробітництво між країнами на сьогодні знижує ризик військових конфліктів. Більш імовірними вважаються конфлікти субнаціональні, міжгалузеві. У ХХІ ст. у світі визнано, що право на безпечну воду і санітарію є базовим правом людини. Тому серед 17 Цілей сталого розвитку, прийнятих ООН для реалізації на 2015–2030 рр., Глобальна ціль 6 "Чиста вода і належні санітарні умови", спрямована на забезпечення сталого управління водними ресурсами та каналізацією на всіх континентах. Це вбереже людей від хвороб, а суспільство стане продуктивнішим в економічному плані.

Ключові слова: водні ресурси, прісна вода, альтернативні джерела водних ресурсів, водокористування, водний стрес, водний дефіцит, відновлена вода, сіра вода, блакитна вода, зелена вода, віртуальна вода, водний слід.

Постановка проблеми. Водні ресурси в широкому розумінні – це всі води гідросфери, включаючи води океанів і морів, річок і озер, підземні води, льодовики. Загальний об'єм води на Землі є величезним, але загалом – це солоні води Світового океану. Прісна вода, яка підтримує життя на планеті, становить лише 2,5 % загальних водних ресурсів. Причому, в найдоступніших для використання поверхневих водних об'єктах (озерах і річках) зосереджено лише 0,3 % прісної води. Але якщо перейти до абсолютних цифр, то видно, що використання прісної води у світі становило, наприклад, у 2016 р. 3853 км³/рік [43], тобто лише 9 % від річкового стоку на планеті; у 2020 р. – 4000 км³/рік, або 9,4 % від світового річкового стоку. Теоретично це означає, що ресурсів прісної води достатньо у світі. Чому ж тоді питання дефіциту водних ресурсів на планеті було включено до списку Всесвітнього економічного форуму 2015 р. у Давосі (Швейцарія) [40], як один із найбільших глобальних ризиків стосовно потенційного впливу на людське суспільство в наступному десятилітті?

Групою міжнародних експертів було визначено дев'ять глобальних процесів, які є критичними викликами для довкілля і людства на планеті у ХХІ ст.: зміна клімату; руйнування озонового шару; підкислення океану; використання прісної води; порушення циклів нітрогену і фосфору; утрата біорізноманіття; зміна системи землекористування; аерозольне навантаження на атмосферу; хімічне забруднення довкілля. Для більшості з них запропоновано контрольні параметри (т. зв. планетарні межі), перетин яких, на думку розробників, свідчатиме про глобальну екологічну катастрофу. Наприклад, для використання прісної води встановлено планетарну межу – 4000 км³/рік [28]. І хоча це лише оціночний параметр, запропонований однією із груп учених, його не можна ігнорувати. Адже використання прісної води невпинно зростає і наблизилося до граничної межі за цим показником. Тому в останні десятиліття у світі з'явилися

нові парадигми щодо використання води: вода сіра, блакитна, зелена, віртуальна, водний слід (терміни вживаємо без лапок, як в оригінальній науковій літературі).

Аналіз основних досліджень і публікацій. Питанням глобальних водних ресурсів присвячено значну кількість публікацій зарубіжних учених (J. Allan [2], L. Brown [3], M. Falkenmark [9, 10], P. Gleick [12-14], A. Hoekstra [8, 16], J. Rockström [28], I. Shiklomanov [30]) та інші, а також релізів профільних міжнародних організацій (AQUASTAT, FAO, UNEP, UN-Water, WHO), з якими була нагода ознайомитися під час роботи над міжнародним проектом із проблем водних ресурсів в умовах сталого розвитку. Оскільки дослідження має аналітичний характер, то низку з цих публікацій проаналізовано в основній частині статті.

Метою статті було висвітлення сучасних підходів до оцінювання розподілу водних ресурсів у світі, можливостей альтернативних методів накопичення і використання прісної води; ознайомлення з методичними наробками і результатами з оцінювання водного дефіциту, як основного виклику ХХІ ст. у сфері глобальних водних ресурсів, шляхів пом'якшення його впливу на людство.

Виклад основного матеріалу. Загальна кількість води на Землі (W) оцінюється в 1386 млн км³ [30]. Близько 97,5 % – це солоні води океанів і морів (середня солоність 35 ‰), частини підземних водоносних горизонтів і солоних озер (табл. 1). Лише 2,5 % загальної кількості води становить прісна вода (з мінералізацією до 1,0 г/дм³).

Більшість прісної води (68,7 %) накопичується в крижаному і сніговому покриві Арктики й Антарктиди, а також у гірських льодовиках. Близько 30,1 % представлено прісними підземними водами і тільки 0,3 % прісної води міститься в легко доступних поверхневих водних об'єктах – озерах (0,26 %) і річках (0,006 %).

Вирізняють відновні та невідновні ресурси прісних вод. Відновні ресурси прісних вод – це річковий стік у Світовий океан. Невідновні (статичні) водні ресурси – глибокі горизонти підземних вод, ступінь поповнення яких незначний у людському масштабі часу.

Таблиця 1. Глобальний розподіл води на Землі, км³ [30]

Джерело води	Об'єм води, км ³	Прісна вода, %	Частка від W, %
Океани, моря і затоки	1338000000	-	96,5
Льодовики і постійний сніговий покрив	24064000	68,7	1,74
Підземні води	23400000	-	1,69
прісні	10530000	30,1	0,76
солоні	12870000	-	0,93
Підземний лід і багаторічна мерзлота	300000	0,86	0,022
Озера	176400	-	0,013
прісні	91000	0,26	0,007
солоні	65400	-	0,006
Волога атмосфери	12900	0,04	0,001
Волога ґрунту	16500	0,05	0,001
Вода боліт	11470	0,03	0,0008
Річки	2120	0,006	0,0002
Біологічна вода	1120	0,003	0,0001
Всього на Землі	1 386 000 000	100*	-

Традиційні джерела прісної води. Річковий стік серед поверхневих вод суші (води річок і озер) є найдоступнішим ресурсом і, що найважливіше, відновним. Об'єм води в річці змінюється протягом двох-трьох тижнів. Його поповнення природним шляхом відбувається через живлення атмосферними опадами та підземними водами. Природне витрачання річкових вод відбувається в результаті стоку в моря й океани, випаровування і поповнення підземних водоносних горизонтів. У свою чергу, об'єми природного поповнення та втрат річкових вод залежать від кількості опадів і випаровування, проникності ґрунтів і гірських порід, наявно-

сті озер, водно-болотних угідь і водосховищ на території водозбору. Граничним чинником для використання поверхневих вод із будь-якого водозбору є середня кількість опадів на рік у цьому басейні.

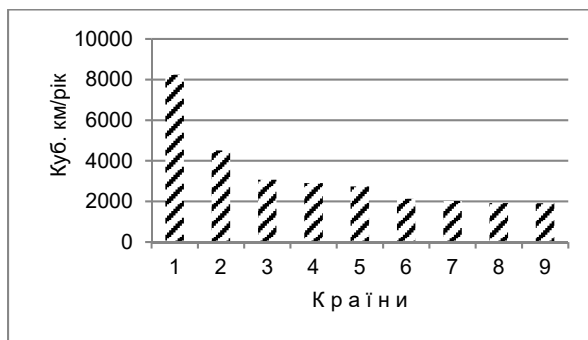
Загальний об'єм річкового стоку (відновних водних ресурсів) становить близько 42 780 км³/рік. Об'єми річкового стоку розподілені на поверхні планети нерівномірно: Азія (32 %), Південна Америка (28 %), Північна Америка (18 %), Африка (9 %), Європа (7 %), Австралія і Океанія (6 %) [30]. Але якщо розглядати цей показник на одну людину, то враховуючи значну кількість населення в Азії, картина дещо змінюється (табл. 2).

Таблиця 2. Розподіл об'ємів річкового стоку по континентах [30]

Континент	Річковий стік		
	об'єм, км ³ /рік	% від світового показника	м ³ /людину/рік
Африка	4050	9	4530
Північна і Центральна Америка	7890	18	15400
Південна Америка	12030	28	33400
Азія	13510	32	3360
Австралія і Океанія	2400	6	75900
Європа	2900	7	3900
У світі	42780	100	6800

Найбільші об'єми річкового стоку по країнах такі, км³/рік: Бразилія – 8233; Росія – 4508; США – 3069; Канада – 2902; Китай – 2738; Колумбія – 2132; Індонезія –

2019; Перу – 1913; Індія – 1911 (рис. 1). Ці країни є водними гігантами, на які припадає 60 % світових відновних водних ресурсів [5].

