

А. М. Єріна,

доктор економічних наук, професор,

кафедра статистики та демографії,

E-mail: am_yerina@ukr.net;

М. П. Українець,

магістрант,

E-mail: masha.ukrainets@gmail.com;

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Застосування регресійних моделей на панельних даних у регіональному аналізі водоспоживання

Розглянуто структуру та сферу використання регресійних моделей на основі панельних даних. Аналітичні можливості моделі проілюстровано на прикладі водоемності валового регіонального продукту в районі басейну Дніпра. У рамках регресійної моделі оцінено ефекти галузевої спеціалізації водоспоживачів та технічних систем водопостачання. Запропонована методика оцінювання ефектів впливу факторів на водоспоживання і водоемність, вказано на можливість її трансформування відповідно до поточних умов та вимог.

Ключові слова: *регресійна модель, панельні дані, водозабезпеченість, водоспоживання, водоемність.*

Якість життя людини і всі процеси її життєдіяльності значною мірою залежать від наявності та стану водних ресурсів. Прісноводні ресурси забезпечують три найважливіші для людства функції: виробництво продовольства; виробництво енергії та промислової продукції; побутове водоспоживання. Доступ до надійного і незабрудненого джерела прісної води залежить від того, як вода зберігається, розподіляється і використовується.

Зростання чисельності населення планети, урбанізація, зміна стандартів життя і харчових раціонів, інтенсифікація землеробства та створення водозатратних виробництв збільшують навантаження на обмежені ресурси прісної води, а забруднення природних водойм погіршує її якість. За минуле сторіччя обсяги споживання прісної води у світі збільшилися у 6 разів, що удвічі перевищило темпи зростання населення [1; 6]. Відтак, поступово зменшилася водозабезпеченість населення, і в окремих регіонах планети доступні ресурси прісної води виявляються недостатніми для задоволення всіх потреб споживачів. Нестача прісної води стає одним із структурних факторів, які впливають на світовий економічний розвиток, а чиста питна вода набуває рис стратегічного товару [1].

Загострення проблем, пов'язаних зі станом водних ресурсів, змусило світову спільноту визнати розширення доступу до безпечної питної води однією з ключових Цілей сталого розвитку на період до 2030 року (Ціль 6, Clean Water and Sanitation). Серед завдань, які необхідно виконати в рамках зазначеної глобальної Цілі, – поліпшення якості води, підвищення ефективності ви-

користання водних ресурсів та захист пов'язаних з водою екосистем [10]. У контексті цих завдань особливої ваги набуває впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом, у т. ч., за необхідності, – на основі транскордонного співробітництва.

Основним показником водозабезпеченості країни є середньорічний обсяг річкового стоку на одного жителя, що визначається співвідношенням обсягу доступних водних ресурсів (у кубометрах) і чисельності населення. На основі цього показника гідрологами визначений річний пороговий рівень вододефіциту, нижче якого формуються перешкоди для подальшого соціально-економічного розвитку країни. Мінімально необхідна водозабезпеченість для потреб сільського господарства, промисловості, енергетики і зберігання рівноваги навколишнього середовища встановлена на рівні 1700 м³ на одного жителя на рік. Рівень водозабезпеченості в діапазоні 1000–1700 м³ розглядається як стан водного стресу, а нижче 1000 м³ свідчить про дефіцит водних ресурсів [9, с. 25–26].

Згідно з гідрологічною класифікацією, Україна перебуває в стані водного стресу, оскільки водозабезпеченість у середній за водністю рік ледь перевищує 1000 м³ на одного жителя. Це вчетверо менше середньої водозабезпеченості одного жителя Європейського Союзу [2, с. 5]. Серед проблем водозабезпеченості населення України – нерівномірний територіальний розподіл водних ресурсів, їх неощадливе використання, надмірне забруднення води та висока водоемність виробництва.

Упродовж багатьох десятиліть вода в Україні розглядалась і використовувалась лише як господарський ресурс для промислового та сіль-

ськогосподарського виробництва, отримання електроенергії, а також для скидання стічних вод, що зрештою призвело до вичерпання природно-екологічного потенціалу водних ресурсів. На сьогодні водокористування в басейнах усіх річок практично досягло верхньої межі, існує великий дисбаланс між потребами у водних ресурсах і можливостями їх забезпечення як за кількістю, так і за якістю води. Водні ресурси дедалі більше стають головним лімітуючим чинником соціально-економічного розвитку. Ефективне використання, відтворення й охорона водних ресурсів, поліпшення якості води, зменшення водоемності виробництва за рахунок технологічних та економічних заходів у водоспоживанні розглядаються як важливі фактори забезпечення національної безпеки [7].

Значний внесок у вирішення водогосподарських проблем регіонального і глобального рівня здійснюють міжнародні організації – Всесвітня програма ООН з оцінки водних ресурсів (UN World Water Assessment Programme), Всесвітня водна рада (World Water Council), Інститут світових ресурсів (World Resources Institute), інші організації.

