

УДК 631.4: 631.47

ОЦІНЮВАННЯ ЗАПАСІВ ПРІСНОЇ ВОДИ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

О.В. ВЛАСОВА, канд. с.-г. наук,
А.М. ШЕВЧЕНКО, канд. с.-г. наук,
Р.П. БОЖЕНКО

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Наведено методика визначення доступних водних ресурсів і обсягів їх використання за показниками кількості води, її мінливості та якості, підвищення обізнаності громадськістю про водні проблеми, доступу до води і уразливості екосистем. На базі «Атласу водного ризику» (інтерактивної карти) за описаною методикою проведено оцінювання забезпеченості південних регіонів України прісною водою на прикладі даних 2015 р.

Ключові слова: водні ресурси, запаси прісної води, загальна і доступна «блакитна» вода, оцінювання водного ризику, фізичні ризики.

Постановка питання. На фоні регіональних проявів глобальних змін клімату зі зростанням його посушливості очікується загострення проблеми забезпечення населення та галузей економіки якісними водними ресурсами. Особливо це стосується запасів прісної води, проблема визначення яких завжди була і лишається актуальною [1]. Для її вирішення розробляються моделі та спеціальні програмні продукти, які ґрунтуються на створенні оригінальних наборів даних для оцінки доступності водних ресурсів і їх використання. Однією з таких програм є «Атлас водного ризику» (інтерактивна карта), розроблений Інститутом світових ресурсів (The World Resources Institute, WRI) [2].

Оскільки південні регіони України (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області) характеризуються переважно низькою забезпеченістю власними (місцевими) водними ресурсами, істотним погіршенням якості води в основних джерелах водопостачання та значною потребою у воді, то метою роботи є проведення для цих регіонів оцінювання запасів прісної води за укрупненими даними «Атласу водного ризику».

Методика досліджень. Визначення запасів прісної води за укрупненими даними ведеться за спеціальною методикою у програмному комплексі Global Maps 2.1. Укрупнені дані – це такі, які отримано з джерел вільного доступу, а саме:

- макромасштабна гідрологічна модель водозбірних басейнів VIC [3];
- міжнародний аналіз наявних ресурсів прісної води [4];
- статистичні дані про населення світу з прив'язкою до сітки [5];
- композитні дані Національного центру геофізичних досліджень (NGDC - NOAA) [6];

– інтерактивна карта «Зрошувані території країн світу» [7];

– статистичні дані про зрошувані сільськогосподарські території (FAO) [8];

– каталог показників: валовий внутрішній продукт, міське населення, землі сільськогосподарського призначення, викиди CO₂ (Всесвітній банк) [9; 10];

– база даних: опадів, відновлення водопостачання, зрошуваних площ (FAO) [11].

Методика передбачає визначення доступних водних ресурсів і обсягів їх використання за показниками кількості води, її мінливості та якості, підвищення обізнаності громадськістю про водні проблеми, доступу до води і уразливості екосистем.

Оцінювання запасів прісної води виконується для великих водозбірних територій (басейнів) з деталізацією просторових даних (розбивкою по секторах) на основі моделей регресії і здійснюється за такими підходами:

– оцінювання водних ресурсів (водонадходження),

– оцінювання водного ризику.

Оцінювання водних ресурсів (водонадходження) проводиться за двома показниками: загальною «блакитною» водою і доступною «блакитною» водою. Загальна «блакитна» вода (B_t) – це природний річковий стік, в якому не враховується забір води на водоспоживання. $B_t(i)$ – загальний річковий стік перед водозбором плюс стік у межах басейну, що розраховується за формулою [2]:

$$B_t(i) = R_{\text{up}}(i) + R(i), \quad (1)$$

де $R_{\text{up}}(i)$ – сумарний стік вищих за течією водозборів, який визначається як: $R_{\text{up}}(i) = \sum B_t(I_{\text{up}})$, де I_{up} – кількість водозборів перед водозбором;

$R(i)$ – стік у межах басейну, який моделюється за підходом «від водозбору до водо-

збору», тобто накопичується у межах одного басейну і транспортується до наступного, який визначається як: $R = P - ET - (\Delta S)$, де R – стік наявних водних ресурсів ландшафту, P – кількість опадів, ET – евапотранспірація, ΔS – зміна вологозапасів у ґрунті.