Рис. 1. Країни з найбільшим об'ємом річкового стоку у світі, км³/рік:

1 – Бразилія; 2 – Росія; 3 – США; 4 – Канада; 5 – Китай; 6 – Колумбія; 7 – Індонезія; 8 – Перу; 9 – Індія (за даними [5])

Підрусловий стік – невидимий потік води, який рухається в породах під руслом річки або улоговиною озера. Трапляється, що загальний об'єм води, яку переносить річка, складається з поверхневого стоку і невидимого підруслового потоку. Ці процеси особливо важливо врахувати у водному менеджменті в карстових районах. Наприклад, в Україні на Волині, де в озері Світязь при накладанні впливу кліматичного чинника за 2018–2019 рр.

рівень води знизився на 35 см. У світовій практиці підруслові потоки використовуються для створення міських водозаборів високоякісної води.

Підземні води – води, що зосереджені у вигляді підземних водоносних горизонтів. Запаси прісних підземних вод на Землі оцінено в 10,53 млн км³ (30,1 % від запасів прісних вод, або 45 % сумарних запасів підземних

вод). Підземні води під час просочування вглиб проходять через низку природних фільтрів. Тому людина використовує підземні горизонти для добування води високої якості. Обмежувальним чинником для використання підземних вод є швидкість інфільтрації підземних вод, незначний ступінь поновлення, а точніше – здатність виснажуватися. Якщо об'єм води в річці змінюється протягом кількох днів, то у підземних горизонтах – протягом сотень і понад тисячу років залежно від глибини залягання. Об'єм відновних ресурсів підземних вод у світі становить 12 700 км³/рік. Природне поповнення підземних вод відбувається за рахунок просочування атмосферних опадів і поверхневих вод. Природні втрати підземних вод відбуваються через виходи джерел на поверхню землі та стік в океани.

Льодовики – найбільші "запасники" прісної води (24,1 млн км³ або 68,7 %). Вони покривають близько 10 % поверхні Землі. В Антарктиді 98 % території вкрито льодом середньої товщини 2100 м. Відносно невелика частина льоду наявна в гірських льодовиках (Гімалаї, Анди, Скелясті гори), але їхня роль надзвичайно важлива. Наприклад, десяток найбільших річок в Азії (Янцзи, Хуанхе, Меконг, Інд) беруть початок із льодовиків Гімалаїв і підтримують життя понад 1 млрд осіб у регіоні. Величезні брили континентальних льодовиків сповзають у море і утворюють айсберги. Найчастіше це відбувається біля берегів Гренландії і Антарктиди. Ще в середині ХХ ст. з'явилися проекти використання айсбергів як джерела прісної води шляхом їхнього буксирування до материків. Але такі проекти залишаються надзвичайно вартисними і вимагають додаткових досліджень.

Альтернативні джерела прісної води. Обмеженість доступу до традиційних водних ресурсів вимагає пошуку нових підходів із включення так званих альтернативних джерел водних ресурсів (unconventional water sources) у світову водну стратегію. У регіонах з водним дефіцитом уже сьогодні виявляється сильний імператив до запровадження альтернативних водних технологій. Ось деякі методи (одні з них впроваджені, інші перспективні): 1) опріснення морської води і солоних підземних вод; 2) використання ґрунтових вод у регіонах, в яких міжпластові підземні води обмежені глибокими водоносними горизонтами; 3) доставка води танкерами і транспортування айсбергів; 4) мікромасштабний збір дощової води; 5) збір атмосферної вологості шляхом конденсації роси на спеціальних пристроях; 6) використання відновленої (рециркуляційної) води або оборотного водопостачання (очищення стічних вод на підприємствах без скидання стічних вод), використання сірої та зливової води; 7) збір і використання сільськогосподарських дренажних вод. Перші п'ять типів альтернативних водних ресурсів можна вважати "новою водою", а останні два – "використаною водою" [35].

Відновлена або рециркуляційна вода – це вода, отримана в процесі обробки (очищення) стічної води, яка може бути використана повторно для різних цілей. Найпоширенішою є система оборотного водопостачання на промислових підприємствах – замкнена система, яка дозволяє повторно використовувати стічні води, які пройшли через очисні споруди підприємства. Концепція оборотного водопостачання підприємства виключає скидання промислових стічних вод у водні об'єкти або міську каналізацію.

Сіра вода (grey water) – частина господарсько-побутових стічних вод, що формуються з умивальників, ванн і душових, яка забруднена жиром та миючими речовинами, але, на відміну від чорної води (black water – стічна вода з туалетів), не містить фекальних забруднень. Її використання звільняє ресурси прісної води, які можна викорис-

тати для виробництва питної води. Там, де цей процес застосовується, діє подвійна система трубопроводів, для відокремлення відновленої води від питної. Сфера застосування відновленої сірої води – не питне використання. Вона є ефективною для: зрошення сільгоспугідь, міських парків і полів для гольфу; поповнення поверхневих і підземних водних об'єктів; охолодження агрегатів ТЕС; змішування бетону; автомийок; промивання туалетів.

Близько 50-ти країн світу використовують стічні води для зрошення (на них припадає 10 % площі зрошуваних земель). Завдання полягає в переході від безконтрольної іригації до планового і безпечного використання стічних вод, як це робиться в долині р. Йордан, де з 1977 р. 90 % стічних вод використовується для зрошення земель. В Ізраїлі відновлені стічні води становлять майже 50 % усієї води, що використовується для іригації [36]. Система з використання відновленої води комунальним департаментом району Іст-Бей у Каліфорнії (США) економить близько 20,9 млрд л прісної води на рік. Цього достатньо, щоб забезпечити питною водою 83 000 домогосподарств.

Опріснена вода – вода, отримана в процесі штучного видалення мінеральних компонентів із солоної води (морської або підземної) до показника мінералізації, придатного для використання в повсякденному житті, а також у промисловості та іригації. На сьогодні більше опріснюють морську воду. Через високі енергетичні затрати опріснена вода набагато дорожча, ніж отримана із традиційних джерел. Але у світі є райони, в яких ці джерела недоступні. Опріснення води особливо є нагальним для країн посушливих регіонів, таких, як країни Близького Сходу. Це також важливо для густонаселених районів світу (Сінгапур або Каліфорнія). У 2018 р. у світі на 15 906 діючих опріснювальних установках було вироблено близько 95 млн м³ на день опрісненої води для використання людиною [33]. Таким чином, близько 300 млн осіб було забезпечено прісною водою. Зазначимо, що на Близькому Сході розташовано 70 % світових опріснювальних установок, більшість із них – у Саудівській Аравії, Об'єднаних Арабських Еміратах, Кувейті та Бахреїні. На сьогодні існує значний інтерес до підвищення рентабельності опріснення води. У майбутньому, опріснення може стати важливим джерелом прісної води, навіть конкурентним у певних регіонах із атмосферними опадами. Між тим, зазначимо, що 44 країни світу не мають виходу до моря, що позбавляє їх потенційно важливих джерел води для опріснення в майбутньому.

Основні тренди у залученні альтернативних джерел води свідчать, що на сьогодні найпоширенішим є повторне використання стічних вод та опріснення морської води. Наприклад, у 2019 р. загальне щорічне використання нетрадиційних водних ресурсів у Китаї перевищило 9 млрд м³ (1,5 % загального водокористування в країні за рік), із яких на відновлену стічну воду припадає понад 80 %. Усього ж на сьогодні Китай використовує близько 600 км³ води на рік [4]. Сім країн Аравійського півострова виробляють близько 50 % опрісненої води у світі, США – 10 %.

У країнах із дефіцитом водних ресурсів розвивається також мікромасштабний збір дощової води. Штат Тамілнад став першим в Індії, в якому із 2001 р. директивним шляхом запроваджено обов'язковий збір дощової води для кожного домогосподарства в сільській місцевості. Згодом цей досвід було застосовано в інших індійських штатах (Карнатака, Раджастан, Махараштра). Збором дощової води переймаються в Ізраїлі, Шрі-Ланці, Таїланді, Китаї, Новій Зеландії, Аргентині, Бразилії та інших країнах.

Водокористування у світі. За останні 100 років загальне водокористування зросло у 4,5 рази: із 885 км³

(1920) до 4000 км³ – у 2020 р. (80 % – поверхневі води, 20 % – підземні). Кількість населення зростає у 4,2 рази: із 1,86 млрд осіб (1920) до 7,8 млрд (2020). У табл. 3 на основі синтезу даних із кількох джерел наведено динаміку показників загального водокористування та кількості

населення протягом 1901–2020 рр. та прогноз до 2050 р. [7, 45, 46]. За прогнозами, через збільшення населення водокористування у 2050 р. може досягти близько 5500 км³, що становитиме критичну межу для водних ресурсів планети з позицій екологічної стійкості.

