

JEL: O13, P28, P32, Q56, Q57

**Світлана Федулова<sup>1</sup>, Володимир Дубницький<sup>1</sup>, Валентин М'ячин<sup>1</sup>,  
Олена Юдіна<sup>2</sup>, Олена Холод<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Український державний хіміко-технологічний університет

<sup>2</sup>Дніпровський гуманітарний університет

<sup>3</sup>Університет імені Альфреда Нобеля

Україна

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ НА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ КРАЇН**

**Мета.** Метою статті є визначення впливу наявності внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у країні на формування обсягу ВВП країни, тобто виявлення взаємозв'язку між водним потенціалом країни та її економічним зростанням у майбутньому у зв'язку з ростом водомістких технологій у світі й розвитком аграрного сектора.

**Методологія / методика / підхід.** У дослідженні використовувались традиційні та спеціальні методи, включаючи: історичний і логічний – для аналізу динаміки водокористування країнами світу та шляхів формування потоків віртуальної води; теоретичне узагальнення, аналіз і синтез – для формування розуміння «принципу глобальності водних проблем» і виведення закономірності «принципу глобальності водних проблем»; статистичний аналіз для оцінки рівня потреб країн (регіонів) у водних ресурсах та оцінки рівня ВВП країн у зіставленні з їх водним потенціалом; метод економетричного аналізу (кореляційний аналіз і лінійна регресія) – для доказу взаємозв'язку між водним потенціалом країни та її економічним зростанням у майбутньому.

**Результати.** Основна ідея дослідження полягає у виявленні взаємозв'язку між водним потенціалом країни та її економічним зростанням у майбутньому. У дослідженні виявлено, що майже усі території, які мають найбільше економічне зростання, мають і найбільшу загальну кількість внутрішніх поновлюваних водних ресурсів. Описано та узагальнено знання та динаміку щодо віртуальної торгівлі водою у світі. Відповідно до принципів концепції «віртуальної води», регіони з дефіцитом води й просторовою невідповідністю між водними ресурсами та наявністю орних земель можуть підвищити свою продовольчу безпеку, задовольнивши частину своїх потреб у продуктах харчування через торгівлю сільськогосподарською продукцією й скоротивши місцеве виробництво вказаних продуктів. У дослідженні обґрунтовано новий принцип розвитку території – «принцип глобальності водних проблем». Визначено, що сама наявність внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у країні не має істотного впливу на формування ВВП країни, але загальний обсяг водозбору на 1 особу в країні вже має істотний вплив на ВВП, тобто після досягнення певного порогу нестачі води, країна починає пред'являти попит на імпорт зернових, що зростає в міру зменшення водних ресурсів. Доведено математично, використовуючи економетричний аналіз, закономірність «принципу глобальності водних проблем».

**Оригінальність / наукова новизна.** Набуло подальшого розвитку формування принципів розвитку території, а саме сформульовано «принцип глобальності водних проблем» – зміна ставлення людства до водного ресурсу сформувала розуміння його обмеженості й можливих глобальних сценаріїв розвитку світу. Удосконалено розвиток закономірностей економічної теорії, а саме доведено закономірність «принципу глобальності водних проблем» – «осі (коридори) розвитку території, які визначають разом з

полюсами зростання просторовий каркас економічного зростання, у світлі глобалізації водних проблем визначаються наявністю загальної кількості внутрішніх поновлюваних водних ресурсів».

**Практична цінність / значущість.** Результати дослідження дозволяють комплексно оцінити ризики аграрної сфери економіки, пов'язані з масштабним використанням водних ресурсів і прийняти ефективні управлінські рішення щодо розвитку та впровадження водоефективних технологій як в Україні, так й у світі. Дослідження актуалізує тезу щодо інфраструктурного регулювання, оскільки водомісткі технології будуть потребувати значних інфраструктурних проектів і відповідної якості інфраструктури водного та водопровідно-каналізаційного господарства як основи водоефективної діяльності регіону та країни.

**Ключові слова:** економічне зростання, аграрний сектор, віртуальна вода, регіон, держава.

**Svitlana Fedulova<sup>1</sup>, Volodymyr Dubnytskyi<sup>1</sup>, Valentin Myachin<sup>1</sup>,  
Olena Yudina<sup>2</sup>, Olena Kholod<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ukrainian State University of Chemical Technology

<sup>2</sup>Dnipro Humanitarian University

<sup>3</sup>Alfred Nobel University

Ukraine

## **EVALUATING THE IMPACT OF WATER RESOURCES ON THE ECONOMIC GROWTH OF COUNTRIES**

**Purpose.** The purpose of the article is to determine the impact of domestic renewable water resources in the country on the formation of GDP, i.e. to identify the relationship between the country's water potential and its economic growth in the future, due to the growth of water-intensive technologies in the world and agricultural development.

**Methodology / approach.** The traditional and special research methods were used in the study, including: historical and logical – to analyze the dynamics of water use in the world and ways of forming the flow of virtual water; theoretical generalization, analysis and synthesis – to form an understanding of the “principle of globality of water problems” and derive consistent pattern of “principle of globality of water problems”; statistical analysis to assess the level of needs of countries (regions) in water resources and to assess the level of GDP of countries in comparison with their water potential; method of econometric analysis (correlation analysis and linear regression) – to prove the relationship between the water potential of the country and its economic growth in the future.

**Results.** The main idea of the study is to identify the relationship between the country's water potential and its economic growth in the future. It was found that almost all areas with the highest economic growth have the largest total number of inland renewable water resources. The knowledge and dynamics of virtual water trade in the world was described and summarized. According to the principles of the concept of “virtual water”, regions with water scarcity and spatial mismatch between water resources and the availability of arable land can increase their food security by meeting part of their food needs through trade in agricultural products and reducing local food production. A new principle of development of the territory “the principle of globality of water problems” has been substantiated in the study. It is determined that the very availability of domestic renewable water resources in the country does not have a significant impact on GDP

growth, but the total catchment per capita in the country already has a significant impact on GDP, i.e, indeed, after reaching a certain water scarcity threshold, the country begins to demand for grain imports, which increases as water resources decrease. The consistent pattern of the “principle of globality of water problems” was proved mathematically, using econometric analysis.

**Originality / scientific novelty.** The formation of the principles of territorial development was further developed, namely the “principle of globality of water problems” was formulated – the change of humanity's attitude to the water resource has formed an understanding of its limitations and possible global scenarios of world development. The development of the laws of economic theory was improved, namely the consistent pattern of the “principle of globality of water problems” – “axes (corridors) of development of the territory, which together with the poles of growth determine the spatial framework of economic growth, in the light of the globalization of water problems, are determined by the presence of the total number of domestic renewable water resources”.

**Practical value / implications.** The results of the study allow a comprehensive assessment of the risks of the agricultural sector associated with the large-scale use of water resources and make effective management decisions on the development and implementation of water-efficient technologies in Ukraine and in the world. The study actualizes the thesis of infrastructure regulation as water-intensive technologies will require significant infrastructure projects and the appropriate quality of water and water supply and sewerage infrastructure as the basis of water efficiency of the region and the country.