Для водозборів першого порядку (у верхів'ї) $R_{up}(i) = 0$, а загальна «блакитна» вода є обсягом стоку в басейні.

Доступна «блакитна» вода (B_a) – це наявний об'єм поверхневих вод з урахуванням водоспоживання, що розраховується за формулою [2]:

$$B_a(i) = R(i) + \sum Q_{out}(I_{up}), \quad (2)$$

де: Q_{out} – обсяг води, що надходить з попереднього до наступного водозбірному басейну, який визначається як: $Q_{out}(i) = \max(B_a(i) - U_c(i))$, де: $U_c(i)$ – водоспоживання.

Для водозборів першого порядку (у верхів'ї) $\sum Q_{out} = 0$, а доступна «блакитна» вода є стоком.

Наступним підходом є оцінювання водного ризику, який містить глобальні показники, що згруповані у три категорії ризиків: фізичні ризики кількості (PRQ), фізичні ризики якості ($PRQu$), нормативні (R_{reg}) і репутаційні (R_{rep}), а також один загальний бал OVR (Overall Water Risk), за яким визначаються області з найбільшою нестачею водних ресурсів (рис. 1).

Згідно з методикою, першою категорією ризиків є фізичні ризики кількості (PRQ), які визначаються за відношенням кількості виявлених проблемних областей до кількості водонадходження, зокрема посух або повеней, що може вплинути на короткострокові і довгострокові доступні водні ресурси. Фізичні ризики кількості визначають за показниками:

– базового рівня водного стресу, що є відношенням загального річного забору води на муніципальні, промислові і сільськогосподарські потреби, вираженого у відсотках, до загального щорічного водонадходження. Більш високі значення вказують на посилення конкуренції між водокористувачами;

– міжрічної мінливості водних ресурсів, що є показником зміни кількості водонадходження на дану територію з року в рік;

– сезонної мінливості водних ресурсів, що є показником зміни кількості водонадходження на дану територію між місяцями року;

– виникнення повеней, що є підрахунком кількості повеней, зареєстрованих з 1985 р. по теперішній час;

– тривалості посухи, що є відрізком часу тривалості посухи з 1901 р. по теперішній час і визначається як безперервний період, коли вологість ґрунту залишається нижче 20 % (тривалість вимірюється у місяцях, а посушливість числом відсотків нижче 20%);

– водонадходження з басейнів верхів'я. Більш високі значення вказують на території, що потерпають під посух або повеней;

– стресу ґрунтових вод, що є відношенням відносного рівня ґрунтових вод до швидкості вторинного поповнення ґрунтів водою.

Другою категорією ризиків є фізичні ризики якості ($PRQu$), тобто такі, що пов'язані з екологічним станом середовища, що впливає на якість вод та короткострокову і довгострокову її доступність. Фізичні ризики якості визначають за показниками:

– якості стічних вод при повторному водокористуванні і заходів з їх очищення. Більш високі значення вказують на більш високу

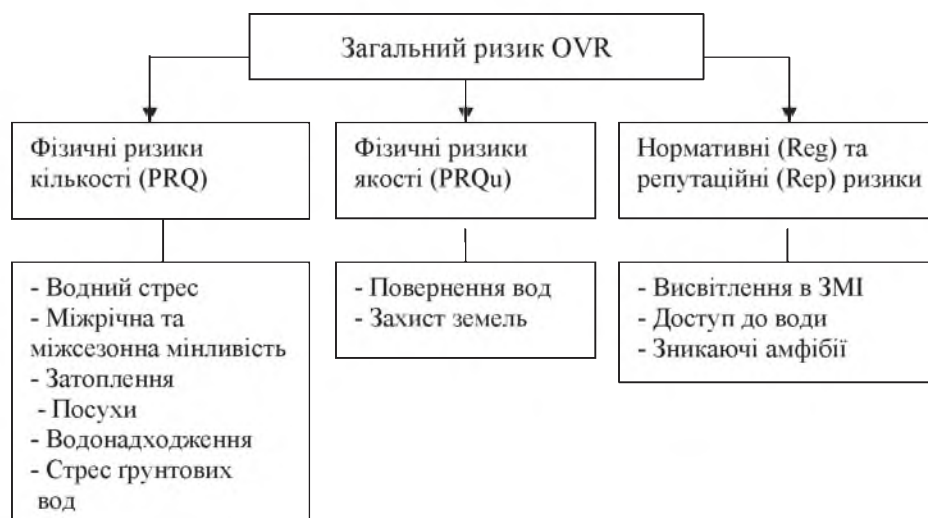


Рис. 1. Структура оцінювання водного ризику [1]