Питанням збалансованого водокористування й охорони водних ресурсів у басейнових водогосподарських комплексах України, пошуку шляхів скорочення безповоротних втрат води і зменшення водоемності виробничих процесів присвячені наукові праці великої когорти вітчизняних учених, серед яких: О. Балацький, Н. Закорчевна, В. Мандзик, Л. Мельник, М. Хвесик, І. Шумигай, О. Яроцька, А. Яцик та ін. Разом з тим окремі аспекти водоспоживання потребують більш глибоких досліджень, зокрема регіональної водоемності виробництва і закономірностей її формування.

Мета статті – оцінити ефекти впливу на водоемність валового регіонального продукту (ВРП)

галузевої спеціалізації виробництва та технологічних процесів водопостачання. Об'єктом дослідження обрано вісім областей, територією яких протікає річка Дніпро (Чернігівська, Київська, Черкаська, Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська), та м. Київ. Господарський комплекс у басейні Дніпра протягом останніх десятиліть розвивався без урахування економічних та екологічних наслідків для України. На Дніпрі створено каскад із шести водосховищ, у зв'язку з чим порушилася екологічна рівновага і докорінно змінилися умови водообміну. На території басейну розміщені найбільш водозатратні промислові підприємства, великі міста, об'єкти атомної енергетики та масиви зрошуваних земель. Із Дніпра для потреб господарського комплексу щороку забирається майже 10 млрд м³ і скидається понад 5 млрд м³ недоочищеної води. Надмірне антропогенне навантаження, посилене наслідками Чорнобильської катастрофи, різко знизило якість водоресурсного потенціалу і спричинило кризовий екологічний стан окремих територій басейну [3].

Предметом дослідження є водоемність валового регіонального продукту в межах басейну, основні фактори її формування та шляхи зниження. Водоемність ВРП визначається співвідношенням обсягу води W (в кубометрах), використаної для потреб регіону за певний період, і обсягу валового регіонального продукту Q у вартісному виразі та вимірюється в м³ на 1000 грн у фактичних цінах. Обсяг спожитої води, своєю чергою, залежить від секторальної структури споживачів і водоемності кожного сектору. У статистиці водоспоживання виділяють переважно три сектори: комунально-побутова сфера, сільське господарство і промисловість включно з електроенергетикою (рис. 1).

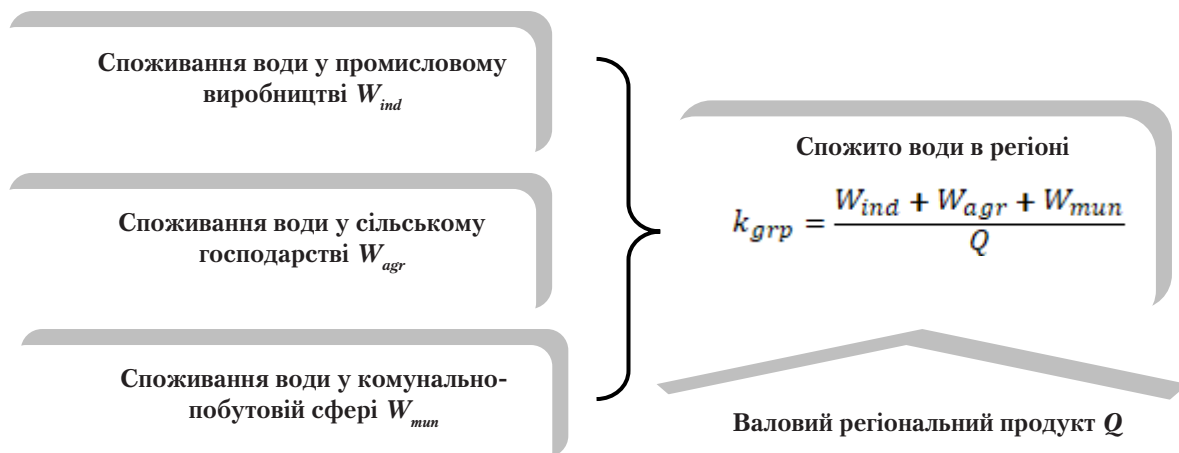


Рис. 1. Логічна формула обчислення показника “водоемність валового регіонального продукту”

У виробничій сфері водоемністю називають кількість води, необхідної для виробництва однієї продукції. Витрати води на виробництво залежать від технологічного процесу, технічного стану обладнання та якості самої води. Наприклад, загальні витрати води сучасного металургійного заводу або комбінату на 1 тону виплавленого чавуну із переробкою його на сталь та прокат досягають 200–250 м³. Найбільшим споживачем води у промисловості є атомна енергетика – АЕС використовують у середньому вдвічі більше води на 1 кВт виробленої електроенергії, ніж ТЕС. У сільському господарстві витрати води залежать від виду сільськогосподарських культур, фізико-географічних умов району; у зрошувальному землеробстві до чинників додаються технічний стан зрошувальних систем і спосіб поливу. Для утворення 1 кг рослинної маси різні рослини в різних умовах використовують від 150–200 до 800–1000 м³ води.