**Key words:** economic growth, agricultural sector, virtual water, region, state.

**Постановка проблеми.** Вода незамінна для життя людини. Незважаючи на достатні обсяги, її запаси обмежені, і глобальний попит на прісну воду швидко зростає внаслідок збільшення кількості населення та зростання його добробуту. Водночас зміна клімату й погіршення стану довкілля змінюють регіональну та сезонну доступність і якість води. Конкуренція за водокористування, що виникла на цьому підґрунті, може призвести до конфлікту, а іноді й до насильства. Складні питання щодо водопостачання та розподілу води спричинені існуванням багатьох зацікавлених сторін, таких як сільське господарство, промисловість, міські та побутові споживачі, екологічне використання та інші, які конкурують за дефіцит води.

Найбільшим водокористувачем є сільське господарство. Нині на виробництво продуктів харчування та інших сільськогосподарських продуктів припадає близько 70 % видобутку прісної води з річок та підземних вод, це приблизно 3100 млрд м<sup>3</sup>. До 2030 р. кількість видобутку збільшиться до 4500 млрд м<sup>3</sup>, якщо не буде застосовано заходи щодо підвищення ефективності використання води [1]. Наразі компроміс між економічним зростанням та збереженням навколишнього середовища перебуває в центрі уваги національного екологічного управління майже всіх країн.

У регіонах із дефіцитом води стійкість водних ресурсів, здоров'я екосистем і соціально-економічний розвиток залежать від води, яка є центральним (визначальним) фактором. За даними ООН, обсяг води на одну особу протягом наступних двох десятиліть скоротиться більш ніж на третину.

Відповідно ж до принципів концепції «віртуальної води», регіони з дефіцитом води і просторовою невідповідністю між водними ресурсами і

наявністю орних земель можуть підвищити свою продовольчу безпеку, задовольнивши частину потреб у продуктах харчування шляхом закупівлі сільськогосподарської продукції (таким чином придбаваючи віртуальну воду) і скоротивши місцеве виробництво продуктів харчування (у такий спосіб зменшивши використання місцевої води).

Розробка підходів до вирішення проблем, пов'язаних з водою в Європейському Союзі (ЄС), та перехід до сталого управління і використання вод – одне з головних завдань програми «Горизонт 2020», стратегії ЄС щодо розумного, стійкого та інклюзивного зростання.

З огляду на зазначене вище, однією з умов стійкого економічного зростання є ефективне формування потоків віртуальної води в країнах у зв'язку з просторовою невідповідністю між водними ресурсами та наявністю орних земель. Актуальність цього питання постійно зростає. Насамперед це стосується України, яка є найбільш бідною країною у Європі за наявністю водних ресурсів і має показник наявності водних ресурсів на одну особу за рік нижчий від мінімального світового рівня (за оцінкою ООН). Але при цьому Україна має значні площі орних земель і входить до десятки «впливових країн» – найбільших виробників зернових, зернобобових і соняшнику у світі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження світових учених довели, що глобальна торгівля може принести як економічну вигоду, так і екологічні витрати всім країнам [2]. Однак, необхідно з'ясувати, чи відповідають екологічні витрати різних країн їх економічним вигодам у світовій торгівлі. Також потрібно дослідити, посилює чи пом'якшує глобальний товарообіг нерівномірний розподіл природних ресурсів між країнами.

Деякі дослідники припускають, що через відсутність єдиного світового ринку природних ресурсів податок на ресурси може бути ефективним засобом зменшення глобальної екологічної нерівності і невідповідності ресурсів, а політика, спрямована на зменшення екологічної нерівності, може допомогти досягти скоординованого управління земельними та водними ресурсами [2].

Зокрема, гострий конфлікт між попитом на прісну воду і доступними ресурсами прісної води є однією з найбільших загроз для сталого водопостачання в Китаї та в усьому світі [3].

Дехто з учених вважає, що для пом'якшення водного стресу торгівля продуктами харчування для збільшення віртуальної води в регіонах з дефіцитом води є ефективним використанням водних ресурсів [4; 5]. Через різні врожаї економлять або втрачають різні обсяги блакитної і зеленої води. Інші науковці стверджують, що стратегія торгівлі віртуальною водою як вирішення проблеми нестачі води є хибною [6; 7]. На практиці вирощування зерна в деяких посушливих регіонах має конкурентну перевагу перед вологими регіонами. Вхід і вихід торгівлі віртуальною водою залежать від соціально-економічної структури та ефективності водокористування, а не від ступеня дефіциту водних ресурсів. Ключем же до зниження водного стресу є підвищення ефективності водокористування.

Необхідно відзначити, що реалізація стратегії віртуальних водних ресурсів може привести до появи великої кількості надлишків робочої сили в сільському господарстві і до безробіття сільськогосподарської робочої сили. У цілому сільськогосподарський сектор споживає переважно водні ресурси з низькою доданою вартістю, і єдиний можливий підхід – це економія водних ресурсів за рахунок підвищення ефективності водокористування [8].

На думку дослідників [9; 10], економічний рівень у країні (регіоні) може бути відображений часткою секторів економіки в загальному ВВП. Причому реалізація віртуальної водної стратегії знизить тиск екологічної нестачі води і завдяки цьому змінить регіональний режим виробництва продуктів харчування. Пошук балансу між сільськогосподарським виробництвом і збереженням довкілля має важливе значення для забезпечення екологічної стійкості в екологічно вразливих регіонах з дефіцитом води [10]. Концепція віртуальних водних ресурсів дозволяє різним країнам отримати глобальне уявлення про поліпшення управління водними та земельними ресурсами, сприяючи реалізації стратегій адаптації до управління транскордонними ресурсами.

За останні кілька десятиліть проблему нестачі води все частіше розглядають як глобальний системний ризик через збільшення попиту на воду й обмежене водопостачання [11]. Нині для оцінки регіональної нестачі води використовують різні методи, такі як індекс уразливості водних ресурсів, індекс водного стресу, індекс міжнародного інституту управління водними ресурсами, індекс водної бідності і критичне співвідношення.

Більшість оцінок світових водних ресурсів раніше були зосереджені на поверхневих водах. Однак людство зараз надмірно експлуатує ґрунтові води в багатьох великих водоносних горизонтах, які мають вирішальне значення для сільського господарства, особливо в Азії та Північній Америці [12]. Слід зазначити, що більше 50 % підземних вод серйозно деградували в результаті надмірного використання добрив і пестицидів [13].

Отже, з позиції характеристик водних ресурсів, вода не тільки має природні властивості, але також відзначається соціально-економічними та екологічними властивостями.

Дослідження економіки та продовольчої безпеки у водно-дефіцитному регіоні Близького Сходу та Північної Африки показали, що водна та продовольча безпека регіону істотно залежать від води поза межами регіону, «вбудованої» в імпорт продовольства та доступної через торгівлю [14].

Зауважимо, що значення продовольчої безпеки води є високим, але рідко визначається кількісно. Для вирішення проблем безпеки необхідно впроваджувати різні інноваційні стратегії управління, які могли б максимізувати багаторазове використання води для виробництва харчових продуктів, включаючи вдосконалення управління водними ресурсами в дощових районах; перехід до стійкої інтенсифікації; джерела води для зрошеного сільського господарства, особливо з природних та нетрадиційних джерел; підвищення ефективності використання води; зменшення попиту на

їжу та подальшого використання води тощо [15].

Нещодавні зриви в системах постачання і торгівлі продуктами харчування через пандемію COVID-19 мали негативний вплив на продовольчу безпеку та харчування в багатьох країнах, які значною мірою залежать від торгівлі продуктами харчування. Це явно підвищує приховану вартість води для місцевого сільського господарства [16; 17].