Залучення водних ресурсів на потреби енергетики



Залучення водних ресурсів на продовольство і питні потреби



Залучення водних ресурсів у сільському господарстві

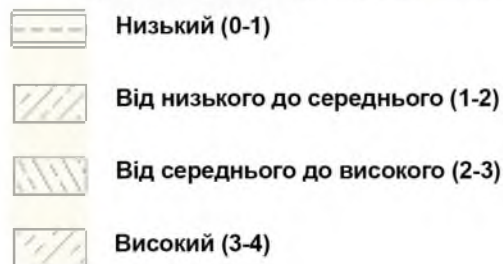


Рис. 2. Чинники, що впливають на формування передумов ризиків у південних регіонах України (Миколаївської, Запорізької, Херсонської та Одеської областей) у 2015 р.

залежність від очисних споруд і потенційно більш низьку якість води в районах з нерозвинутою інфраструктурою водоочищення;

– ступенем захисту земель від забруднення (охоронювані землі), що виражений у відсотках. Низькі значення вказують на області з негативними змінами при землекористуванні, які можуть вплинути на прісноводні екосистеми та якість і кількість води, що надходить до наступних басейнів.

Третьою категорією ризиків є регулюючі та репутаційні, які орієнтовані на виявлення недоліків в нормативно-правових документах та врегулювання конфліктів з громадськістю щодо питань використання водних ресурсів. Регулюючі та репутаційні ризики визначають за показниками:

– висвітлення у засобах масової інформації (ЗМІ) питань водокористування, яке вимірюється у відсотках. Більш високі значення вказують на області з вищою обізнаністю громадськості щодо водних проблем, отже існують більш високі репутаційні ризики для тих, хто не збалансовано управляє водними ресурсами;

– доступу до води, що виражений у відсотках кількості населення, яке не має доступу до

поліпшених джерел питної води. Більш високі значення вказують на області, де люди мають менший доступ до якісної питної води, а також вказує на високі репутаційні ризики для тих, хто використовує воду не належним чином;

– наявності зникаючих амфібій, що виражено у відсотках кількості прісноводних видів амфібій, які знаходяться під загрозою вимирання. Більш високі значення вказують на більшу крихкість прісноводних екосистем.

Результати та їх обговорення. Для оцінювання запасів прісної води півдня України на прикладі даних 2015 р. нами використано підхід «оцінювання водного ризику». Для цього в Інтернеті в режимі вільного доступу використано «Атлас водного ризику», в якому згруповано такі ідентифікуючі показники: фізичні ризики кількості (базисний водний стрес, міжрічна мінливість, сезонна мінливість, виникнення повеней); фізичні ризики якості (повторне підняття рівнів вод, захист територій від підтоплення); нормативні та репутаційні ризики (висвітлення в ЗМІ, доступні водні ресурси). У ході розрахунків використано низку оцінок часових рядів, просторову регресію і гідрологічну модель для створення нових наборів даних водонад-



Рис. 3. Базисний водний стрес південних регіонів України (Миколаївської, Запорізької, Херсонської та Одеської областей) у 2015 р.

ходження і використання водних ресурсів.

За результатами досліджень визначено, що чинниками, які впливають на формування передумов ризиків у південних районах України, є залучення водних ресурсів на потреби енергетики, сільського господарства, продовольство, міжрічна та міжсезонна мінливість, виникнення повеней, повторне підняття рівнів ґрунтових вод, захищеність територій від підтоплення, вільний доступ до води та базисний водний стрес (рис. 2, 3).

У результаті проведених розрахунків отримано розподіл показників величин ризиків наявності прісної води та визначено, що фізична величина ризику кількості на 8,2 % перевищує фізичну величину якості (рис. 4).

Висновки. При проведенні оцінювання наявних запасів прісної води встановлено, що основними чинниками, які впливають на формування передумов ризиків у південних районах України, є залучення водних ресурсів на потреби енергетики, сільського господарства, продовольство та базисний водний стрес. Необхідність визначати фізичні ризики кількості обумовлена їх впливом на короткостроковий і довгостроковий доступ до води (у певні сезони або інші часові інтервали), а фізичні ризики якості – впливом на якість вод та її доступність, оскільки вони пов'язані з екологічним станом середовища.