У житлово-комунальній сфері вимірником водоемності є питоме водоспоживання – витрати води для задоволення питних і господарсько-побутових потреб у розрахунку на одного жителя, літрів на добу. Залежно від благоустрою житлового фонду населеного пункту, санітарно-технічного обладнання та кліматичних умов рівень цього показника варіює від 100 до 285 л / добу, у великих містах сягає 500 л / добу.

Інформаційною базою аналізу процесів, пов'язаних з водоспоживанням, слугували статистичні дані Держводгоспу та Держстату України [4, с. 62–99; 8]. Державний облік водоспоживання ведеться з метою систематизації даних про забір та використання вод, скидання зворотних вод та забруднюючих речовин, наявність систем оборотного (або повторно-последовного) водопостачання та їх потужності, а також про діючі системи очищення стічних вод та їхню ефективність.

Оцінювання ефектів впливу на регіональну водоемність галузевої спеціалізації виробництва та технологічних процесів водопостачання здійснено в рамках регресійної моделі на панельних даних. Панельні дані є результатом спостереження об'єктів однієї сукупності протягом певного періоду часу. Масиви панельних даних поєднують у собі як просторові вибірки, так і дані часових рядів, тобто в панельних даних для кожного моменту часу маємо просторову вибірку (*cross-sectional date*) і для кожного об'єкта вибіркової сукупності – часовий ряд (*time-series date*). Комбінація крос-секційних та часових рядів, розширяючи інформаційну базу, дозволяє моделювати процеси, що відбуваються в складних за структурою сукупностях з різними тенденціями розвитку окремих об'єктів. Водночас таке поєднання наділяє масив панельних

даних особливими властивостями, які необхідно враховувати в моделі.

Головна особливість панельних даних – залежність спостережень. Залежними виявляються не лише рівні динамічних рядів, але й ряди в цілому (і просторові, і часові), оскільки належність рівнів до того чи іншого ряду фіксована. Так, залежність між рядами динаміки – це результат просторової варіації, яка певний час зберігається через інерційність процесів. Залежність просторових рядів відображає синхронність динаміки показників за окремими об'єктами, зумовлену спільними умовами розвитку. Ігнорування цих особливостей інформаційної бази моделі може призвести до помилкових висновків.

У разі, коли економічні об'єкти різняться, скажімо, виробничим потенціалом, якістю управління тощо, але індивідуальні особливості кожного з них стабільні протягом періоду спостереження, до такої інформаційної бази застосовують регресійну модель з детермінованими індивідуальними ефектами (*fixed effect model*). Ознакова множина такої моделі доповнюється *dummu*-змінними окремих об'єктів u_j , параметри при цих змінних характеризують індивідуальні ефекти об'єктів [5].

У панельних даних за тривалий період часу можна виявити тенденції розвитку як окремих об'єктів, так і сукупності в цілому. Властивий усім об'єктам тренд функції у враховується в моделі за допомогою змінної часу t . Проте через нерівномірність розвитку окремих об'єктів сукупності поряд зі спільним трендом можуть виявитися істотними індивідуальні тренди. Для їх фільтрації використовують змінні динамічної взаємодії: для факторів – $x_i t$, для об'єктів – $u_j t$. З урахуванням усіх цих особливостей регресійну модель на панельних даних можна записати так:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^m b_i x_i + \sum_{i=1}^m c_i x_i t + \sum_{j=1}^{n-1} a_j u_j + \sum_{j=1}^{n-1} d_j u_j t + f t.$$

Параметри моделі на панельних даних вимірюють:

b_i – чистий, елімінований від взаємозв'язків у рамках моделі, ефект впливу фактора x_i ;

c_i – зміну ефектів впливу b_i у часі;

a_j – різницю між значеннями функції на j -му об'єкті й у цілому по сукупності, зумовлену особливостями розвитку і функціонування об'єкта;

d_j – зміну відмінностей a_j в часі;

f – спільний для всіх об'єктів сукупності тренд результативного показника y , зумовлений впливом неідентифікованих у моделі факторів;

a_0 – вільний член рівняння. Для кожного j -го об'єкта вільний член рівняння дорівнює сумі параметрів ($a_0 + a_j$) і має економічний зміст – вимірює вплив інших, не врахованих у моделі факторів, що визначають специфіку цього об'єкта.

Кожен із параметрів регресійної моделі розглядається як своєрідна міра “очищеного” впливу відповідного фактора x_i на y і називається ефектом впливу. Модель на панельних даних містить дві групи ефектів впливу: одні з них (b_i та c_i) оцінюють вплив включених до моделі факторів та зміну їх впливу в часі, другі (a_j та d_j) оцінюють вплив особливостей окремих об’єктів та зміну їх впливу в часі.

