Назва роботи: «Урбогенний характер створення дефіциту водних ресурсів в регіональному розрізі»

Шифр «Крапля води»

Зміст

[Вступ 3](#_Toc32245774)

[1 Визначення та розрахунок Індексу «екологічної урбанізації» за регіонами України 5](#_Toc32245775)

[1.1 Вплив урбанізаційних процесів на природні водні об´єкти 5](#_Toc32245776)

[1.2 Визначення індексу урбогенного навантаження на територію регіонів України 7](#_Toc32245777)

[2 Визначення коефіцієнта дефіциту водних ресурсів регіонів та залежності від параметрів урбанізації 13](#_Toc32245778)

[2.1 Дослідження динаміки водоспоживання та водовідведення відповідно чиннику урбанізації 13](#_Toc32245779)

[2.2 Визначення коефіцієнту дефіциту водних ресурсів для регіонів України 15](#_Toc32245780)

[2.3 Кореляції рівня використання свіжої води з коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з 18](#_Toc32245781)

[2.4 Кореляції рівня урбогенного навантаження території з коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з  за регіонами 20](#_Toc32245782)

[Висновки 24](#_Toc32245783)

[Список використаних джерел 28](#_Toc32245784)

# Вступ

**Актуальність роботи.**

Раціональне використання водних ресурсів є необхідною умовою сталого розвитку держави або окремого регіону. Україна є ресурсною експортно-орієнтованою країною, а її економіка – однієї з найбільш енергоємних у світі. Сировинний характер розвитку виробництва зберігається в більшості регіонів, що значно збільшує антропогенне навантаження на навколишнє середовище і особливо позначається на природних водних об´єктах. Водогосподарські і гідроекологічні проблеми поглиблюються природним дефіцитом водних ресурсів, їх нерівномірним розподілом по території країни та в часі.

Урбанізаційні процеси здійснюють комплексний вплив на водні ресурси не тільки поряд з містами, але й далеко за межами селітебних територій. Формування урбогенних зон під впливом господарської діяльності призвело до територіальної диференціації масштабів навантаження на довкілля та формуванню неоднорідних за екологічним станом водних та наземних екосистем. Глобальна урбанізація і деградація природного середовища обумовлює стрімке зниження якості та кількості водних ресурсів, що обмежує їх придатність до використання.

Таким чином, дослідження складних багатоелементних зв`язків між урбанізацією та показниками незбалансованості водокористування **актуальні** для досягнення сталого розвитку міст, регіонів та збереження їх природного водноресурсного потенціалу.

**Мета дослідження** – визначення кількісного показника дефіциту водних ресурсів за регіонами країни та встановлення характеру його залежності від показників урбанізації.

Для досягнення означеної мети поставлені наступні **завдання:**

1. Провести аналіз впливу урбанізаційних процесів на поверхневі та підземні джерела води.
2. Оцінити ступінь урбогенної насиченості регіонів України методом індексної оцінки.
3. Оцінити динамічні показники водокористування в залежності від демографічних змін в Україні.
4. Дослідити створення дефіциту води та оцінити регіональні особливості відповідного показнику при використанні територіальних водних ресурсів.
5. Провести аналіз рівня використання населенням свіжої води відповідно дефіциту води за регіонами.
6. Провести аналіз співвідношення показників дефіциту води та індексу урбанізації в регіональному розрізі.

**Методика дослідження**. Використані методи аналізу, синтезу і узагальнення, метод статистичного оброблення даних, метод індексної оцінки. Аналітичні методи базувалися на стандартизації або нормалізації показників за алгоритмом, представленим в роботі [1] і визначенні розмірів відхилення від середнього, чи на визначенні вагових коефіцієнтів. Застосовані вагові коефіцієнти в адитивній формі [2]. Розрахунки та нормалізація статистичних даних проведений із застосуванням бібліотеки Панда пакету Python, серія DataFrame, версія v0.22.0 (December 29, 2017) [3]. Графічний аналіз проводився із застосуванням програмного забезпечення MS Office Excel. Також використано функцію – лінія тренду на діаграмах, яка відповідає достовірності апроксимації статистичних даних рівнянням регресії.