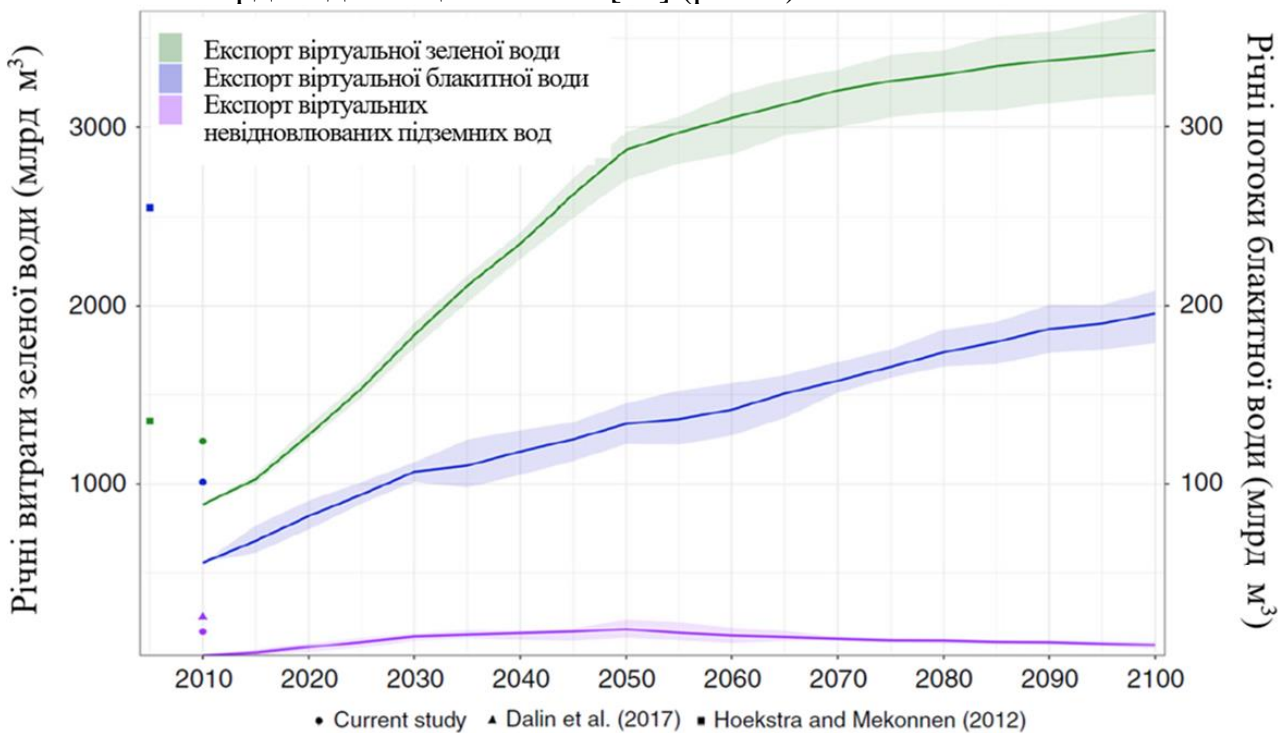
Результати роботи групи дослідників показують [18], що конфлікти щодо транскордонних вод частіше трапляються в країнах, що розвиваються, ніж у розвинених. Розвинені країни вже розробили транскордонні угоди, які в деяких випадках можуть слугувати орієнтирами для країн, що розвиваються. Віртуальна вода може запобігти майбутнім водним конфліктам, зменшуючи попит на воду та водні стреси і забезпечуючи належні умови для переговорів між країнами. Розбудова потенціалу, навчання співробітництву та ведення переговорів є засобами запобігання водним конфліктам.

У найближчі десятиліття вода для виробництва продуктів харчування буде ще важливішою для продовольчої безпеки. Прогнозується, що глобальний попит на продовольство та інші сільськогосподарські продукти збільшиться на 50 % між 2012 і 2050 рр., що зумовлено зростанням населення [16]. Крім того, стрімко зростаючі доходи та урбанізація в більшості країн, які розвиваються, стимулюватимуть дієтичні зміни в бік збільшення споживання продуктів на основі тваринництва, цукру та садівництва, що покладається на культури з вищими потребами у воді [19; 20].

**Мета статті.** Метою статті є визначення впливу наявності внутрішніх поновлюваних водних ресурсів в Україні на формування обсягу ВВП країни, тобто виявлення взаємозв'язку між водним потенціалом країни та її економічним зростанням у майбутньому у зв'язку зі зростанням водомістких технологій у світі й розвитком аграрного сектора.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зростання дефіциту водних ресурсів у ряді країн зумовило масштабний розвиток технологій, спрямованих на мінімізацію споживання води. Альтернативною стратегією таким технологіям є імпорт водомісткої продукції, а саме – сільськогосподарської та промислової, включаючи енергетику. Стратегія імпорту водомісткої продукції будується на концепції «віртуальної води», яку розробив професор Лондонського університету Джон Антоні Аллан у 1993 р. [21]. Учений запропонував формулу, за допомогою якої розраховують кількість води, необхідної для виробництва певного продукту. Під потоками віртуальної води він мав на увазі потоки, пов'язані з вимірюванням об'єму води, втіленої в продукцію і торгівлю продовольчими та іншими споживчими товарами, та розділяв віртуальну воду на так звану синю, яка є поверхневою, або ґрунтовою водою; зелену, яка є дощовою водою, та сіру, яка є водою, забрудненою в процесі виробництва продукції, і яку визначають шляхом обчислення об'єму води, необхідної для розрідження забруднювальних речовин до отримання якості води відповідно до стандартів [22].

У XXI ст. експорт віртуальної зеленої води та віртуальної блакитної води зросте більш ніж утричі – відповідно з 905 та 56 млрд м<sup>3</sup> у 2010 р. до понад 3200 та 170 млрд м<sup>3</sup> до кінця століття [23] (рис. 1).



**Рис. 1. Річні потоки зелених, блакитних та підземних вод у світі, вбудовані в сільськогосподарську торгівлю**

Джерело: [23].

Збільшення обсягів вирощування кукурудзи, пшениці та олійних культур приводить до значного експорту віртуальної зеленої води, який значно зростає до 2100 р. Ці три сільськогосподарські товари становлять найбільшу частку поточного обсягу віртуальної води та найвище співвідношення зеленої і блакитної води, необхідної для виробництва. Нині Африка, Європа та Індія представляють найбільших імпортерів віртуальної зеленої води.

Торгівля віртуальною блакитною водою демонструє значні диспропорції в Китаї, Пакистані, Індії та на Близькому Сході, оскільки доступність води для зрошення тут зменшується, а чисельність населення протягом століття збільшується.

За прогнозами, у 2100 р. по всьому світу Китай буде представляти велике джерело експорту віртуальної води завдяки торгівлі продуктами з пшениці та рису. Цікаво, що Китай у майбутньому переходить від імпортера до експортера завдяки зменшенню темпів зростання населення після 2030 р. Зниження внутрішніх потреб дозволить використовувати всі надлишкові водні ресурси для задоволення міжнародних потреб сільського господарства. Регіони в Африці будуть відчувати майже протилежний ефект, оскільки кількість населення протягом століття швидко зростає, що призведе до збільшення попиту на водні ресурси [23]. США представляють ще одне головне джерело майбутнього експорту віртуальної блакитної води через кукурудзу, волокна та

олійні культури, з відповідним імпортом лише деяких культур (наприклад, фруктів, овочів, горіхів).