Створений в Україні господарський комплекс потребує значних обсягів води. Задовольняються ці потреби забором води з природних водних дже-

рел (20%) і за рахунок вод, залучених в оборотні та повторно-послідовні системи (80%). Аналіз динаміки забору води з природних водних джерел за 2010–2016 рр. (рис. 2) свідчить про різке його зменшення з 2014 р., що пов’язано, передусім, з анексією Криму та збройним конфліктом на сході країни. У 2016 р. забір води з природних водних об’єктів становив 9907 млн м³, що на третину менше обсягу 2010 р.; на 27% зменшився обсяг використаної свіжої води і на 26% – використаної прісної води (розраховано за даними [4], табл. 4.1).

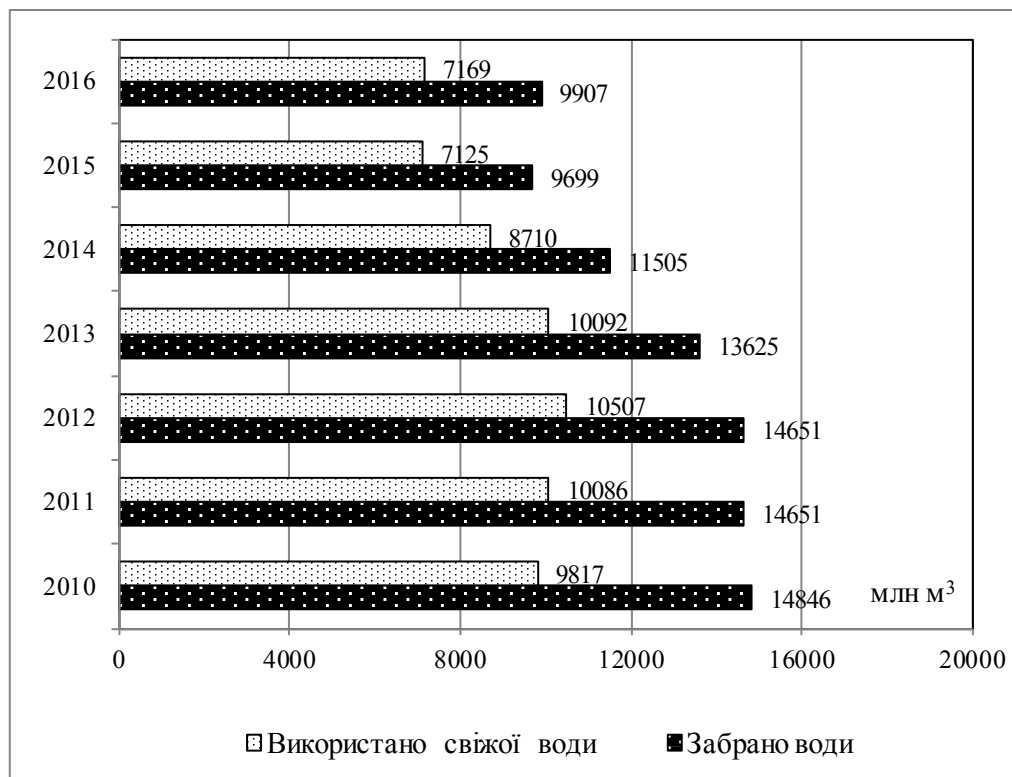


Рис. 2. Динаміка забору води з природних водних джерел і використання свіжої води в Україні за 2010–2016 рр.

За досліджуваний період дещо змінилася секторальна структура споживання свіжої води (рис. 3). Незалежно від динаміки результатів господарської діяльності зростає частка головних водоспоживачів – виробничої сфери і зрошення, водночас зменшилася частка витрат води на питні та санітарно-гігієнічні потреби. Понад 50% використаної у виробничій сфері води припадає на промисловість, тоді як середньосвітовий показник становить 30%, в Європі – 23%. [2, с. 6–7]. Це свідчить про неефективне водоспоживання на підприємствах України, зокрема про значні обсяги безповоротного водоспоживання. До найбільш водоемних галузей промисловості належать електроенергетика, металургія, нафтохімія і деревооброблення.

Промислові підприємства різняться за технологічними процесами і використовують різні системи технічного водопостачання: прямиоточну, оборотну, повторну, послідовну або комбіновану. У галузях, які вимагають використання значних обсягів води, ефективними є системи оборотного виробничого водопостачання із замкнутими циклами. Система такого типу забезпечує багаторазове використання води в технологічному процесі, повністю виключаючи скидання промислових стічних вод у водойми або міську каналізацію. На добре обладнаних підприємствах частка оборотного водопостачання сягає 90%. В Україні у 2016 р. економія забору свіжої води за рахунок оборотного водоспоживання становила 39 619 млн м³ ([4], табл. 4.13).