# 1 Визначення та розрахунок Індексу «екологічної урбанізації» за регіонами України

## 1.1 Вплив урбанізаційних процесів на природні водні об´єкти

Урбанізація є невід’ємною рисою сучасної цивілізації і обумовлює пагубні зміни навколишнього природного середовища. Антропогенний вплив на елементи довкілля полягає в складних та неоднозначних процесах та явищах, які змінюють межі сталості природних екосистем та біосфери в цілому. Активний прояв техногенезу пов’язаний з високим рівнем урбанізації території України, загальна площа міст і селищ становить 19 тис. км2 або 3 % площі території держави із зосередженням в них близько 70 % населення. Динамічні демографічні зміни віддзеркалюють особливості постіндустріального розвитку країни, але повністю їх не ототожнюють. Процес урбанізації охоплює взаємопов'язані аспекти економічної, соціальної, виробничої діяльності людини. Промисловість, об´єкти енергетики та транспорту безпосередньо впливають як на міське середовище, так й на стан прилеглих територій.

Деградація природних ландшафтів, зміни гідрологічних циклів поширюються далеко за межі міських поселень. Природні процеси на територіях урбогенного навантаження суттєво змінені. Як наслідок, в містах і міських агломераціях зініціюються такі негативні процеси, як підтоплення, карст, просідання ґрунтів, паводки, урагани, ефтрофікація водних об’єктів , повені; інші геодинамічні процеси.

Гідрологічна роль міст значна, особливо із врахуванням їх швидкого зростання, та заключається в тому, що зайнята містами територія характеризується екстремальним станом непроникної поверхні (асфальт, дахи будівель, інше). В містах частка проникної поверхні набагато нижче, ніж на природних ґрунтах. Тож, поверхневий стік з території міст великий, а живлення підземних вод незначне. Зміни водного балансу на урбанізованих територіях супроводжується погіршенням якості вод і збільшенням їх агресивності. Сукупний вплив урбанізованих територій на поверхневі та підземні водні об´єкти представлені на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 – Схема впливів чинників урбанізованих територій на поверхневі та підземні водні об´єкти (складене автором на основі [4, 5])

Урбанізація змінює структуру землекористування, збільшує масштаби крапкових і дифузних джерел забруднення, розширює площі непроникної поверхні, що в підсумку шкодить як водним, так і наземним екосистемам, підриває стійкість території в цілому. Урбанізовані території інтенсивно впливають на природні водні об´єкти через наступні фактори:

* зміни гідрологічного режиму водних об’єктів та водотоків;
* зміни водного балансу через надмірне споживання різними господарськими галузями;
* зміни водного балансу через антропогенні зміни клімату, при яких міста виділяються як «острова спеки»;
* зміни гідрохімічного режиму через скидання промислових, господарсько-побутових, зливових стічних вод;
* забруднення ґрунтових вод в районах водозбірних басейнів, внаслідок дифузійної природи взаємодії між стоком і ландшафтом.

## 1.2 Визначення індексу урбогенного навантаження на територію регіонів України

Водні об’єкти є важливим середоутворюючим фактором, який підтримує екологічний стан міського середовища, є джерелом питного водопостачання та місцем рекреації і відпочинку городян. В умовах урбанізації водні об’єкти піддаються все більш зростаючому антропогенному навантаженню, кількісним показником в такому разі виступає площа непроникної поверхні, яка не бере участь у природному кругообігу, що порушує режим водного стоку [1] і викликає гідрологічні та геологічні небезпечні явища. Розширення таких територій в межах міст і міських агломерацій пов'язане перш за все з транспортною інфраструктурою, будівництвом та змінами характеру землекористування.

В роботі прийняте допущення, що вся територія міста є непроникною, оскільки навіть міські зелені зони, в переважній більшості, відносяться до штучно створених систем, в яких природні процеси змінені та підпорядковані антропогенній діяльності. Тож, частка території, зайнятої містами, по відношенню до загальної території регіону відображає рівень урбогенного навантаження та може виступати в якості кількісного показника екологічної (чи просторової) урбанізації.