Таблиця 3. Динаміка загального водокористування (км³) та кількості населення (млрд осіб) на Землі протягом 1901–2020 рр. та прогноз на 2050 р. (за даними [7, 45, 46])

Показник	Роки							
	1901	1920	1940	1960	1980	2000	2020	2050
Водокористування, км ³	670	885	1110	1752	3073	3786	4000	5500
Кількість населення, млрд	1,6	1,86	2,3	3,03	4,46	6,14	7,8	9,74

На сьогодні у світі в середньому за один день використовується 2000–5000 л на одну людину води для виробництва раціонів харчування та задоволення щоденних потреб у питній воді та санітарії. У той час як власне для пиття людині необхідно 2–4 л на день. Основні

три види водокористування, за якими ведеться статистика, такі: сільськогосподарське (70 % світового водокористування), промислове (20 %); господарсько-питне (10 %) – рис. 2 [43].

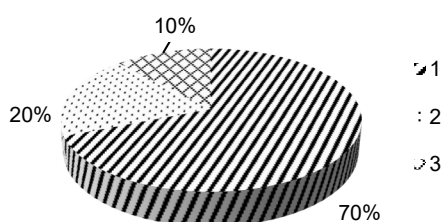


Рис. 2. Основні види водокористування у світі, %:

1 – сільськогосподарське; 2 – промислове; 3 – господарсько-питне (за даними [43])

Як видно з табл. 4, використання води для одних і тих самих потреб у світі дуже коливається залежно від регіону. Наприклад, в Азії використання води для сільсько-

господарських, промислових і господарсько-питних потреб становить відповідно: 81, 10 і 9 %. В Європі ця пропорція має зовсім інший вигляд – 25, 54 і 21 %.

Таблиця 4. Основні види водокористування по континентах, % [43]

Континент	Види водокористування, %		
	сільськогосподарське	промислове	господарсько-питне
Африка	81	4	15
Північна Америка	40	47	13
Південна Америка	71	12	17
Азія	81	10	9
Австралія і Океанія	65	15	20
Європа	25	54	21

Важливість використання води в регіоні у сільському господарстві багато в чому залежить як від клімату, так і від ролі аграрного сектору в економіці країни або регіону. У середині континентів теж є значна різниця в секторах водокористування, зумовлена природними й економічними умовами. Навіть у Європі спостерігається значна різниця у використанні води в секторах між різними частинами континенту (табл. 5). Під час

створення цієї таблиці матеріали FAO's [43] доповнено інформацією по Україні [1]. Як видно з табл. 5, станом на 2010 р. українська модель водокористування по своєму вписувалася в європейську. Але зазначимо, що в останні роки в Україні в цьому плані виявляються певні коливання – пропорції водокористування (сільськогосподарського і промислового) змінюються, наприклад, у 2015 р. відповідно: 19 %; 61 %; 21 % [21].

Таблиця 5. Використання водних ресурсів на основні потреби в Європі та в Україні, % (за даними [1, 43])

Континент	Види водокористування, %		
	сільськогос-подарське	промислове	господарсько-питне
Західна і Центральна Європа	27	53	21
Північна Європа	14	55	31
Західна Європа	5	74	21
Центральна Європа	9	68	23
Європейське Середземномор'я	57	25	18
Східна Європа	25	53	22
Російська Федерація	20	60	20
Україна	30	48	22
Європа в цілому	25	54	21

Сільськогосподарське водокористування (69 % від світового) – це використання води для вирощування сільськогосподарських культур та худоби з метою забезпечення виробництва продуктів харчування (враховується також використання води для іригації та прісноводного рибальства) [43]. Сільськогосподарське водокористування є найчутливішим індикатором до світової динаміки населення і нестачі води. Близько 50-ти років тому існувала думка, що вода є невичерпним ресурсом. На той час людству потрібно була лише 1/3 об'єму води, який нині відбирається з річок. Із того часу населення планети подвоїлася і досягло 7,7 млрд осіб у 2019 р. Споживання м'яса і овочів значно зросло, тому збільшилася кількість води, необхідної для аграрного сектору. За оцінками експертів, населення планети може зрости до: 8,5 млрд – 2030 р.; 9,7 млрд – 2050 р.; 10,9 млрд – 2100 р. [44]. Зрозуміло, попит на воду для виробництва продуктів харчування значно збільшиться. Чи він збільшиться у цій самій пропорції, залежатиме від технологій виробництва сільгосппродукції. У світі докладають зусиль для виробництва більшої кількості продуктів харчування з меншою кількістю води. Це може бути досягнуто за рахунок удосконалення водного менеджменту, оптимізації методів зрошення та інших технологічних процесів у землеробстві.

Промислове водокористування (19 % від світового) – використання води для вироблення продукції на промислових підприємствах, а також електроенергії. Основними водокористувачами в промисловості є ГЕС і ТЕС. Вода також використовується для технологічних процесів на металургійних і нафтопереробних заводах, промислових підприємствах, на яких вона служить розчинником. Водокористування в промисловості може бути дуже високим для окремих країн або регіонів, наприклад Європа або Північна Америка (див. табл. 3), але в глобальних масштабах промисловість використовує значно менше води, ніж сільське господарство. У 2015 р. ГЕС виробили 16,6 % від загального світового обсягу електроенергії і 70 % – серед виробників електроенергії з відновних джерел. Очікується, що виробництво електроенергії на ГЕС буде зростати на 3,1 % щорічно протягом наступних 25-ти років [29]. Але ж ГЕС вимагає створення великих водосховищ. Електронний реєстр Міжнародної комісії з великих гребель (ICOLD) на 2020 р. нараховує у світі 57 985 водосховищ, у яких зосереджено 14 602 км³ води [17]. Ураховуються водосховища, які мають висоту греблі ≥ 15 м або 5–15 м, що затримують понад 3 млн м³ води. Для ГЕС використовується 22 % водосховищ одноцільового призначення і 16 % – комплексного. Випаровування води з такої водойми набагато вище, ніж випаровування з річки. Це призводить до значного збільшення показника витрат води в цьому секторі промисловості. На промислових об'єктах давно запроваджено системи оборотного водопостачання, особливо в системах охолодження. У розвинених країнах існує тенденція до стимулювання використання у промисловості сірої води.

Господарсько-питне водокористування (12 % від світового) – використання води для пиття і приготування їжі, задоволення гігієнічних потреб (купання, мив туалету, прання) і поливу зелених насаджень. Потреби в господарсько-питному водокористуванні оцінюються в 50 л/день на одну людину, не враховуючи воду для поливу в саду [12]. Питна вода повинна мати найвищу якість. Її споживання або використання не повинно становити ніякого ризику для здоров'я людини. У більшості розвинених країн вся вода, яку постачають для домашнього господарства, торгівлі і промисловості, має ста-

ндарт питної води. Хоча для питних цілей та приготування їжі використовується лише невелика її частина. У сфері господарсько-питного водокористування також стимулюється використання сірої води (не для пиття). Наприклад, система, в якій відновлена сіра вода з душових кабін і ванн, використовується для промивання туалетів, може забезпечити зменшення використання води для середнього домогосподарства на 30 %.

Рекреаційні та екологічні потреби у воді розглядають у деяких країнах як окремі види водокористування. Хоча за ними й не ведеться міжнародна статистика. Ці види водокористування не вилучають воду з довкілля, але можуть обмежувати її доступність для інших водокористувачів на деякий час або у певному місці. Наприклад, підтримання протягом сезону певного рівня води у водосховищах для відпочинку населення, плавання на човнах та яхтах (рекреаційне водокористування) може обмежувати забір води для ГЕС. Використання води з водосховища на зволоження природних або штучних водноболотних угідь, призначених для створення місць мешкання диких тварин (екологічне водокористування) може обмежити можливості аграрного сектору. Частіше за все узгодженість досягається шляхом регулювання лімітів водокористування для різних суб'єктів.

Економічне зростання без збільшення водокористування. Деякі країни доводять можливість економічного зростання без збільшення використання води. Наприклад, зростання економіки Австралії за 2001–2009 рр. становило понад 30 %, а водокористування за цей час зменшилося на 40 % [27]. На думку Наукової комісії ООН, найефективнішим способом вирішення проблеми економічного зростання без збільшення водокористування є розробка урядами держав та реалізація планів комплексного управління водними ресурсами. Ці плани мають враховувати весь водний цикл: забір води із джерела □ розподіл води між користувачами □ економічні проблеми водокористування □ очищення стічних вод □ повторне використання відновлених стічних вод □ скидання очищених стічних вод у довкілля.