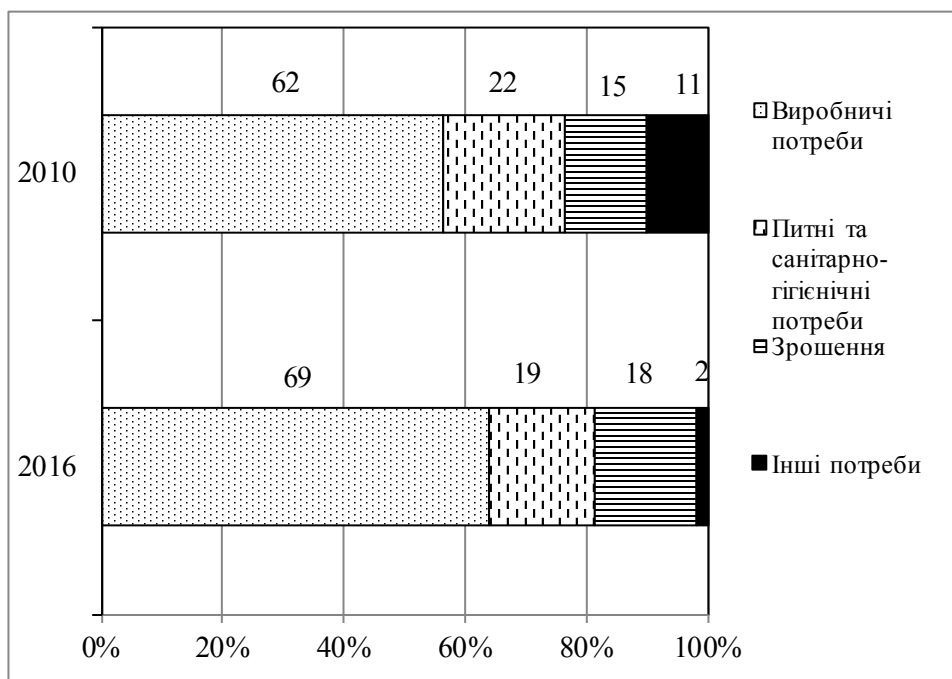


Рис. 3. Структура споживання свіжої води в Україні у 2010 і 2016 роках

Обсяги оборотного водопостачання корелюють із загальним водовідведенням і потужністю очисних споруд, у досліджуваній сукупності об'єктів парні коефіцієнти кореляції становлять 0,71 і 0,53, відповідно.

У розрізі адміністративно-територіальних одиниць басейну Дніпра спостерігається значна варіація водоемності валового регіонального продукту (рис. 4), пов'язана з різним потенціалом

промислового виробництва, відмінністю систем технічного водопостачання на промислових підприємствах, обсягів використання свіжої води у сільськогосподарському водопостачанні та комунальному господарстві, відсутністю в ряді регіонів сучасних систем водопостачання, що супроводжується значними втратами води, високою водоемністю окремих виробництв [8].

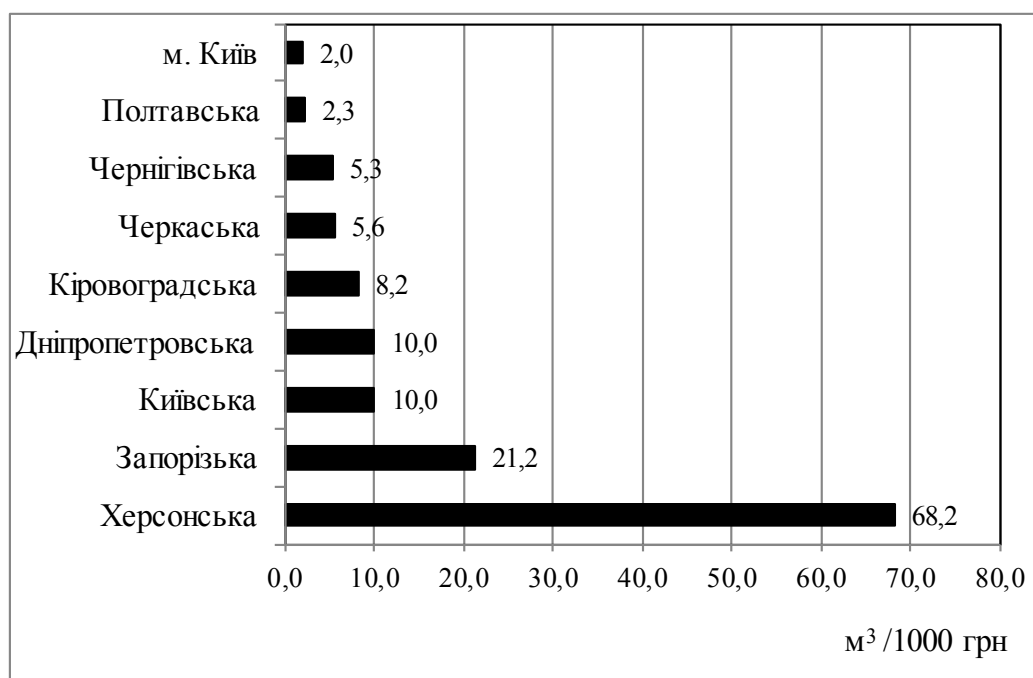


Рис. 4. Водоемність валового регіонального продукту у 2016 р.