Прогнозні розрахунки групи дослідників указують [23] на п'ятикратне збільшення торгівлі віртуальними невідновлюваними підземними водами до середини століття, причому вартість води до кінця століття подвоїться порівняно з 2010 р. У часовому масштабі регіони з дефіцитом води, які нині експортують невідновлювані підземні води, припинять це робити після середини століття, коли зміниться попит і посиляться виснаження підземних вод [23].

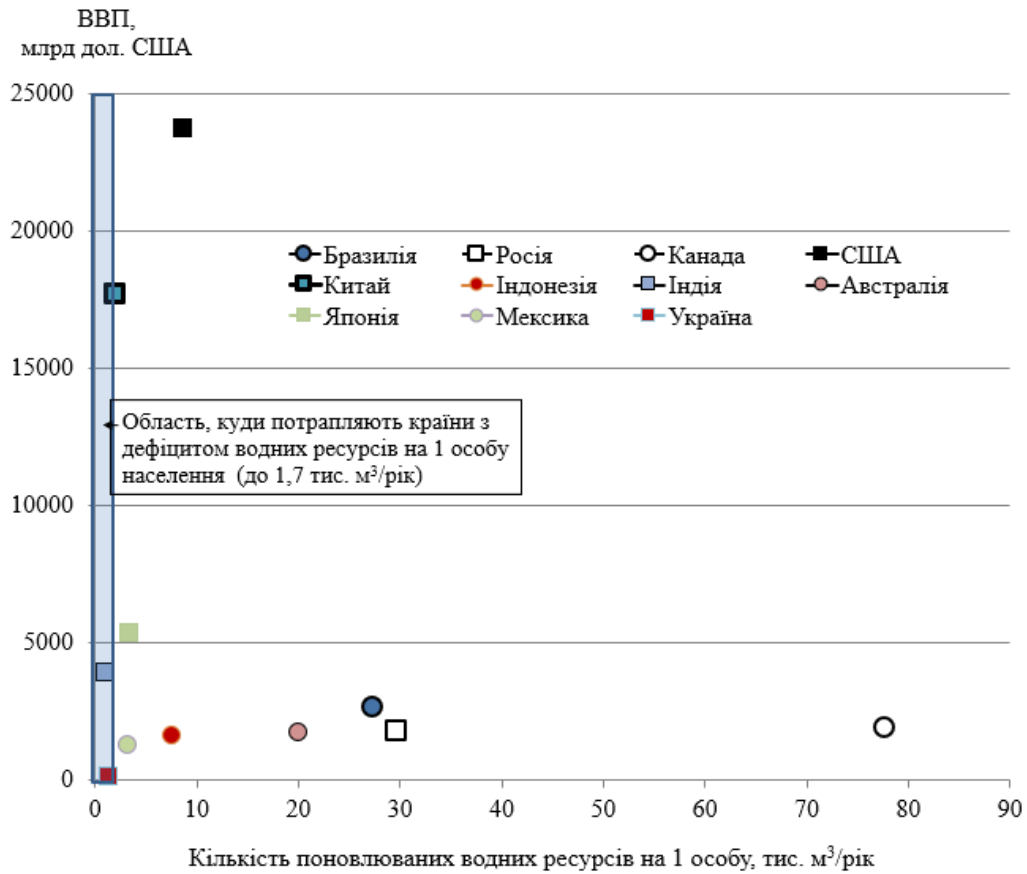
Ще у 2003 р. Х. Янг і співавтори довели [24], що для більшості країн ступінь водозабезпеченості не є значущим чинником, який впливає на міжнародну торгівлю, однак після досягнення певного порогу нестачі води, у країнах починає спостерігатися попит на імпорт зернових, що зростає в міру зменшення водних ресурсів. А вже у 2007 р. дослідники дійшли висновку, що зниження водозабезпеченості є важливим фактором у зростанні чистого імпорту віртуальної води країнами регіону [25]. Таким чином, Х. Янг зі співавторами вказують на наявність динаміки взаємозв'язку між забезпеченістю країни водними ресурсами та її торговельною спеціалізацією. На основі отриманих даних можна припустити, що коридори розвитку держави, які визначають просторовий каркас економічного зростання у світлі глобалізації водних проблем, визначаються наявністю загальної кількості внутрішніх поновлюваних водних ресурсів. Для доведення цього припущення потрібно дослідити взаємозв'язок динаміки ВВП країн та наявності в них водних ресурсів.

В умовах наростаючих світових криз сформувалася багатополярна модель світоустрою. Багатополярність сучасного світу й динамічність розвитку можна прослідкувати за формуванням ВВП країнами світу. Насамперед привертає увагу динаміка розвитку країн, які мають найбільший запас водних ресурсів у світі, а саме: Бразилії, Росії, Канади, США, Китаю, Індії, Японії, тобто країн, які в майбутньому можуть мати найсприятливіші умови для економічного зростання (рис. 2).

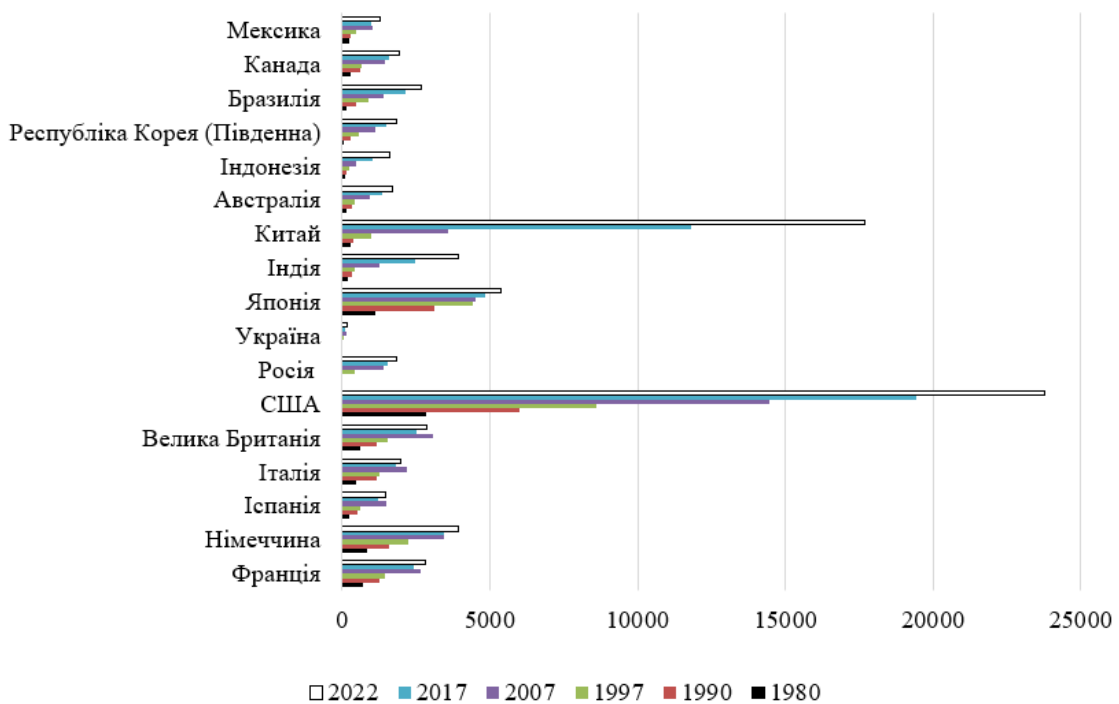
Найбільші запаси внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у світі (станом на 2014–2017 рр.) мають: Бразилія – 5661 км<sup>3</sup>/рік, Росія – 4312 км<sup>3</sup>/рік, Канада – 2850 км<sup>3</sup>/рік, США – 2818 км<sup>3</sup>/рік, Китай – 2813 км<sup>3</sup>/рік, Індонезія – 2019 км<sup>3</sup>/рік, Індія – 1446 км<sup>3</sup>/рік, Австралія – 492 км<sup>3</sup>/рік та Японія – 430 км<sup>3</sup>/рік. Україна має всього 55,1 км<sup>3</sup>/рік загальної кількості внутрішніх поновлюваних водних ресурсів (це дуже мало порівняно з Бразилією), хоча є найбільшим експортером зернових у світі після США та Росії [29], що потребує значних водних ресурсів для зрощення (табл. 1). Тобто можна стверджувати, що так звані країни «БРІК» мають найбільші у світі водні ресурси.