Дефіцит водних ресурсів – це брак ресурсів прісної води для задоволення потреб населення у питній воді та використанні на господарські потреби. Деякі регіони Землі історично страждали від дефіциту водних ресурсів. Але в останні десятиліття проблема водного дефіциту почала розглядатися в глобальному масштабі, оскільки вона зачіпає всі континенти [40].

Глобальний дефіцит водних ресурсів має географічні та соціально-економічні причини. Географічні причини полягають у просторовій та часовій (сезонній) невідповідності попиту на прісну воду та її доступності. Близький Схід та Північна Африка страждають від дефіциту водних ресурсів протягом усього року, оскільки це пустельні й напівпустельні регіони. А, наприклад, в Індії спостерігаються значні сезонні коливання. Тут велика частина відновних водних ресурсів формується протягом тримісячного періоду мусонних дощів (липень – вересень), коли випадає 70–95 % річної кількості атмосферних опадів. Соціально-економічні причини водного дефіциту зумовлені зростанням населення світу, підвищенням рівня життя, зміною структури споживання та збільшення площ зрошуваних угідь. Ці причини стали ключовими у зростанні світового попиту на прісну воду [8]. Виявом симптомів водного дефіциту може бути зниження рівня підземних вод, погіршення загального стану довкілля тощо.

Вже в 2011 р. 41 країна стикнулася із проблемою водного дефіциту, причому 10 із них практично виснажили свої водні ресурси. Очікується, що водний дефіцит матиме тенденцію до зростання, але завдяки адекватній

політиці низку його причин можна передбачити, усунути або пом'якшити. Як зазначалося вище, на теоретичному рівні прісної води достатньо для задоволення потреб нинішнього населення світу, що нараховує 7,7 млрд осіб, або навіть у разі його зростання до 9 млрд [31]. Але, насправді, реальність в світі інша. Результати прогнозу експертів Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD), в якому за базові рівні взято 2000 та 2050 р., показують таке. Дефіцит прісної води в 2050 р. може торкнутися на 3,3 млрд більше осіб, ніж у 2000 р. [7]. Понад 40 % населення планети, за прогнозами, буде проживати в річкових басейнах, які відчуватимуть сильні водні стреси, особливо в Північній і Південній Африці, Південній та Центральній Азії. Глобальний попит на воду може вирости на 55 % за рахунок зростання потреб у воді для: промисловості (+ 400 %); виробництва теплової електроенергії (+ 140 %); господарсько-питного водопостачання (+ 130 %). Очікується, що в 2050 р. залишаться без доступу до сучасних санітарних умов 1,4 млрд осіб [7]. Водна безпека стає істотним фактором у контексті уразливості глобалізаційних процесів.

Існують різні методи оцінювання дефіциту водних ресурсів, які умовно можна звести до гідрологічних, гідролого-біологічних та економіко-географічних.

Гідрологічний метод оцінювання дефіциту водних ресурсів – це розрахунок співвідношення об'єму загальних відновних водних ресурсів (поверхневих і підземних) за рік до кількості населення в країні або регіоні. Країни ранжуються за кількістю водних ресурсів у м³ на рік на одну людину. Наприклад, за відомим індикатором водного стресу Фалькенмарк (названо на честь авторки – шведської вченої Малін Фалькенмарк) порогові значення загальних відновних водних ресурсів для країни такі [10], м³/рік/людину:

- < 1700 – водний стрес;
- < 1000 – водний дефіцит;
- < 500 – абсолютний водний дефіцит.

Показник 1000 м³/рік/людину загальних відновних водних ресурсів Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO) вважає мінімально прийнятним для економіки країни та забезпечення сільгоспвиробництва. Незважаючи на міжнародне визнання, індикатор Фалькенмарк має суттєві недоліки. А саме – він розглядає лише традиційні відновні поверхневі та підземні водні ресурси в країні. Водозабезпеченість на одну людину обчислюється як середня величина за рік, нехтується

специфіка сухих сезонів, посушливих регіонів на території країни, не враховується якість води, яка може лімітувати використання наявних ресурсів.

FAO застосовує для стратегічного оцінювання і прогнозів показник водозабезпеченості за загальними відновними водними ресурсами в країні (внутрішні + транзитні). Як допоміжний також використовується показник водозабезпеченості за внутрішніми відновними водними ресурсами країни – м³/рік/1 людину.

У цьому плані унікальною країною є Ізраїль, який має загальних відновних водних ресурсів 1,78 км³/рік (0,56 – поверхневі води; 1,22 – підземні) [1, 5]. У 2017 р. на одну людину там припадало 214 м³/рік. Тобто, за цим показником Ізраїль – країна абсолютного водного дефіциту. У той же час він має розвинену економіку і успішно долає водну проблему (за рахунок опріснення морської води, збирання атмосферної вологи, використання відновлених стічних вод для іригації тощо).

За даними FAO [1], загальні відновні водні ресурси України становлять 175,3 км³/рік (170,3 – загальний річковий стік; 5,0 – підземні води). Внутрішні водні ресурси становлять 55,1 км³/рік (місцевий річковий стік та підземні води). Загальний річковий стік України складається з місцевого річкового стоку (50,1 км³/рік) та стоку, що надходить зовні – 120,2 км³/рік (36,1 км³/рік – з Росії та Білорусі, 84,1 км³/рік – із Румунії) [1].

За даними FAO в 2017 р. в Україні на одну людину припадало 3964 м³/рік загальних відновних водних ресурсів, із яких 1246 м³/рік – внутрішні [1]. За нашими підрахунками, станом на 2017 р. Україна була в середині списку із близько 50 країн Європи за обсягом загальних відновних водних ресурсів у рік на одну людину.

Зазначимо, що далеко не всі розвинені країни мають високі показники водозабезпеченості. Ось деякі приклади водозабезпеченості по країнах (водні ресурси загальні та внутрішні), м³/рік/людину: ФРН (1875, 1303); Бельгія (1601, 1050); Данія (1046, 1046); Польща (1585, 1404); Республіка Корея (1367, 1272) (рис. 3).

Метод блакитної та зеленої води. Поняття зеленої та блакитної води вперше були введені у 1995 р. [9]. Згодом вони лягли в основу відповідної парадигми Стокгольмського міжнародного водного інституту (Швеція) про сумарний ресурс (блакитна вода + зелена вода) при оцінюванні можливостей світового аграрного сектору з виробництва необхідного раціону харчування [11].

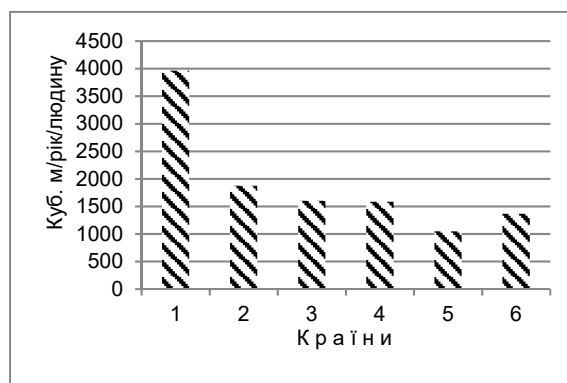


Рис. 3. Забезпеченість загальними відновними водними ресурсами деяких країн світу в 2017 р., м³/рік на одну людину: 1 – Україна; 2 – ФРН; 3 – Бельгія; 4 – Польща; 5 – Данія; 6 – Республіка Корея (за даними [1])

Зелена вода (green water) – це вода у шарі ґрунту, що міститься у ненасиченій зоні, утворена атмосферними опадами та доступна для живлення рослин. На сьогодні вона ніяким чином офіційно не враховується.

Блакитна вода (blue water) – вода річок, озер, заболочених ділянок і підземних водоносних горизонтів, яка може бути вилучена для зрошення та інших видів водокористування.

Обидва ресурси важливі для виробництва продуктів харчування. Богарне землеробство використовує лише зелену воду, тоді як зрошуване землеробство використовує як зелену, так і блакитну воду. У всьому світі використання зеленої води для вирощення врожаїв у 4 рази перевищує кількість блакитної води, що вказує на величезний потенціал можливостей у цьому напрямі – зробити зелену воду продуктивнішою в сільському господарстві. Зокрема, за рахунок зменшення різниці між загальними обсягами зеленої води та її продуктивними обсягами, що йдуть на живлення рослин.