Екологічна урбанізація – це деградація і виснаження природних ресурсів, ландшафтні втрати, зміни природних циклів, інші негативні процеси і явища, які поширюються далеко за межі міських поселень та визначають ступінь перетворення природних систем під тиском урбогенно-техногенних впливів.

Крім просторового чинника для оцінювання рівнів урбогенного навантаження має значення фактор щільності міського населення, який безпосередньо впливає на інтенсивність використання природно-ресурсного потенціалу території, особливо водних ресурсів.

Тому в роботі на основі статистичних даних [6,7] розраховані та нормалізовані значення двох показників урбогенності областей України (представлені в табл. 1.1):

* показник співвідношення урбанізованої та незайнятої міськими населеними пунктами територій за регіонами –

Surb, (тис.км²/ тис. км²)‧10-2;

* показник щільності міського населення регіону –

ρpop.urb, (тис.люд./тис. км²) х 10-4.

Для коректного аналізу показників в межах від 0 до 1, їх значення були нормалізовані із застосуванням бібліотеки Панда пакету Python [3].

Для позитивного показника:

 (1.1)

Для негативного показника:

 , (1.2)

Для оцінки рівня екологічної урбанізації регіонів країни запропонований комплексний показник урбогенного навантаження території – індекс екологічної урбанізації, розрахований на основі показників щільності урбанізованого населення (**ρpop.urb**) та частки території, зайнятої міськими населеними пунктами (**Surb**). У адитивній формі індекс (Іec.urb) розраховується як лінійна комбінація двох показників, взятих з певними ваговими коефіцієнтами [2]:

, (1.3)

де:

 – інтегральний показник екологічної урбанізації території, визначається як Іec.urb j-го регіону України;

‒ k-й показник урбанізації j-го регіону,

*k* – вихідний показник, (*k1 =* **ρpop.urb**) та (*k2* **= Surb**), приведений до єдиного масштабу (нормований), який входять в індекс : *k1 =* (**Surb**)н, *k2 =* (**ρpop.urb**)н;

 ‒ ваговий коефіцієнт за умову 1.

Таблиця 1.1 – Розраховані та нормалізовані показники урбогенності регіонів України (на основі статистичних даних [6,7])

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Область | Показник **Surb**  | Показник **ρpop.urb** | Показ-ник Іec.urb |
| розрахо-ване значення | нормалізоване значення | розрахо-ване значення | нормалізо-ване значення |
| 1 | Вінницька | 1,23 | 0,05 | 2,47 | 0,80 | 0,425 |
| 2 | Волинська | 0,89 | 0 | 3,03 | 1,0 | 0,500 |
| 3 | Дніпропетровська | 4,29 | 0,47 | 1,96 | 0,62 | 0,540 |
| 4 | Донецька | 8,15 | 1 | 1,75 | 0,55 | 0,775 |
| 5 | Житомирська | 1,80 | 0,13 | 1,35 | 0,40 | 0,265 |
| 6 | Закарпатська | 1,88 | 0,14 | 1,10 | 0,32 | 0,230 |
| 7 | Запорізька | 2,52 | 0,22 | 1,59 | 0,49 | 0,355 |
| 8 | Івано-Франківська | 6,56 | 0,78 | 0,66 | 0,16 | 0,470 |
| 9 | Київська | 3,19 | 0,32 | 1,22 | 0,36 | 0,34‬0 |
| 10 | Кіровоградська | 1,72 | 0,12 | 1,41 | 0,42 | 0,270 |
| 11 | Луганська | 5,26 | 0,60 | 1,34 | 0,40 | 0,500 |
| 12 | Львівська | 3,30 | 0,33 | 0,21 | 0 | 0,165 |
| 13 | Миколаївська | 1,56 | 0,09 | 2,03 | 0,64 | 0,365‬ |
| 14 | Одеська | 4,59 | 0,51 | 1,04 | 0,29 | 0,400 |
| 15 | Полтавська | 2,17 | 0,18 | 1,40 | 0,42 | 0,300 |
| 16 | Рівненська | 1,26 | 0,05 | 2,18 | 0,70 | 0,375 |
| 17 | Сумська | 4,10 | 0,44 | 0,77 | 0,20 | 0,320 |
| 18 | Тернопільська | 2,10 | 0,17 | 2,02 | 0,64 | 0,405 |
| 19 | Харківська | 3,18 | 0,32 | 2,17 | 0,69 | 0,505 |
| 20 | Херсонська | 1,03 | 0,02 | 2,17 | 0,695 | 0,358 |
| 21 | Хмельницька | 1,37 | 0,06 | 2,58 | 0,84 | 0,450 |
| 22 | Черкаська | 3,73 | 0,39 | 0,88 | 0,24 | 0,315‬ |
| 23 | Чернівецька | 3,03 | 0,29 | 1,59 | 0,49 | 0,390 |
| 24 | Чернігівська | 1,61 | 0,10 | 1,28 | 0,38 | 0,24‬0 |
| 25 | АРКрим | немає даних |