За рівнем водоемності ВРП лідирує Херсонська область. Високий рівень водоемності (68,2 м³ / 1000 грн) зумовлений безповоротним забором води для зрошення і втратами води через застарілу зрошувальну інфраструктуру, фізичну зношеність насосних станцій, каналів і трубопроводних мереж. Системи зрошення області потребують проведення термінових заходів з модернізації та реконструкції.

У Запорізькій області водоемність ВРП на рівні 21,2 м³ / 1000 грн зумовлена, переважно, значними потужностями енергетичної галузі, в Дніпропетровській області (10,0 м³ / 1000 грн) – наявністю потужного металургійного комплексу.

Отже, водоемність ВРП значною мірою залежить від галузевої спеціалізації регіону, наявності систем оборотного водопостачання, обсягів водовідведення і потужності очисних споруд. Оцінювання ефектів впливу на водоемність ВРП перелічених факторів здійснено в рамках регресійної моделі на панельних даних. Інформаційний масив сформовано за даними 8 областей та м. Києва за 5 років (2012–2016 рр.). До ознакового простору моделі включені такі фактори: x_1 – обсяг оборотної та повторно-послідовної використаної води, млн м³; x_2 – забір води з природних водних об'єктів, млн м³; x_3 – загальне водовідведення, млн м³; x_4 – потужність очисних споруд, млн м³. Для оцінки тенденцій ефектів впливу кожного з цих факторів введені змінні динамічної взаємодії

$x_j t$. Чотири нетипові (аномальні) регіони з найбільшими обсягами спожитої води (Дніпропетровська, Запорізька, Київська і Херсонська) були представлені в моделі думму-змінними u_j , а їх індивідуальні тренди – змінними динамічної взаємодії $u_j t$. Включено до моделі також t – загальний тренд водоемності ВРП.

Параметри моделі визначалися за процедурами модуля *Multiply Regression* пакету *Statistica*. Значення параметрів моделі наведено в табл. 1. Істотними виявилися ефекти впливу усіх включених до моделі факторів b_j . Судячи зі значень β -коефіцієнтів, найбільший вплив на зменшення водоемності ВРП справляє обсяг оборотної та повторно-послідовної використаної води. Ефекти впливу водовідведення і потужності очисних споруд менш помітні. Зі зростанням обсягів забору води з природних водних об'єктів водоемність ВРП зростає. Істотність параметрів при думму-змінних a_j підтверджує певну специфіку водоспоживання в областях з високим рівнем водоемності (крім Київської). Істотним з імовірністю 0,93 виявився параметр загального тренда водоемності ВРП, що свідчить про наявну тенденцію зменшення регіональної водоемності за рахунок інших, не включених до моделі факторів. Про адекватність регресійної моделі реальному процесу водоспоживання в басейні Дніпра свідчить коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,997$, а також значення критерія Дарбіна – Ватсона $D-W = 1,96$.

Таблиця 1

Параметри регресійної моделі водоемності ВРП у басейні Дніпра

Regression Summary for Dependent Variable: VAR1 $R = ,998$; $RI = ,997$. Adjusted $RI = ,996$ $F(8,36) = 1523,5$; $p < 0,0000$. Std. Error of estimate: 1,2192						
N=45	β	St. Err. of β	b	Std. Err. of b	t (36)	p -value
Intercept			6,347	0,529	11,997	0,000
x_1	-0,355	0,082	-0,002	0,001	-4,337	0,000
x_2	0,591	0,096	0,023	0,004	6,127	0,000
x_3	-0,264	0,081	-0,014	0,004	-3,238	0,003
x_4	-0,196	0,022	-0,013	0,002	-8,917	0,000
u_1	0,181	0,053	11,555	3,386	3,412	0,002
u_2	0,457	0,078	29,214	4,971	5,877	0,000
u_3	0,564	0,077	36,034	4,948	7,282	0,000
t	-0,034	0,018	-0,010	0,005	-1,860	0,071

Фактори, ефекти впливу яких виявилися істотними, різняться за напрямом впливу: оборотне водоспоживання, водовідведення і потужність очисних споруд сприяють зменшенню водоемності ВРП, а зі збільшенням обсягу забору води з природних водних аналізований показник зростає.