Якщо при розрахунках водних ресурсів застосовувати парадигму сумарного ресурсу (зелена вода + блакитна вода), то проблема дефіциту водних ресурсів набуває дещо м'якшого характеру (табл. 6). Порогове значення дефіциту блакитної води в цих розрахунках дорівнює 1000 м³/рік/людину; сумарне порогове значення (блакитна + зелена вода) – 1300 м³/рік/ людину. Населення світу: 2000 р. – 6,14 млрд осіб; 2050 р. – 9,74 млрд осіб.

Таблиця 6. Кількість людей на Землі, яких торкнувся дефіцит водних ресурсів у 2000 р., та прогноз на 2050 р., млрд осіб [11]

Континент	Водний дефіцит, 2000 р.		Водний дефіцит, 2050 р.	
	блакитна вода	блакитна + зелена	блакитна вода	блакитна + зелена
Африка	0,25	0,02	0,83	0,57
Північна Америка	0	0	0,05	0,0052
Південна Америка	0	0	0	0
Азія	2,76	0,26	5,46	3,35
Океанія	0	0	0	0
Європа	0,16	0	0,16	0,00081
У світі	3,17	0,27	6,50	3,93

Економіко-географічний метод або підхід (назва методу подана автором статті) оцінювання дефіциту водних ресурсів запропоновано у 2007 р. Цей підхід ув'язує показники наявних водних ресурсів із фактичною формою їхнього використання. У результаті дефіцит водних ресурсів поділяється на "фізичний" та "економічний" [41]. Фізичний водний дефіцит є результатом нестачі природних водних ресурсів для задоволення потреб регіону. Економічний водний дефіцит є результатом незадовільного водного менеджменту. На сьогодні 1/5 населення світу живе в районах, що зазнають фізичного водного дефіциту. Там відсутні достатні водні ресурси для задоволення потреб країни або регіону, включаючи воду, необхідну для ефективного функціонування екосистем. Такі райони розташовані в посушливих регіонах світу, в яких здавна не вистачає води. А економічний водний дефіцит пов'язаний з відсутністю інвестицій в інфраструктуру і технології для забору води з наявних джерел та організації її постачання користувачам. Тому 1/4 населення світу страждає від економічного водного дефіциту, тобто населення живе без адекватної водної інфраструктури. Люди, які мешкають на великих територіях в Африці, не мають надійного доступу до води через відсутність інфраструктури. Її розвиток у цих районах може допомогти вирішити ще одне глобальне завдання – скорочення бідності. Відомо, що водокористування збільшується зі зростанням ВВП на душу населення. У більшості розвинених країн середнє щоденне використання води становить близько 200–300 л на одну людину. У слабо розвинених країнах використання води може бути дуже обмеженим – менше 10 л на одну людину. У той час, як рекомендований Всесвітньою організацією охорони здоров'я (WHO) щоденний мінімум становить 20 л на одну людину за наявності водного джерела на відстані до 1 км. При цьому вода не має бути предметом спекуляції.

Віртуальна вода (virtual water) – загальний об'єм прісної води, що використано для отримання продукту, підсумований на всіх етапах виробничого ланцюга. Це поняття запроваджено британським географом Джоном Алланом у 1993 р. [2]. Наприклад, для виробництва 1 т пшениці необхідно витратити близько 1300 м³ води. Торгівля віртуальною водою – переміщення з одного місця в інше прихованого об'єму води, утіленого в харчові

або промислові товари, якими здійснюється торгівля (звідси – експорт-імпорт віртуальної води). Якщо країна імпортує 1 т пшениці, а не виробляє її на внутрішньому ринку, то вона економить близько 1300 м³ реальної води. А та країна, що здійснила експорт, навпаки, втратила цей об'єм. Деякі країни, наприклад, Ізраїль, в якого наявний абсолютний дефіцит водних ресурсів, перешкоджає експорту апельсинів (відносно водоемної культури) саме для запобігання експорту великої кількості віртуальної води за межі країни.

Водний слід (water footprint) – ступінь використання води щодо забезпечення споживчих потреб людини (організації, країни), який урахує об'єм використаної води, конкретне джерело її забору, а також час і інтенсивність використання. Концепція водного сліду, яку запропонував у 2002 р. Ар'єн Хукстра (Нідерланди) [16], поглибила концепцію торгівлі віртуальною водою [2]. Поняття "водний слід" може застосовуватися до будь-якого водокористувача (людини, організації, країни). Водний слід людини – це не лише вода із крану, а й вода, витрачена на виробництво товарів і послуг, які вона споживає. Середній світовий показник водного сліду людини – 1390 м³ на рік. Водний слід країни – це кількість води, що використовується для виробництва товарів і послуг, які споживаються жителями країни. У країні може бути внутрішній і зовнішній (експорт-імпорт) водний слід. Аналіз водного сліду країн ілюструє глобальний вимір використання води. Деякі країни значною мірою покладаються на іноземні водні ресурси, імпортуючи водоемні товари, тим самим впливаючи на використання та забруднення водних ресурсів в інших регіонах планети. До країн, які найбільш залежні від імпорту віртуальної води, належать Кувейт і Мальта (87 %), Нідерланди (82 %), Бахрейн і Бельгія (80 %). Найбільша частка віртуальних водних потоків між країнами формується торгівлею сільгосппродуктами (на 76 % – рослинництва; на 12 % – тваринництва). Торгівля промисловою продукцією формує 12 % світових потоків віртуальної води.

Виснаження прісноводних ресурсів. Поверхневі прісні води мають тривалу історію використання людством, як відновні водні ресурси. Але на сьогодні вони помітно забруднені, що є важливою проблемою. Забрудненість

призводить до значного зниження використання поверхневих вод і вимагає обов'язкової попередньої обробки води, забраної із джерел водопостачання..

Загальний світовий видобуток підземних вод оцінюється приблизно в 1000 км³/рік. Частина 10 найбільших країн-користувачів підземних вод (Індія, Китай, США, Пакистан, Іран, Бангладеш, Мексика, Саудівська Аравія, Індонезія та Італія) становить 72 % від видобутих на планеті [25]. Підземні води використовуються на: зрошення – 65 %; господарсько-питне водопостачання – 25 %; промислове водопостачання – 10 %. Підземні прісні води забезпечують майже половину всієї питної води у світі [42]. Вони стали життєво важливим чинником для забезпечення засобів існування і продовольчої безпеки для сільських домашніх господарств у найбільш розвинених регіонах Африки та Азії. Джерела підземних вод широко представлені у світі, але однією з основних проблем є ризик виснаження деяких водоносних горизонтів через неконтрольований і нерелевантний водозабір (що вже відбувається в Тунісі). Іншою проблемою є ризик погіршення якості підземних вод через засолення прісноводних горизонтів унаслідок проникнення солоних морських вод (Іспанія, Ізраїль) та антропогенне забруднення.

Льодовики не використовуються безпосередньо як джерела водопостачання. Але вони є важливим джерелом живлення річок у багатьох регіонах світу. Як показали дослідження Міжнародного центру комплексного розвитку гір (Непал), проблема еволюції льодовиків, наприклад, у Гімалаях, загострюється тим, що тут температура повітря зростає швидше, ніж глобальна середня температура на Землі [32]. Збільшення кількості талої води через зростання глобальних температур може мати негативні наслідки у вигляді катастрофічних повеней. Але якщо процеси танення льодовиків триватимуть надалі, то це призведе до зменшення їхньої кількості, а то й зникнення в довгостроковій перспективі. Це зумовить зменшення водності річок і скорочення доступних водних ресурсів.

Кліматичні зміни впливають на водні ресурси через генетичний зв'язок між кліматом та гідрологічним циклом. Кліматичні зміни призводять до зростання мінливості гідрологічного режиму водних об'єктів. Підвищення температури сприятиме посиленню евтрофікації водних об'єктів, що погіршить якість води. Зростатиме попит на зрошення сільгоспугідь, тобто на додаткову воду. У цілому, кліматичні зміни матимуть глибокий вплив на водний сектор світової економіки через зростання потреб у воді та необхідність перерозподілу водних ресурсів на глобальному, регіональному, басейновому й місцевому рівнях [23, 37].