Водночас США, Китай, Японія, Бразилія та Індія мають не тільки найбільші у світі обсяги наявних водних ресурсів, а ще й найбільші обсяги ВВП (рис. 3).





**Рис. 2. Графічне представлення країн з найбільшою наявністю водних ресурсів разом із зіставленням їх рівня ВВП (порівняння з Україною)**  
 Джерело: складено авторами за результатами власних досліджень на основі [16; 26–28].



**Рис. 3. Країни з найбільшим у світі номінальним ВВП, млрд дол. США**  
 Джерело: складено авторами на основі [28].

Але загальні обсяги водних ресурсів не відображають усебічно наявність водоресурсного потенціалу. Головним показником є річковий стік на одну особу. За розрахунками ФАО, у 2017 р. в Україні загальний річковий стік становив 1,24 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу, а в Індії – 1,08 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу, що нижче від мінімального значення – 1,7 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу (за оцінками ООН). Китай і Японія, відповідно, мають показники 1,94 та 3,37 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу. Не дуже велика кількість загального річкового стоку на одну особу і в США – 8,67 тис. м<sup>3</sup>/рік. Водночас цей показник дуже високий у таких країнах, як Бразилія (27,24 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу), Росія (29,63 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу), Канада (77,59 тис. м<sup>3</sup>/рік на одну особу) (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Вихідні дані до кореляційного та регресійного аналізу щодо встановлення залежності між ВВП країн і наявністю в них водних ресурсів**

Країна	Загальна кількість внутрішніх поновлюваних водних ресурсів (10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup> /рік), км <sup>3</sup> /рік (2013–2017 рр.)	Усього поновлюваних водних ресурсів на 1 особу, тис. м <sup>3</sup> /рік (2017 р.)	Загальний водозбір на 1 особу, тис. м <sup>3</sup> /рік (2013–2017 рр.)	Питома вага загального водозбору на 1 особу в наявних водних ресурсах на 1 особу, % (2013–2017 рр.)	Номинальний ВВП, млрд дол. США	
					2017 р.	2022 р.
	X1	X2	X3	X4	GDP2017	GDP2022
Бразилія	5661	27,24	0,316	0,706	2140,94	2676,27
Росія	4312	29,63	0,442	1,4	1560,71	1840,86
Канада	2850	77,59	0,969	1,2	1600,27	1912,81
США	2818	8,67	1,367	14,33	19417,14	23760,33
Китай	2813	1,94	0,411	20,37	11795,30	17706,63
Індонезія	2019	7,63	0,841	10,73	1020,52	1615,56
Індія	1446	1,08	0,568	38,96	2454,46	3935,27
Австралія	492	20,01	0,673	3,28	1359,72	1709,81
Японія	430	3,37	0,638	18,78	4841,22	5368,19
Мексика	409	3,28	0,704	19,36	987,31	1283,97
<i>Україна</i>	<i>55,1</i>	<i>1,24</i>	<i>0,206</i>	<i>5,27</i>	<i>96,93</i>	<i>148,10</i>

*Джерело:* сформовано авторами на основі даних [16; 26–28].

Таким чином, найбільшим водним потенціалом у світі, що в майбутньому може створити найсприятливіші умови для економічного зростання, володіють Бразилія, Росія, Канада, Колумбія, Австралія та деякі інші країни.

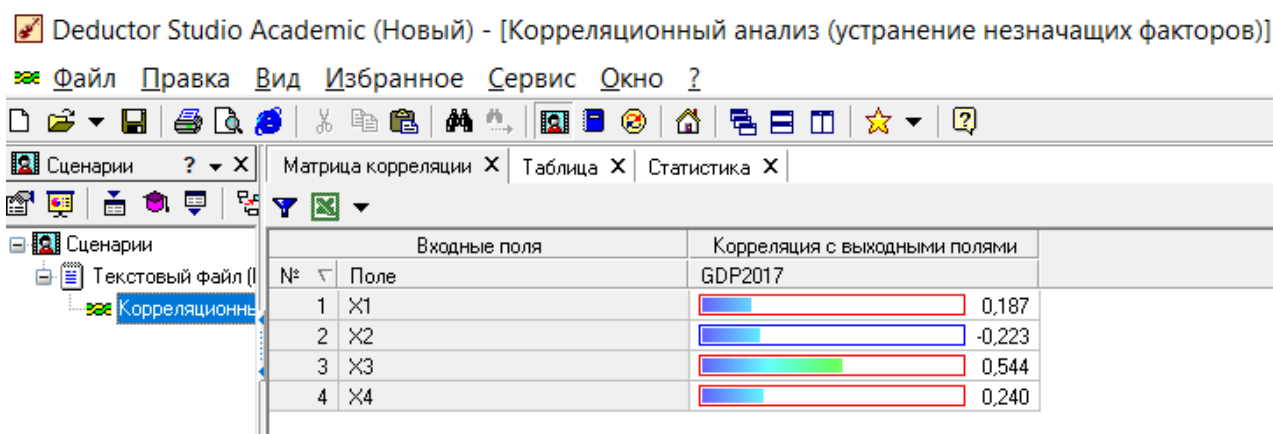
На основі викладеного вище можна стверджувати, що зміна ставлення людства до водного ресурсу сформувала розуміння його обмеженості й можливих глобальних сценаріїв розвитку світу (будемо називати це новим принципом розвитку території «принцип глобальності водних проблем»). Далі йдеться вже про світ водної безпеки та інвестицій у великі водні інфраструктурні схеми як засіб стимулювання національного зростання.

Отже, сформулюємо гіпотезу – чи існує вплив факторів X1, X2, X3, X4 (відповідно: загальна кількість внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у

країні; усього поновлюваних водних ресурсів на одну особу в країні; загальний водозбір на одну особу в країні; питома вага загального водозбору на одну особу у наявних водних ресурсах на одну особу в країні) на номінальний ВВП країни та яка сила такого впливу, якщо його буде виявлено?