Коефіцієнти регресії b_j інтерпретуються традиційно як чисті ефекти впливу включених до моделі факторів. Істотність параметрів a_1 та a_2 під-

тверджують нетиповість регіонів, представлених у моделі думму-змінними. За рахунок специфічних умов господарювання рівень водоемності у Дніпропетровській області вищий за середній за сукупністю на 11,55 м³ / грн, у Запорізькій – на 29,21 м³ / грн, у Херсонській – на 36,03 м³ / грн. Параметри при змінних динамічної взаємодії виявилися неістотними, тобто вплив включених до моделі факторів за період 2012–2016 рр. не змінився.

Перспективним напрямом ефективного використання водних ресурсів слід визнати зменшення водоемності виробництва. Україна, незважаючи на стан водного стресу за рівнем забезпеченості водою, відзначається надмірним водоспоживанням. Водоемність валового національного продукту в 3–7 разів перевищує аналогічний показник у європейських країнах [11]. Задекларований Україною вектор європейського розвитку вимагає відповідних реформ в усіх сферах діяльності. Не є винятком і сфера водокористування. Процеси водокористування повинні відповідати нормативам і стандартам ЄС, а показники, розраховані на основі вітчизняної статистичної інформації, повинні бути порівнянними з показниками ЄС, а також мати стимулювальний характер щодо водозбереження.

До числа найважливіших заходів такого плану належать: економне витрачання води на вироб-

ничі й побутові потреби; зменшення безповоротних втрат; оптимізація зрошувальних і поливних норм; запровадження систем багаторазового використання води, враховуючи, що спорудження водооборотних систем у 10 разів дешевше, ніж будівництво очисних установок відповідної потужності. Нарешті, необхідно забезпечити стабільну фінансову підтримку водного сектору, встановити економічно обґрунтовані ціни на воду, залучати інвестиції.

Подальші дослідження в окресленому напрямі повинні мати як теоретико-методичний, так і прикладний характер. Пропонована методика оцінювання ефектів впливу факторів на водоспоживання і водоемність є відкритою за своїм змістом і наповненням, а отже, може трансформуватися відповідно до поточних умов та вимог. Нині актуалізується оцінка ролі факторів, які спроможні стимулювати споживачів до водозбереження.

Список використаних джерел

1. FAO. 2016. AQUASTAT Main Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>
2. Вода як інструмент концепції більш чистого виробництва: метод. посіб. для оцінки водокористування на підприємствах / розроб. Т. В. Князькова. Київ: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2016. URL: http://www.respc.org/wp-content/uploads/2018/02/Methodichka_Water.pdf
3. Дніпро вже не гуде, а стогне і вмирає. URL: <http://argumentua.com/stati/obshchestvo/bezopasnost?page=4>
4. Довкілля України. 2016: стат зб. / Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm
5. Єріна А. М., Єрін Д. Л. Статистичне моделювання та прогнозування: підруч. Київ: КНЕУ, 2014. С. 264–280.
6. Лихачова А. Б. Проблема пресной воды как структурный фактор мировой экономики // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2013. Т. 17, № 3. С. 497–524.
7. Рациональне використання водних ресурсів як фактор забезпечення національної безпеки України: мат. VII Пленуму Співки економістів України та Всеукраїнської наук.-практ. конф. Київ, 2012. URL: <http://seu.org.ua/wp-content/uploads/2013/12/voda.pdf>
8. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2016 році. URL: <https://menr.gov.ua/news/31778.html>
9. Фридман А. А. Модели экономического управления водными ресурсами. Москва: Изд. дом ВШЕ, 2012. 274 с.
10. Цілі Сталого Розвитку: Україна. URL: www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku.../tsili-staloho-rozvytku
11. Яроцька О. В. Тарифи за спецкористування у промисловому виробництві повинні стимулювати до водозбереження. URL: ecos.kiev.ua/news/view/304

References

1. FAO. (2016). AQUASTAT Main Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *fao.org*. Retrieved from <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html> [in English].
2. *Voda yak instrument kontseptsii bilsh chystoho vyrobnytstva*. (2016). [Water as a tool for the concept of cleaner production]. Kyiv: Tsentr resursoefektyvnoho ta chystoho vyrobnytstva. Retrieved from http://www.respc.org/wp-content/uploads/2018/02/Methodichka_Water.pdf [in Ukrainian].
3. Dnipro vzhe ne hude, a stohne i vmyraie. (2017). [The Dnipro no longer buzzing, but moans and dies]. *Argumentua.com*. Retrieved from <http://argumentua.com/stati/obshchestvo/bezopasnost?page=4> [in Ukrainian].
4. Dovkillia Ukrainy. 2016: stat. zb. [Environment of Ukraine 2016: Statistical Yearbook]. (2017). *ukrstst.gov.ua*. Retrieved from https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publnav_ser_u.htm [in Ukrainian].
5. Yerina, A. M., & Yerin, D. L. (2014). *Statystychne modeliuвання ta prohnozuvannya [Statistical modeling and forecasting]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].