Водні конфлікти – це конфлікти між країнами, державами або соціальними групами за доступ до водних ресурсів. ООН визнає, що водні конфлікти є результатом протистояння інтересів державних або приватних водокористувачів. Протягом історії людства відбувалися конфлікти, пов'язані з водою. Такі конфлікти виникали з багатьох причин, крім водної, включаючи територіальні претензії, боротьбу за ресурси, стратегічні переваги тощо [13]. Ластер Браун, відомий еколог-аналітик, засновник Інституту всесвітнього спостереження (World watch Institute) у США, зазначав у 2001 р., що на Близькому Сході якщо й будуть війни, то вони будуть за воду, а не за нафту [3].

База даних Тихоокеанського інституту (Каліфорнія, США), який спеціалізується на цій тематичній, демонструє, що насильство, пов'язане з водою, почалося майже 5000 років тому [38]. Нинішні міждержавні конфлікти (не військові) відбуваються переважно на Близькому Сході

(через річки Євфрат і Тигр – між Туреччиною, Сирією та Іраком; по р. Йордан – між Ізраїлем, Ліваном, Йорданією та державою Палестина), в Африці (через р. Ніл – між Єгиптом, Ефіопією та Суданом), а також у Центральній Азії (через Аральське море – між Казахстаном, Узбекистаном, Туркменістаном, Таджикистаном і Киргизстаном). Можуть виникати й внутрішньодержавні конфлікти між двома або більше сторонами в одній країні. Наприклад, конфлікт інтересів між фермерами та промисловцями (сільське господарство проти надмірного використання води у промисловості). На сьогодні зростає ризик виникнення субнаціональних конфліктів серед користувачів водою між регіонами, етнічними групами та конкуруючими економічними інтересами. Дослідження хронології та природи водних конфліктів показують, що внутрішньодержавні конфлікти є більшою та зростаючою складовою всіх водних суперечок.

Транскордонне водне співробітництво між країнами знижує ризик військових конфліктів і воєн. Цей висновок зроблено після вивчення транскордонних водних відносин у понад 200 спільних річкових басейнах, що охоплюють 148 країн [39]. Група стратегічного прогнозування розробила програму "Блакитний світ", яка прагне перетворити проблеми транскордонних вод в інструменти співпраці. Ця глобальна рамкова програма пропонує унікальну політичну платформу для сприяння сталому управлінню водними ресурсами в поєднанні зі співпрацею в інтересах миру. Спільне використання водних ресурсів, урахуваючи справедливий розподіл води між країнами, збільшує шанси на досягнення миру. Підходи "Блакитного світу" виявилися ефективними в таких регіонах, як Близький Схід і басейн Нілу. У близько 40 країн (у т. ч. Україні) річковий стік більш ніж на 50 % залежить від транзиту із сусідніх держав [43]. Тому для цих країн надзвичайно важливим є співробітництво у басейнах транскордонних річок [20, 24].

Якість води, проблеми забруднення. Питання доступності водних ресурсів пов'язане не лише з їхньою кількістю, але і з якістю, на яку впливають антропогенні чинники.

Якість води – це поєднання органолептичних (смакових) властивостей води та її хімічного й мікробіологічного складу [22]. Є й інші визначення цього поняття, що зачіпають екологічні аспекти. Наприклад, якість води – це показник стану води щодо потреб одного або декількох біотичних видів або для різних потреб людини. Існують певні стандарти якості води за її призначенням (для господарсько-питних потреб, промисловості, сільського господарства). Найбільш високі вимоги ставляться до якості води, призначеної для споживання людиною (питна вода). Це, як правило, вода, яка пройшла відповідну обробку. Але не існує загально визначених міжнародних стандартів питної води. Деякі розвинені країни мають власні стандарти. У країнах Європейського Союзу діє Європейська директива про питну воду (98/83/ЕС), якою контролюється близько 50 показників. А в США Агентство охорони навколишнього середовища (US EPA) встановило стандарти для питної води з контролем понад 90 забруднювальних речовин, які об'єднуються в шість груп: мікроорганізми, дезінфекційні засоби, дезінфекційні побічні продукти, неорганічні хімічні речовини, органічні хімічні речовини, радіонукліди [26]. Примітно, що в США навіть до такого природного показника, як мінералізація питної води підходять ретельніше, ніж в інших країнах світу – межею є 500 мг/дм³ (у більшості країн, у т. ч. і в Україні – 1000 мг/дм³). Для країн, які не мають законодавчої бази для таких стандартів, Всесвітня організація охорони здоров'я публікує нормативи питної води, яких треба досягти [15].

Забруднення природних вод є складником проблеми забруднення довкілля, названої серед головних ризиків для планети на Всесвітньому економічному форумі 2015 р. Антропогенна діяльність впливає на природний хімічний склад води та її якість. А забруднена вода може вбивати. Згідно із проведеними дослідженнями, у 2015 р. близько 1,8 млн смертей у світі було пов'язано із вживанням забрудненої води [6].

У Європейському Союзі діє Директива 2000/60/ЄС "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" (від 23.10.2000 р.), яка окреслює основні (рамкові) вимоги для досягнення країнами ЄС доброї якості води у водних об'єктах. Україна в 2016 р. імплементувала положення Водної рамкової директиви ЄС на законодавчому рівні через внесення деяких змін, зокрема у Водний кодекс України [20, 21]. Забруднювальні речовини, що надходять у воду, включають широкий спектр хімічних речовин, патогенних мікроорганізмів і фізичних параметрів, зокрема підвищену температуру. Джерела забруднення поверхневих вод за походженням зазвичай групуються у дві категорії: точкові та дифузні. Точковим джерелом забруднення води є локалізоване ідентифіковане джерело, таке, як труба або канал (напр., місце скидів стічних вод із очисних споруд). Дифузні джерела виносять забруднювальні речовини з де-локалізованої території (напр., агрохімічні засоби із сільгоспугідь). Найпоширенішим видом забруднення, зокрема в країнах, що розвиваються, є точкові скиди неочищених стічних вод у природні водні об'єкти. Забруднення від дифузних джерел дається взнаки і в розвинених країнах. Цей тип забруднення часто викликає кумулятивний вплив невеликих кількостей забруднювальних речовин, зібраних із великої території. Типовим прикладом є вимивання азотних сполук із удобрених сільгоспугідь [18, 19].

Іноді у світі виникають унікальні надзвичайні ситуації в результаті катастроф на атомних електростанціях із значними негативними наслідками для водних об'єктів, наприклад, аварії: на Чорнобильській АЕС в Україні (1986); на АЕС "Фукусіма-Даїті" в Японії (2011). Обидві катастрофи мали максимальний сьомий ступінь тяжкості за міжнародною шкалою ядерних подій. У результаті чорнобильської катастрофи відбулося радіоактивне забруднення води найбільшої річки України – Дніпра (особливо в перші роки після аварії). Радіоактивне забруднення від "Фукусіма-Даїті" зачепило відповідну акваторію Тихого океану. Уряди країн світу прагнуть знайти вирішення проблеми забруднення вод і пропонують різні технологічні, управлінські та політичні механізми.

Право на безпечну воду та санітарію є базовим правом кожної людини – проголошено в резолюції Генеральної Асамблеї ООН (2010). Це право включає п'ять основних узагальнених показників. Вода, що подається людині, має бути: 1) адекватною; 2) безпечною; 3) прийнятною; 4) фізично доступною; 5) придатною для особистого й господарсько-питного використання. У 2015 р. ООН ухвалила Цілі сталого розвитку (ЦСР) на 2015–2030 рр., які включають 17 Глобальних цілей [34]. ЦСР-6 називається "Чиста вода та належні санітарні умови" і спрямована на забезпечення до 2030 р. сталого управління водними ресурсами та каналізацією для всіх, і перш за все – загального та справедливого доступу до безпечної питної води. У світі 30 % людей не мають доступу до організованого водопостачання, а 60 % – не мають адекватних санітарних послуг. Безпечна питна вода та належні гігієнічні умови мають убе-

регти людей від хвороб, а суспільству надати можливість бути продуктивнішим в економічному плані. Завершення відкритої дефекації вимагатиме покращення санітарії для 2,6 млрд осіб. При цьому поліпшиться екологічний стан водних об'єктів.

Висновки. 1. Об'єм річкового стоку (відновних водних ресурсів) на планеті становить 42780 км³ на рік. На сьогодні у світі використовується близько 4000 км³ на рік прісної води (з них близько 1000 км³ – підземних вод). Отже, на теоретичному рівні прісної води достатньо для задоволення потреб нинішнього населення світу, що нараховує понад 7,7 млрд осіб, навіть у разі його зростання в перспективі до 9 млрд.