За допомогою аналітичної платформи Deductor Studio Academic, інструменту «Кореляційний аналіз» (усунення незначущих факторів) розраховано ступінь впливу кожного фактора X1, X2, X3, X4 на GDP2017 за даними табл. 1.

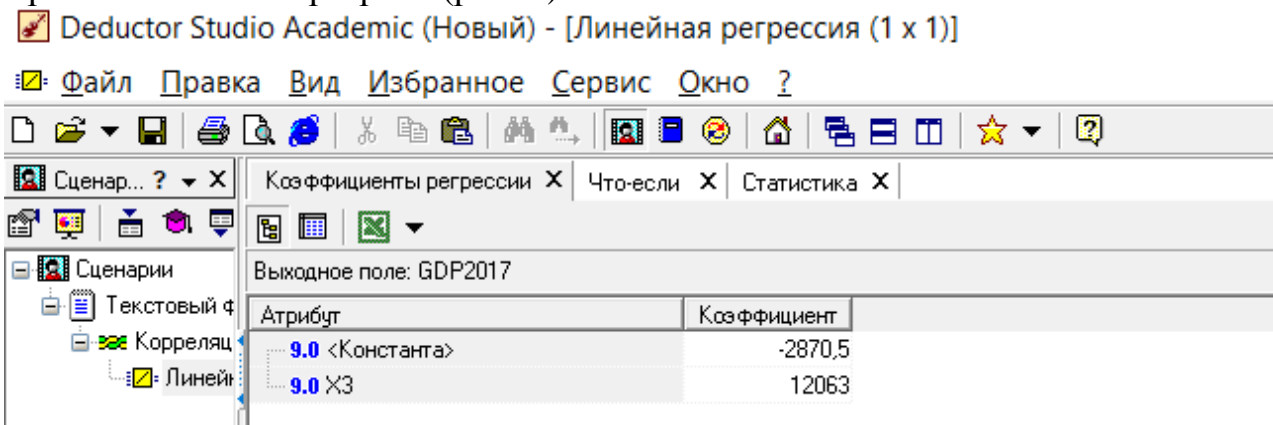
За результатами обробки цим інструментом можна спостерігати помірний зв'язок між вхідним фактором X3 (загальний водозбір на одну особу, тис. м<sup>3</sup>/рік) та рівнем ВВП – коефіцієнт кореляції Пірсона  $r = 0,544$ . Вплив інших факторів X1, X2, X4 на GDP2017 у лінгвістичних термінах можна оцінити як слабкий, тобто як відсутність зв'язку (рис. 4).



**Рис. 4. Кореляційний аналіз (усунення незначущих факторів) з використанням аналітичної платформи Deductor**

*Джерело:* розраховано авторами за результатами власних досліджень.

Таким чином, зв'язок виявлено, його силу оцінено: коефіцієнт кореляції Пірсона  $r = 0,544$ , він характеризує наявність лінійної залежності між двома величинами. За допомогою інструменту «лінійна регресія» оцінено коефіцієнти в рівнянні лінійної регресії (рис. 5).



**Рис. 5. Регресійний аналіз (установлення коефіцієнтів лінійної регресії) з використанням аналітичної платформи Deductor**

*Джерело:* розраховано авторами за результатами власних досліджень.

А рівняння регресії можна подати так:

$$\text{GDP} = - 2870,5 + 12063 \cdot X_3. \quad (1)$$

Якість і надійність представленої регресії визначають за розрахованим коефіцієнтом кореляції Пірсона ( $r = 0,544$ ), а також коефіцієнтом детермінації ( $R^2 = 0,296$ ), який оцінює частку дисперсії (мінливості) залежної змінної, що пояснюється моделлю простої лінійної регресії. Якісна оцінка коефіцієнта детермінації за шкалою Чеддока вказує на те, що сила зв'язку помірна/слабка.

Проведене дослідження підтверджує думки світових учених щодо існування взаємозв'язку між забезпеченістю країн водними ресурсами та їх торговельною спеціалізацією (Х. Янг та ін.).

Визначено, що сама наявність внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у країні не має істотного впливу на формування ВВП країни, але загальний обсяг водозбору на одну особу в країні істотно впливає на ВВП, тобто, після досягнення певного порогу нестачі води у країні дійсно з'являється попит на імпорт зернових, що зростає в міру зменшення водних ресурсів.

Яскравим прикладом підтвердження наших висновків є Індія, яка має як одні з найбільших запасів водних ресурсів, так і один з найвищих рівнів ВВП у світі, а також велику питому вагу загального водозбору на одну особу в наявних водних ресурсах (при великій кількості орних земель) та потребує імпорту віртуальних водних ресурсів у країну. Вагомим фактором, звісно, є те, що з розрахунку на одну особу Індія не має достатньої кількості водних ресурсів і не відповідає мінімальному рівню, визначеному ООН, тому і потребує наразі імпорту віртуальних водних ресурсів. Така ситуація певною мірою характерна і для України, але нині наша країна ще виступає експортером віртуальних водних ресурсів. Відзначимо, що у 2020 р. Україна вперше в історії перевищила 50 % питомої ваги продовольства та сільськогосподарської сировини в структурі українського експорту від загального експортного потоку. Подальше нарощування аграрного потенціалу України може призвести в майбутньому до потреби в імпорті віртуальних водних ресурсів [30].

Наступним прикладом є Китай, який має також одні з найбільших запасів водних ресурсів та один із найвищих рівнів ВВП у світі і велику питому вагу загального водозбору на одну особу в наявних водних ресурсах (при великій кількості орних земель), але з упровадженням водоефективних технологій і регулюванням росту чисельності населення починає виступати вже не імпортером, а експортером віртуальних водних ресурсів.

Таким чином, на основі отриманих фактів та зіставлення зростання економіки з наявністю водного потенціалу території сформульовано та математично доведено закономірність «принципу глобальності водних проблем», а саме: осі (коридори) розвитку території, які визначають разом із полюсами зростання просторовий каркас економічного зростання, у світлі глобалізації водних проблем зумовлені наявністю загальної кількості внутрішніх поновлюваних водних ресурсів.

Установлено, що майже всі території, які мають найбільше економічне

зростання, мають і найбільшу загальну кількість внутрішніх поновлюваних водних ресурсів, тобто ці території характеризуються найбільшими запасами водних ресурсів у світі. Це означає, що вони в найближчому майбутньому зможуть утримувати водомісткі технології і стануть лідерами, які будуть диктувати умови на світових водних ринках, що може також стати загрозою для економічної безпеки України та її регіонів.

Отже, це актуалізує тезу щодо інфраструктурного регулювання та впровадження інноваційних водомістких технологій, оскільки водомісткі технології потребуватимуть значних інфраструктурних проєктів і відповідної якості інфраструктури водного та водопровідно-каналізаційного господарства як основи водоефективної діяльності регіону та країни.

**Висновки.** У дослідженні виявлено, що майже всі території, які мають найбільше економічне зростання, характеризуються найбільшою загальною кількістю внутрішніх поновлюваних водних ресурсів. Тобто в найближчому майбутньому вони зможуть утримувати водомісткі технології й стануть лідерами, які диктуватимуть умови на світових водних ринках, що може також стати загрозою для економічної безпеки України та її регіонів.