Визначено, що фізична величина ризику на 8,2 % перевищує фізичну величину якості, що свідчить про якість наявних прісних водних ресурсів у південних регіонах України, зокрема у Миколаївській, Запорізькій, Херсонській та

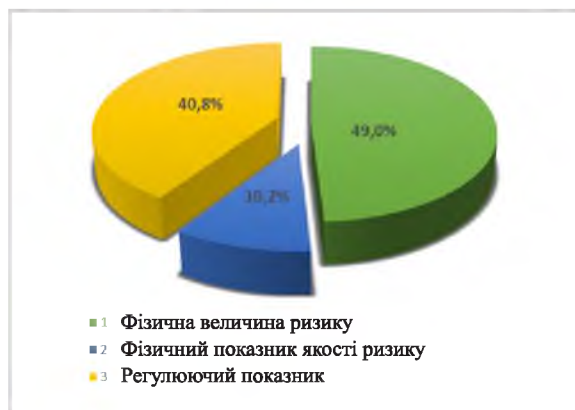


Рис. 4. Показники величин ризиків наявності прісної води для України у 2015 р.:

фізична величина ризику: від низького до середнього (2-1); фізичний показник якості ризику: від середнього до високого (2-3); загальний ризик: від низького до середнього (2-1)

Одеській областях. Проте відсутність даних про якість води у межах басейнів малих річок є основним стримуючим фактором у точності розрахунків.

Проведені дослідження показали ефективність використання «Атласу водного ризику» при оцінюванні запасів прісної води півдня України в якості оцінювально-інформативного інструменту. Корисним виявився комплексний показник, що містить відомості про якість води, зміну клімату та зростаючий попит на воду при перетворенні гідрологічних даних в інтуїтивні показники, які пов'язані з водними ризиками.

Бібліографія

1. Переосмислення водної безпеки для України. Т.І. Адаменко, А.О. Демиденко, М.І. Ромащенко [та ін]. – К. – 2016. – 19 с.
2. Атлас водного ризику (інтерактивна карта). Режим доступу <http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-atlas>.
3. Reservoir basins and determination of their demarcation are performed according to a macroscale hydrological model. Y. Masutomi, Y. Inui, K. Takahashi, 2009. Режим доступу http://www.cger.nies.go.jp/db/gdbd/gdbd_index_e.html.
4. International analysis of available freshwater resources. P. H. Gleick, 2011. Режим доступу <http://www.worldwater.org/data.html>.
5. Statistical data on the population of the world with anchoring to the grid. Gridded Population of the World, 2005. Режим доступу <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw>.
6. Національний центр геофізичних досліджень (NGDC - NOAA). – 2010. Режим доступу <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/downloadV4composites.html>.
7. Irrigated territories of the world. (Global irrigation areas), 2007. Режим доступу <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/index60.stm>.
8. Irrigated agricultural areas (FAO), 2009. Режим доступу <http://faostat3.fao.org/home/index.html>.
9. Mapping existing irrigation systems. K. Freydank, S. Siebert, 2008. Режим доступу <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/5916>.

10. *Index of Indicators: Gross Domestic Product, Urban Population, Agricultural Land, CO2 Emissions (World Bank)*. Режим доступу <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

11. *Precipitation, Water Rehabilitation, Irrigation Area (FAO), 2012*. Режим доступу <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dbase/index.stm>.

О.В. Власова, А.М. Шевченко, Р.П. Боженко

Оценка запасов пресной воды юга Украины

Приведена методика определения доступных водных ресурсов и объемы их использования по показателям количества воды, ее изменчивости и качества, повышение осведомленности общественностью о водных проблемах, доступа к воде и уязвимости экосистем. На базе «Атласа водного риска» (интерактивной карты) по описанной методике выполнена оценка обеспеченности южных регионов Украины пресной водой на примере данных 2015 года.

O.V. Vlasova, A.M. Shevchenko, R.P. Bozhenko

Estimation of fresh water resources in the south of Ukraine

The method of determining available water resources and the volumes of their use are presented. The methodology uses indicators: water quantity and quality, variability, raising public awareness of water problems, access to water and vulnerability of ecosystems. On the basis of the «Atlas of Water Risk» (interactive map), based on the described method, an assessment of the availability of fresh water in southern regions of Ukraine was made using the example of data for the year 2015.