В роботі приймається, що для оцінки впливу урбанізації на характер їх використання показники (**ρpop.urb**)н та (**Surb**)н мають рівне значення, тож, приймаємо коефіцієнти  рівними 0,5.

Результати розрахунків індексу екологічної урбанізації Іec.urb також представлені в табл. 1.1, а ранжування регіонів України за означеним індексом показане на рис. 1.2.

Рисунок 1.2 – Ранжування регіонів України за індексом екологічної урбанізації Іec.urb

Для порівняння використані дані демографічної урбанізації, яку прийнято вимірювати відсотком міського населення до загального.

З діаграми видно, що Донецька область характеризується найбільшим значенням індексу екологічної урбанізації Іec.urb за рахунок максимальної частини території, зайнятої містами, (**Surb**)н = 1, та достатньо високим значенням щільності міського населення, (**ρpop.urb**)н = 0,55. Інші області за діапазонами індексу, умовно, розподіляються на 4 групи.

Дніпропетровська, Харківська, Луганська складають І групу і характеризуються максимальним рівнем урбогенності за обома складовими. Області відносяться до високо урбанізованих (рівень демографічної урбанізації 0,84, 0,81, 0,87, відповідно, [6]) з високою концентрацією важкої та переробної промисловості, транспорту, енергетики.

Волинська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Тернопільська області (ІІ група) характеризуються високим рівнем індексу екологічної урбанізації Іec.urb поряд із низькими значеннями відсотку міського населення: 0,52, 0,44, 0,56, 0,51, 0,45 [6], відповідно, яке щільно розміщене в невеликих за територією містах. Виключення стосується Івано-Франківської області, територія якої насичена містами майже так саме щільно, як і Донецької.

До ІІІ групи відносяться Одеська, Чернівецька, Рівненська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Київська, Сумська, Черкаська, Полтавська області. Група різнорідна як за рівнем демографічної урбанізації, так й складовими загального індексу. В основному (крім Запорізької), складається з центральних та південних областей з середнім рівнем демографічної урбанізації та переважним розвитком сільського господарства та промисловості групи «Б» – легкої, харчової, деяких галузей переробної.

IV групу складають Кіровоградська, Житомирська, Чернігівська, Закарпатська, Львівська області із значенням індексу екологічної урбанізації Іec.urb менше 0,3 за рахунок низького значення показнику частки зайнятої містами території. Натомість, відсоток міського населення областей (крім Закарпатської) достатньо високий: 0,63, 0,59, 0,65, 0,37, 0,61 [6], відповідно.

Проведений аналіз індексів екологічної урбанізації дозволив диференціювати області за рівнем урбогенної насиченості територій різного функціонального призначення і різного ступеню агрегації населення. Це актуально, бо глобальна урбанізація і деградація природного середовища накладає обмеження як на якість природних ресурсів, особливо, водних, так і на їх придатність до використання.

Таким чином, сформована можливість проведення кореляцій характеру використання водно-ресурсного потенціалу з урбогенним навантаженням в регіональному розрізі.

# 2 Визначення коефіцієнта дефіциту водних ресурсів регіонів та залежності від параметрів урбанізації

## 2.1 Дослідження динаміки водоспоживання та водовідведення відповідно чиннику урбанізації

Проведений аналіз показників параметрів водоспоживання і обсягів скидів забруднених стоків в поверхневі водні об´єкти, виходячи з того, що деградація водних ресурсів визначається як кількісними, так й якісними параметрами.