Описано й узагальнено знання та динаміку щодо торгівлі віртуальною водою у світі. Відповідно до принципів концепції «віртуальної води», регіони з дефіцитом води і просторовою невідповідністю між водними ресурсами і наявністю орних земель можуть підвищити свою продовольчу безпеку, задовольнивши частину своїх потреб у продуктах харчування шляхом закупівлі сільськогосподарської продукції і скорочення місцевого виробництва продуктів харчування. Визначено, що сама наявність внутрішніх поновлюваних водних ресурсів у країні не має істотного впливу на формування ВВП країни, але загальний обсяг водозбору на одну особу в країні істотно спливає на ВВП, тобто, після досягнення певного порогу нестачі води у країні дійсно формується попит на імпорт зернових, який зростає в міру зменшення водних ресурсів.

У дослідженні обґрунтовано новий принцип розвитку території – «принцип глобальності водних проблем»: зміна ставлення людства до водного ресурсу сформувала розуміння його обмеженості і можливих глобальних сценаріїв розвитку світу. На основі економетричного аналізу математично доведено закономірність «принципу глобальності водних проблем»: осі (коридори) розвитку території, які визначають разом з полюсами зростання просторовий каркас економічного зростання, у світлі глобалізації водних проблем зумовлені наявністю загальної кількості внутрішніх поновлюваних водних ресурсів.

Результати дослідження дозволяють комплексно оцінити ризики аграрної сфери економіки, пов'язані з масштабним використанням водних ресурсів, та прийняти ефективні управлінські рішення щодо розвитку і впровадження водоефективних технологій і в Україні, і у світі. Дослідження актуалізує тезу інфраструктурного регулювання, оскільки водмісткі технології

потребуватимуть значних інфраструктурних проектів і відповідної якості інфраструктури водного та водопровідно-каналізаційного господарства як основи водоефективної діяльності регіону і країни.

Подальші дослідження необхідно спрямувати на вивчення можливості інвестування у великі водні інфраструктурні схеми в Україні як засобу стимулювання національного економічного росту. Водна інфраструктура повинна бути багатопільовою з метою збільшення використання води для всіх видів діяльності: сільського господарства, промисловості, енергетики.

#### **Список використаних джерел**

1. UN World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. Paris: UNESCO, 2012. URL: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012>.
2. Chen W., Kang J.-N., Han M. S. Global environmental inequality: evidence from embodied land and virtual water trade. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 783. 146992. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146992>.
3. Palmer M. A., Liu J., Matthews J. H., Mumba M., D'Odorico P. Manage water in a green way. *Science*. 2015. Vol. 349. Is. 6248. Pp. 584–585. <https://doi.org/10.1126/science.aac7778>.
4. Suweis S., Konar M., Dalin C., Hanasaki N., Rinaldo A., Rodriguez-Iturbe I. Structure and controls of the global virtual water trade network. *Geophysics Research Letters*. 2011. Vol. 38. L10403. <https://doi.org/10.1029/2011GL046837>.
5. Chen G. Q., Li J. S. Virtual water assessment for Macao, China: highlighting the role of external trade. *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 93. Pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.020>.
6. Wang Yu., Zhou Li, Jia Q., Yu W. Water use efficiency of a rice paddy field in Liaohe Delta, Northeast China. *Agricultural Water Management*. 2017. Vol. 187. Pp. 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.03.029>.
7. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., van Oel, P. R. Advancing water footprint assessment research: challenges in monitoring progress towards Sustainable Development Goal 6. *Water*. 2017. Vol. 9. Is. 6. 438. <https://doi.org/10.3390/w9060438>.
8. Wichelns D. Virtual water: a helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. *Water Resources Management*. 2010. Vol. 24. Pp. 2203–2219. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9547-6>.
9. Vörösmarty C. J., McIntyre P. B., Gessner M. O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S. E., Sullivan C. A., Liermann C. R., Davies P. M. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*. 2010. Vol. 467. Pp. 555–561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>.
10. Hoekstra A. Y. Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*. 2009. Vol. 68. Is. 7. Pp. 1963–1974. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.021>.
11. Mekonnen M. M., Hoekstra A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*. 2016. Vol. 2. No. 2. e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

12. Hartmann A., Gleeson T., Wada Yo., Wagener Th. Enhanced groundwater recharge rates and altered recharge sensitivity to climate variability through subsurface heterogeneity. *PNAS*. 2017. Vol. 114. No. 11. Pp. 2842–2847. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614941114>.

13. Dong B., Mao Zh., Brown L., Chen X., Peng Li, Wang J. Irrigation ponds: possibility and potentials for the treatment of drainage water from paddy fields in Zhanghe Irrigation System. *Science in China Series E: Technological Sciences*. 2009. Vol. 52. 3320. <https://doi.org/10.1007/s11431-009-0364-1>.

14. Antonelli M., Tamea S. Food-water security and virtual water trade in the Middle East and North Africa. *International Journal of Water Resources Development*. 2015. Vol. 31. Is. 3. Pp. 326–342. <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1030496>.

15. Fedulova S., Pivovarov O., Khudolei V., Komirna V., Kalynovskyi A. Water infrastructure and economic security of regional socio-economic systems: evidence from Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2020. Vol. 18. Is. 2. Pp. 166–179. [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(2\).2020.15](https://doi.org/10.21511/ppm.18(2).2020.15).

16. Офіційний сайт Продовольчої і сільськогосподарської організації Об'єднаних націй (ФАО). URL: <http://www.fao.org>.

17. UA World Water Development Report 2021: Valuing water. Paris: UNESCO? 2021. URL: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>.

18. Zareie S., Bozorg-Haddad O., Loáiciga H. A. A state-of-the-art review of water diplomacy. *Environment, Development and Sustainability*. 2021. Vol. 23. Pp. 2337–2357. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00677-2>.

19. Ringler C., Zhu T. Water resources and food security. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107. No. 4. Pp. 1533–1538. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0256>.

20. Ritchie H., Roser M. Water use and stress. URL: <https://ourworldindata.org/water-use-stress#citation>.

21. Allan J. A. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits. *Groundwater*. 1998. Vol. 36. Is. 4. Pp. 545–546. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x>.

22. Water Footprint Network. URL: <http://www.waterfootprint.org>.

23. Graham N. T., Hejazi M. I., Kim S. H., Davies E. G. R., Edmonds J. A., Miralles-Wilhelm F. Future changes in the trading of virtual water. *Nature communications*. 2020. Vol. 11. 3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17400-4>.

24. Yang H., Reichert P., Abbaspour K. C., Zehnder A. J. B. A water resources threshold and its implications for food security. *Environmental Science and Technology*. 2003. Vol. 37. Is. 14. Pp. 3048–3054.

25. Yang H., Wang L., Zehnder A. J. B. Water scarcity and food trade in the Southern and Eastern Mediterranean countries. *Food Policy*. 2007. Vol. 32. Is. 5–6. Pp. 585–605. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.11.004>.

26. Яцик А. В., Томільцева А. І., Мокін В. Б. та ін. Екологічні основи управління водними ресурсами. Київ: Інститут екологічного управління та

збалансованого природокористування, 2017. 200 с.

27. Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Волкова Л. А., Пашенюк І. А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління. Київ: Генеза, 2007. 360 с.

28. Офіційний сайт Міжнародного валютного фонду. URL: <http://www.imf.org/external/datamapper/ngdspd@weo/oemdc/advect/weoworld/rus/ukr>.