2. У той же час планеті загрожує реальний дефіцит водних ресурсів, що визнано серед найбільших глобальних ризиків стосовно потенційного впливу на людське суспільство в наступному десятилітті. Прогноз показує, що в 2050 р. доступ до прісної води відчують на 3,3 млрд осіб більше, ніж у 2000 р. (особливо в Північній і Південній Африці, Південній і Центральній Азії).

3. Суть глобального дефіциту водних ресурсів полягає в такому: а) географічній та часовій невідповідності попиту і доступності прісної води; б) зростаючому попиту на воду, пов'язаному з демографічним бумом, урбанізацією, зміною харчового раціону населення, розвитком промисловості та енергетики, а також забрудненням водних об'єктів.

4. Обмеженість доступу до традиційних водних ресурсів зумовлює пошук нових підходів та їхню реалізацію щодо включення альтернативних джерел у майбутню стратегію водокористування (опріснена вода, відновлена стічна вода, сіра вода, зібрана дощова вода тощо).

5. За останні два десятиліття вченими удосконалюються підходи щодо методів оцінювання водного дефіциту. Зокрема парадигма використання зеленої та блакитної води спрямована на виявлення додаткового потенціалу щодо можливості зробити зелену воду більш продуктивною в сільському господарстві.

6. Водночас поза увагою не залишається людина. Однією з ухвалених ООН у 2015 р. Цілей сталого розвитку передбачено до 2030 р. покращення доступу до якісної чистої води та належних санітарних умов для 2,6 млрд осіб, що має уберегти їх від хвороб.

7. На завершення доводиться констатувати, що низка розглянутих напрямів діяльності, які мобілізують зусилля світової спільноти перед викликами ХХІ ст. у сфері глобальних водних ресурсів, в Україні становлять інтерес лише у деяких науковців, оскільки відсутні відповідні запити з боку економіки.

References

1. Aquastat – FAO's. URL: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en> (Access 29.03.20).
2. Allan J. A. "Virtual water": An Essential Element in Stabilizing the Political Economies of the Middle East // *Yale University Forestry & Environmental Studies Bulletin*. 1998. 103. P. 141-149.
3. Brown L. R. How water scarcity will shape the new century // *Water Science & Technology*. 2001. 43(4). P. 17-22.
4. China's unconventional water consumption to top 9b cubic meters. URL: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201912/08/html> (Access 29.03.20).
5. CIA. World Factbook, 2015. URL: <https://web.archive.org/web/20150906155853/https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2201rank.html> (Access 29.03.20).
6. Das P., Horton R. Pollution, health, and the planet: time for decisive action // *Lancet*. 2018. 391(10119). P. 407-408. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32588-6
7. Environmental Outlook to 2050: OECD Publishing. 2012. doi.org/10.1787/9789264122246-en
8. Erwin A., Hoekstra A. Water footprint scenarios for 2050: A global analysis // *Environment International*. 2014. 64. P. 71–82. DOI: 10.1016/j.envint.2013.11.019

9. Falkenmark M. Coping with water scarcity under rapid population growth // Conference Papers of SADC Ministers. Pretoria, 1995. P. 23–24.
10. Falkenmark M., Lundqvist J., Widstrand C. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches // Natural Resources Forum. 1989. 13 (4). P. 258–267. DOI: 10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x.
11. Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change / J. Rockström, M. Falkenmark, L. Karlberg et al. // Water Resources Research. 2009. 45 (7). W00A12. DOI: 10.1029/2007WR006767
12. Gleick P. Basic water requirements for human activities: meeting basic needs // Water International. 1996. 21. P. 83–92.
13. Gleick P. Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security // International Security. 1993. 18(1). P. 79–112.
14. Gleick P. Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria // Weather, Climate, and Society. American Meteorological Society. 2014. 6(3). P. 331–340. DOI: 10.1175/WCAS-D-13-00059.1
15. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum: World Health Organization. Geneva, 2017.
16. Hoekstra A. Y., Chapagain A. K., Aldaya M. M. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. London, 2011.
17. International commission on large dams (ICOLD). URL: https://www.icold-cigb.org/GB/world_register/general_synthesis.asp (Access 01.04.20).
18. Khil'chevskii V.K., Khil'chevskii R.V., Gorokhovskaya M.S. Environmental aspects of chemical substance discharge with river flow into water bodies of the Dnieper River basin // Water Resources. 1999. 26(4). P. 453–458.
19. Khil'chevskiy V. K. Effect of agricultural production on the chemistry of natural waters: a survey // Hydrobiological Journal. 1994. 30(1). P. 82–93.
20. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Zabokrytska M. R. Abiotic typology of the rivers and lakes of the Ukrainian section of the Vistula river basin and its comparison with results of Polish investigations // Hydrobiological Journal. 2019. 55(3). P. 95–102. DOI: 10.1615/HydrobJ.v55.i3.110.
21. Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Sherstyuk N.P. Modern Hydrographic and Water management zoning of Ukraine's territory in 2016 – implementation of the WFD-2000/60/EC // Electronic book with full papers from XXVIII Conference of Danubian countries. Kyiv, 2019. P. 209–223. URL: https://uhmi.org.ua/conf/danube_conference_2019/papers_abstracts (Access 29.03.20).
22. Khilchevskiy V. K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P. Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine // Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(1). P. 68–80. URL: DOI: 10.15421/111832
23. Khilchevskiy V. K., Kurylo S. M., Sherstyuk N. P., Zabokrytska M. R. The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies // Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2019. 28(1). P. 79–86. DOI: 10.15421/111909
24. Khilchevskiy V. K., Zabokrytska M. R., Sherstyuk N. P. Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on territory of Ukraine // Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(2). P. 232–243. DOI: 10.15421/111848
25. Managing Water under Uncertainty and Risk: The United Nations World Water Development Report 4. Paris, 2012.
26. National Primary Drinking Water Regulations: US.EPA. URL: <https://www.nrc.gov/docs/ML1307/ML13078A040.pdf> (Access 29.03.20).
27. Options for decoupling economic growth from water use and water pollution: UNEP, Report 2015 URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/options-decoupling-economic-growth-water-use-and-water-pollution> (Access 29.03.20).
28. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity / J. Rockström, W. Steffen, K. J. Noone et al. // Ecology and Society. 2009. 14(2). P. 32–64.
29. Renewables 2016: Global status report. URL: https://sae.gov.ua/sites/default/files/GSR_2016_Full_Report.pdf (Access 29.03.20).
30. Shiklomanov I. World Water Resources: A new Appraisal and Assessment for the 21st Century. Paris, 1998.
31. Spitz G. Water: bron van ontwikkeling, macht en conflict. Amsterdam, 2012.
32. The Changing Himalayas: Impact of climate change on water resources and livelihoods in the greater Himalayas / M. Eriksson, X. Jianchu, A. B. Shrestha et al. Kathmandu, 2009.
33. The state of desalination and brine production: A global outlook / E. Jones, M. Qadir, M. Van Vliet et al. // Science of the Total Environment. 2019. 657. P. 1343–1356. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.076
34. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development: Resolution 70/1 adopted by the UN General Assembly on 25 September 2015. URL: <https://documents.un.org/prod/ods.nsf/home.xsp> (Access 29.03.20).
35. Unconventional Water Resources. URL: <https://inweb.unu.edu/projects/unconventional-water-resources/> (Access 29.03.20).
36. Wastewater: The Untapped Resource: UN World Water Development Report 2017. Paris, 2018.
37. Water and Climate Change: The United Nations World Water Development Report 2020. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en> (Access 29.03.20).
38. Water Conflict Chronology: Pacific Institute, 2019. URL: <https://www.worldwater.org/water-conflict/> (Access 29.03.20).
39. Water Cooperation for a Secure World: Focus on the Middle East / Edited by P.R. Motwani. Mumbai, 2013.
40. Water crises are a top global risk: World Economic Forum. Davos, 2015.
41. Water for food, Water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture / Edited by D. Molden. London, 2007.
42. Water in a Changing World: The United Nations World Water Development Report 3. Paris/London, 2009.
43. Water uses: FAO's aquastat, 2016. URL: <http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use> (Access 29.03.20).
44. World Population Prospects 2019. URL: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf (Access 29.03.20).
45. Worldometer: Global Water Use. URL: <https://www.worldometers.info/water/> (Access 29.03.20).
46. Worldometer: World Population by Year. URL: <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-by-year/> (Access 29.03.20).