6. Likhachova, A. B. (2013). Problema presnoi vody kak strukturnyi faktor mirovoi ekonomiki [The problem of fresh water as a structural factor in the global economy]. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki – Economic Journal of the Higher School of Economics*. Vol. 17, 3, 497–524 [in Russian].

7. Ratsionalne vykorystannia vodnykh resursiv yak faktor zabezpechennia natsionalnoi bezpeky Ukrainy. (2012). [Proceedings from Rational use of water resources as a factor for ensuring Ukraine's national security]: VII Plenum Spilky ekonomistiv Ukrainy ta Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia – 7-th Plenum of the Union of Economists of Ukraine and All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. Retrieved from <https://seu.org.ua/wp-content/uploads/2013/12/voda.pdf> [in Ukrainian].

8. Rehionalni dopovidi pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha u 2016 rotsi. (2017). [Regional reports on the state of the environment in 2016]. *menr.gov.ua*. Retrieved from <https://menr.gov.ua/news/31778.html> [in Ukrainian].

9. Fridman, A. A. (2012). *Modeli ekonomicheskogo upravleniia vodnymi resursami [Models of economic water management]*. Moscow: Izdatelskii dom Vysshei shkoly ekonomiki [in Russian].

10. Tsili Staloho Rozvytku: Ukraina [Sustainable Development Goals: Ukraine]. *un.org.ua*. Retrieved from www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku.../tsili-staloho-rozvytku [in Ukrainian].

11. Yarotska, O. V. (2016). Taryfy za spetskorystuvannia u promyslovomu vyrobnytstvi povynni stymuliuvaty do vodozberezhennia [Tariffs for special use in industrial production should stimulate water conservation]. *ecos.kiev.ua*. Retrieved from <https://ecos.kiev.ua/news/view/304> [in Ukrainian].

A. M. Ерина,

*доктор экономических наук, профессор,
кафедра статистики и демографии;*

М. П. Украинец,

магистрант;

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Применение регрессионных моделей на панельных данных в региональном анализе водопотребления

Рассмотрен структура и сфера использования регрессионных моделей на основе панельных данных. Аналитические возможности модели проиллюстрированы на примере водоемкости валового регионального продукта в районе бассейна Днепра. В рамках регрессионной модели оценены эффекты отраслевой специализации водопотребителей и технических систем водоснабжения. Предложена методика оценки эффектов влияния факторов на водопотребление и водоемкость, указана возможность ее трансформации в соответствии с текущими условиями и требованиями.

Ключевые слова: *регрессионная модель, панельные данные, водообеспеченность, водопотребление, водоемкость.*

A. M. Yerina,

*DSc in Economics, Professor,
Department of Statistics and Demography;*

M. P. Ukrainets,

Master Student;

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Application of Regression Models on Panel Data in the Regional Analysis of Water Consumption

Water is a core component of the nature environment. The problem of good quality water supply to the humans has been aggravating because the available resources of fresh water in some regions of the planet proved to be insufficient for satisfying all the consumer needs. Lack of fresh water has been a structural factor affecting the global economic development, with drinking water acquiring the characteristics of a strategic commodity. These circumstances raise the importance of solutions on saving fresh water resources and ways of their rational use from the local level to the global one.

The article contains a description of the current situation with water supply and water consumption in Ukraine. As regards water supply, Ukraine, according to the hydrological classification, is undergoing water stress, in parallel with extra water consumption and high water intensity in the domestic production sector.

The subject of the study is water intensity of the gross domestic product, its main factors and ways of reduction. The object of the study is seven Ukrainian regions across which the river Dnieper flows, and the city of Kyiv. A significant variation of water intensity is observed in administrative and territorial units located

in the Dnieper basin, which is caused by the varying industrial capacities, varying systems of technical water supply at industrial enterprises, and varying scopes of fresh water use in water supply for agricultural and utility needs, lack of advanced systems for water supply in some of the regions, which causes large losses of water and high water intensity in some production facilities.

The impact from the above mentioned factors on the regional water intensity is assessed by the regression model on panel data. The specific conditions of the business operation in some regions of the Dnieper basin are represented in the model by dummy variables. By the model of water intensity of GDP, the largest one is the impact from industrial specialization of a region (especially Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, Kyiv and Kherson regions), the existence of water recycling systems at industrial enterprises, scopes of water drainage and capacities of sewage treatment plants.

Effective use, rehabilitation and protection of water resources, improvement of water quality, and reduction of water intensity in the production facilities through taking technological and economic measures in water consumption are considered as important factors of the national security.

Key words: *regression model, panel data, water availability, water consumption, water intensity.*

Бібліографічний опис для цитування:

Єріна А. М., Українець М. П. Застосування регресійних моделей на панельних даних у регіональному аналізі водоспоживання // Статистика України. 2018. № 3. С. 6–14.