29. Fedulova S., Dubnytskyi V., Komirna V., Naumenko N. Economic development management in a water-capacious economy. *Problems and Perspectives in Management*. 2019. Vol. 17. Is. 3. Pp. 259–270. [https://doi.org/10.21511/ppm.17\(3\).2019.21](https://doi.org/10.21511/ppm.17(3).2019.21).

30. Fedulova S., Dubnytskyi S., Naumenko N., Komirna V., Melnikova I., Agabekov B. Effective economic growth under conditions of regional water management dependence. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 1. Pp. 22–43. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.2>.

## References

1. UN World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk (2012). Paris, UNESCO, available at: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012>.

2. Chen, W., Kang, J.-N. and Han, M. S. (2021), Global environmental inequality: evidence from embodied land and virtual water trade. *Science of the Total Environment*, vol. 783, 146992. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146992>.

3. Palmer, M. A., Liu, J., Matthews, J. H., Mumba, M. and D'Odorico, P. (2015), Manage water in a green way. *Science*, vol. 349, is. 6248, pp. 584–585. <https://doi.org/10.1126/science.aac7778>.

4. Suweis, S., Konar, M., Dalin, C., Hanasaki, N., Rinaldo, A., Rodriguez-Iturbe, I. (2011), Structure and controls of the global virtual water trade network. *Geophysics Research Letters*, vol. 38, L10403. <https://doi.org/10.1029/2011GL046837>.

5. Chen, G. Q. and Li, J. S. (2015), Virtual water assessment for Macao, China: highlighting the role of external trade. *Journal of Cleaner Production*, vol. 93, pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.020>.

6. Wang, Yu., Zhou, Li, Jia, Q. and Yu, W. (2017), Water use efficiency of a rice paddy field in Liaohe Delta, Northeast China. *Agricultural Water Management*, vol. 187, pp. 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.03.029>.

7. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K. and van Oel, P. R. (2017), Advancing water footprint assessment research: challenges in monitoring progress towards Sustainable Development Goal 6. *Water*, vol. 9, is. 6, 438. <https://doi.org/10.3390/w9060438>.

8. Wichelns, D. (2010), Virtual water: a helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. *Water Resources Management*, vol. 24, pp. 2203–2219. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9547-6>.

9. Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D.,



Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S. E., Sullivan, C. A., Liermann, C. R. and Davies, P. M. (2010), Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, vol. 467, pp. 555–561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>.

10. Hoekstra, A. Y. (2009), Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological economics*, vol. 68, is. 7, pp. 1963–1974. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.021>.

11. Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. (2016), Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, vol. 2, no. 2, e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

12. Hartmann, A., Gleeson, T., Wada, Yo. and Wagener, Th. (2017), Enhanced groundwater recharge rates and altered recharge sensitivity to climate variability through subsurface heterogeneity. *PNAS*, vol. 114, no. 11, pp. 2842–2847. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614941114>.

13. Dong, B., Mao, Zh., Brown, L., Chen, X., Peng, Li and Wang, J. (2009), Irrigation ponds: possibility and potentials for the treatment of drainage water from paddy fields in Zhanghe Irrigation System. *Science in China Series E: Technological Sciences*, vol. 52, 3320. <https://doi.org/10.1007/s11431-009-0364-1>.

14. Antonelli, M. and Tamea, S. (2015), Food-water security and virtual water trade in the Middle East and North Africa. *International Journal of Water Resources Development*, vol. 31, is. 3, pp. 326–342. <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1030496>.

15. Fedulova, S., Pivovarov, O., Khudolei, V., Komirna, V. and Kalynovskyi, A. (2020), Water infrastructure and economic security of regional socio-economic systems: evidence from Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*, vol. 18, is. 2, pp. 166–179. [https://doi.org/10.21511/ppm.18\(2\).2020.15](https://doi.org/10.21511/ppm.18(2).2020.15).

16. Official site of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), available at: <http://www.fao.org>.

17. UA World Water Development Report 2021: Valuing water (2021), Paris, UNESCO, available at: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>.

18. Zareie, S., Bozorg-Haddad, O. and Loáiciga, H. A. (2021), A state-of-the-art review of water diplomacy. *Environment, Development and Sustainability*, vol. 23, pp. 2337–2357. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00677-2>.

19. Ringler, C. and Zhu, T. (2015), Water resources and food security. *Agronomy Journal*, vol. 107, no. 4, pp. 1533–1538. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0256>.

20. Ritchie, H. and Roser, M. (2018), Water use and stress, available at: <https://ourworldindata.org/water-use-stress#citation>.

21. Allan, J. A. (1998), Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits. *Groundwater*, vol. 36, is. 4, pp. 545–546. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x>.

22. Water Footprint Network, available at: <http://www.waterfootprint.org>.

23. Graham, N. T., Hejazi, M. I., Kim, S. H., Davies, E. G. R., Edmonds, J. A. and Miralles-Wilhelm, F. (2020), Future changes in the trading of virtual water. *Nature communications*, vol. 11, 3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17400-4>.

24. Yang, H., Reichert, P., Abbaspour, K. C. and Zehnder, A. J. B. (2003), A water resources threshold and its implications for food security. *Environmental Science and Technology*, vol. 37, is. 14, pp. 3048–3054. <https://doi.org/10.1021/es0263689>.

25. Yang, H., Wang, L. and Zehnder, A. J. B. (2007), Water scarcity and food trade in the Southern and Eastern Mediterranean countries. *Food Policy*, vol. 32, is. 5–6, pp. 585–605. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.11.004>.

26. Yatsyk, A. V., Tomiltseva, A. I., Mokin, V. B. et al. (2017), *Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnymi resursamy* [Ecological bases of water resources management], Institute of Ecological Management and Balanced Environmental Management, Kyiv, Ukraine.

27. Yatsyk, A. V., Hryshchenko, Yu. M., Volkova, L. A. and Pasheniuk, I. A. (2007), *Vodni resursy: vykorystannia, okhorona, vidtvorennia, upravlinnia* [Water resources: use, protection, reproduction, management], Heneza, Kyiv, Ukraine.

28. Nominal GDP. Official site of the International Monetary Fund, available at: <http://www.imf.org/external/datamapper/ngdspd@weo/oemdc/advec/weoworld/rus/ukr>.

29. Fedulova, S., Dubnytskyi, V., Komirna, V. and Naumenko, N. (2019), Economic development management in a water-capacious economy. *Problems and Perspectives in Management*, vol. 17, is. 3, pp. 259–270. [https://doi.org/10.21511/ppm.17\(3\).2019.21](https://doi.org/10.21511/ppm.17(3).2019.21).

30. Fedulova, S., Dubnytskyi, S., Naumenko, N., Komirna, V., Melnikova, I. and Agabekov, B. (2021), Effective economic growth under conditions of regional water management dependence. *Agricultural and Resource Economics*, vol. 7, no. 1, pp. 22–43. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.01.2>.

#### Citation:

*Стиль – ДСТУ:*

Федулова С., Дубницький В., М'ячин В., Юдіна О., Холод О. Оцінка впливу водних ресурсів на економічне зростання країн. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 4. Pp. 200–217. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.11>.

*Style – APA:*

Fedulova, S., Dubnytskyi, V., Myachin, V., Yudina, O. and Kholod, O. (2021), Evaluating the impact of water resources on the economic growth of countries. *Agricultural and Resource Economics*, vol. 7, no. 4, pp. 200–217. <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.11>.