Надійшла до редколегії 05.04.20

В. Хильчевский, д-р геогр. наук, проф.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА

Приведен аналитический обзор состояния глобальных водных ресурсов и их использования в мире. Сосредоточено внимание на важнейшей составной части водных ресурсов – пресной воде, которой на планете лишь 2,5 % от общего объема. Самым доступным возобновляемым водным ресурсом является речной сток, который распределен на поверхности планеты неравномерно. Наряду с характеристикой известных компонентов ресурсов пресной воды (речной сток, подземные воды, ледники) акцентируется внимание на тенденциях по привлечению нетрадиционных источников (восстановленной сточной воды или серой воды, опресненной, специально собранной дождевой).

Общее использование пресной воды в мире составляет лишь 9 % от объема стока рек планеты. В то же время, проблема дефицита воды была включена в список Всемирного экономического форума 2015 г. как один из глобальных рисков с точки зрения потенциального влияния на человеческое общество в следующем десятилетии. Среди причин глобального водного дефицита выделяют географические и социально-экономические. Географические факторы заключаются в пространственном и временном (сезонном) несоответствии спроса на пресную воду и ее доступности. Социально-экономические – в росте населения мира, урбанизации, повышению уровня жизни, увеличению площадей орошаемых угодий.

Результаты прогноза экспертов показывают, что ограниченность доступа к пресной воде в 2050 г. могут ощутить на 3,3 млрд больше людей, чем в 2000 г. В статье приведены примеры методики гидрологической оценки водного дефицита (расчет отношения объема ежегодных возобновляемых водных ресурсов к количеству населения) и методики экономико-географической оценки. Охарактеризованы и другие подходы оценки водных ресурсов путем создания новых парадигм (вода голубая, зеленая, виртуальная, водный след). На протяжении всей истории человечества происходило много разного рода конфликтов, связанных с водой. Активное водное сотрудничество между странами в наше время снижает риск военных конфликтов. Более вероятными считаются конфликты субнациональные, межотраслевые. В XXI в. в мире признано, что право на безопасную воду и санитария является базовым правом человека. Поэтому среди 17 целей устойчивого развития, принятых ООН для реализации на 2015-2030 гг., Глобальная цель 6 "Чистая вода и надлежащие санитарные условия" направлена на обеспечение устойчивого управления водными ресурсами и канализацией на всех континентах. Это уберет людей от болезней, а общество станет более продуктивным в экономическом плане.

Ключевые слова: водные ресурсы, пресная вода, альтернативные источники водных ресурсов, водопользование, водный стресс, водный дефицит, восстановленная вода, серая вода, голубая вода, зеленая вода, виртуальная вода, водный след.

V. Khilchevskiy, Dr.Sc., Geography, Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

GLOBAL WATER RESOURCES: CHALLENGES OF THE 21st CENTURY

The article provides an analytical overview of the state of global water resources and their use in the world. The focus is on the most important component of water resources – fresh water, which on the planet is only 2.5 % of the total. The most accessible renewable water resources are river runoff, which is distributed unevenly on the surface of the planet: Asia (32 %), South America (28 %), North America (18 %), Africa (9 %), Europe (7%), Australia and Oceania (6 %). Along with the characteristics of the known components of freshwater resources (river runoff, groundwater, glaciers), attention is also focused on trends in attracting unconventional sources (recovered wastewater or gray water, desalinated, specially collected rainwater).

The total use of fresh water in the world is only 9 % of the total river flow of the planet. At the same time, the problem of water scarcity was included in the list of the World Economic Forum 2015, as one of the global risks in terms of potential impact on human society in the next decade. Among the causes of global water scarcity are geographical and socio-economic. Geographical reasons are the spatial and temporal (seasonal) mismatch of the demand for fresh water and its availability. Socio-economic reasons are the growth of the world's population, urbanization, improving living standards, changes in consumption patterns and an increase in irrigated land. The latter have become key in the growth of global water demand.

Experts forecast that the limited access to fresh water in 2050 can be felt by 3.3 billion more people than in 2000. The article gives examples of a methodology for hydrological assessment of water scarcity (calculation of the ratio of the volume of annual renewable water resources to the population) and the methodology of economic and geographical assessment. Other approaches to assessing water resources by creating new paradigms (water – blue, green, virtual, water footprint) have been characterized.

Throughout the history of mankind, there have been many conflicts related to water. Active water cooperation between countries today reduces the risk of military conflicts. This conclusion was made after studying transboundary water relations in more than 200 joint river basins, covering 148 countries. The right to safe water and sanitation is a fundamental right of everyone (UN, 2010). Therefore, among the 17 sustainable development goals adopted by the UN for implementation for the period 2015–2030, Global Goal 6 "Clean Water and Good Sanitary Conditions" is aimed at ensuring sustainable management of water resources and sanitation for all. This will save people from diseases, and society will be given the opportunity to be more productive in economic terms.

Keywords: water resources, fresh water, alternative sources of water resources, water use, water stress, water scarcity, recovered water, gray water, blue water, green water, virtual water, water footprint.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2020.76-77.2>
УДК 911.3

К. Мезенцев, д-р геогр. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0003-1974-7860
Scopus ID: 57192031428
WoS Researcher ID: M-2537-2018,
Н. Провотар, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0003-2211-6509
Scopus ID: 57204288896
WoS Researcher ID: AAC-3776-2020,
В. Паренюк, асп.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ЕКОНОМІЧНІ ФАКТОРИ РЕГІОНАЛЬНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ БЕЗРОБІТТЯ ТА МІГРАЦІЙНИХ НАМІРІВ МОЛОДІ В УКРАЇНІ

Міграційні наміри молоді пов'язані із ситуацією на молодіжному ринку праці, доходами населення та інвестиційно-інноваційними процесами. Такі економічні чинники, у свою чергу, зумовлюють ситуацію на регіональних ринках праці. Трудова та освітня міграція молоді становлять загрозу втрати населення найактивнішого віку та найвищого рівня освіти, а отже подальшу демографічну кризу, втрати трудових ресурсів потенціалу та загострення проблеми дефіциту кваліфікованих кадрів на регіональних ринках праці в Україні. У статті наведено результати дослідження економічних факторів регіональної диференціації безробіття молоді в Україні в контексті її міграційних намірів. Інформаційною базою дослідження є дані Державної служби статистики України, зокрема показники рівня безробіття молоді, середньомісячної заробітної плати, наявних доходів та витрат на одну особу, структури доходів, обсягу інвестицій в основний капітал на одну особу за регіонами України за період 2000–2018 рр. Методом рангів здійснено групування регіонів України з виділенням груп регіонів із різним рівнем доходів та обсягу інвестицій в основний капітал на одну особу, розроблено картосхеми групування регіонів України. Місто Київ та столична область незмінно лідирують як за показниками інвестицій, так і за доходами й видатками. Стабільно відставали в 2001–2018 рр. регіони Західної України – Рівненська, Тернопільська, Чернівецька та Закарпатська області. Кореляційний аналіз виявив залежність рівня безробіття молоді від інвестиційної привабливості та фінансової спроможності населення (включаючи показники середньомісячної заробітної плати, доходів і витрат на одну особу) в Україні. Однак така залежність характеризується значними регіональними відмінностями, які не можна пояснити рівнем розвитку, розташуванням або спеціалізацією регіонів. Визначено, що вплив економічних факторів є більш складним та, імовірно, пов'язаний із конкретними стратегіями місцевої влади щодо розв'язання проблем молодіжного безробіття. Тому навіть зростання інвестиційної привабливості та фінансової спроможності населення не гарантує послаблення міграційного відтоку молоді з країни.

Ключові слова: безробіття молоді, ринок праці, міграційні наміри, регіональна диференціація, Україна.

Постановка проблеми. Міграційні наміри та міграційна поведінка молоді взаємопов'язані із ситуацією на молодіжному ринку праці, зокрема рівнем безробіття, доходами населення та інвестиційно-інноваційними процесами в економіці. Між міграцією та ринком праці є двосторонній зв'язок: регіональні ринки праці визначають напрями міграції, а переміщення людей впливають на їхній стан [9].

Сучасними тенденціями на світовому ринку праці, пов'язаними із міграційними процесами, є глобалізація

руху робочої сили, циркулярний характер трудових міграцій, виникнення "транснаціональної робочої сили", зростання обсягів нелегальної трудової міграції, кількості шукачів притулку та біженців, сегментація ринку праці, в межах якого сформувалися професійні, вікові, гендерні, регіональні сегменти [3]. Світовий молодіжний ринок праці характеризується такими рисами: зниженням рівня зайнятості молоді (з 46,4 % у 1999 до 41,2 % у 2019 р. [23]); збільшенням частки молоді, яка здобуває освіту (із 59 % у 1999 до 76 % у 2018 р. [20]),