Розраховані індекси об´ємів забору води з природних джерел, скидів у водні об´єкти по відношенню до 1990 р. (на основі статистичних даних [8]), були співвіднесені з розрахованими та нормалізованими за рівняннями (1.1), (1.2) значення змін демографічної урбанізації та щільності населення за період 1990 ÷ 2017 роки [4,5], які представлене в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розраховані індекси використання і відведення води за період 1990 ÷ 2017 рр (розраховане автором на основі [6, 8])

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Роки | Індекс водозабору з природних джерел  | Індекс скидів у природні водні об´єкти | Показник урбанізації  | Показник щільності населення  |
| 1990 | 1 | 1 | 0,22 | 1 |
| 1995 | 0,73 | 0,74 | 0,18 | 0,94 |
| 2000 | 0,52 | 0,55 | 0 | 0,82 |
| 2005 | 0,43 | 0,44 | 0,35 | 0,57 |
| 2006 | 0,43 | 0,44 | 0,45 | 0,53 |
| 2007 | 0,46 | 0,45 | 0,53 | 0,50 |
| 2008 | 0,44 | 0,43 | 0,60 | 0,47 |
| 2009 | 0,41 | 0,38 | 0,67 | 0,45 |
| 2010 | 0,42 | 0,41 | 0,72 | 0,43 |
| 2011 | 0,41 | 0,40 | 0,76 | 0,41 |
| 2012 | 0,41 | 0,40 | 0,81 | 0,40 |
| 2013 | 0,38 | 0,44 | 0,86 | 0,38 |
| 2014 | 0,32 | 0,33 | 0,93 | 0,07 |
| 2015 | 0,27 | 0,28 | 0,96 | 0,05 |
| 2016 | 0,28 | 0,28 | 0,99 | 0,03 |
| 2017 | 0,26 | 0,24 | 1 | 0 |

Проведений графічний аналіз (рис. 2.1) показав скорочення об´ємів водозабору і водовідведення паралельно зменшенню щільності населення на фоні зростаючою урбанізації. Але, ця тенденція змінилася за останні роки (з 2013 р.), коли різке падіння чисельності населення України не супроводжувалося аналогічними змінами показників забору води та скидання в природні водні об´єкти, а їх питомі значення (в розрахунку на душу населення) тільки збільшилися.

Рисунок 2.1 – Зміни показників забору і скидання води в природні водні об’єкти за період 1990 – 2017 рр.: *1 – щільність населення (нормалізовані значення), 2 – рівень урбанізації (нормалізовані значення), 3 – індекс скидання в природні водні об’єкти, 4 – індекс забору води з природних джерел*

Зменшення обсягів скидів стічних вод не привело до відповідного поліпшення якості водних ресурсів. Навпаки, тенденції водного дефіциту посилюються через забруднення і виснаження водних об’єктів, деградації водних екосистем на тлі негативного впливу змін клімату. У зв'язку з інтенсивним використанням окремі водні об'єкти не забезпечують достатнього розведення стічних вод, в результаті чого втрачають своє природне якість, а їх екосистеми починають деградувати.

## 2.2 Визначення коефіцієнту дефіциту водних ресурсів для регіонів України

Кількість водного ресурсу – необхідна умова забезпечення його якості. Якість води не може підтримуватися без певної потужності потоку, який має забезпечувати такі основні функції:

* підтримання сталості прісноводних екосистем за рахунок збереження водного балансу, стійкості гідрологічних циклів;
* забезпечення потреб населення, промисловості, сільського господарства, транспорту, енергетики тощо;
* забезпечення достатньої кількості води для підтримки визначеної якості води для потреб різних водокористувачів (за рахунок збереження природного гідрохімічного балансу та розведення стоків).

Запропонований коефіцієнт дефіциту водних ресурсів Кс-з, який розрахований як відношення обсягу скинутих у природні водні об´єкти до забраних прісних вод (табл. 2.2).

Якщо коефіцієнт заходиться в межах:

Кс-з ≈ 1 – обсяги забору води з природних водних об´єктів компенсуються об´ємами стічних вод;

Кс-з < 1 – неповернення значних обсягів води у природні водні об´єкти та накопичення дефіциту, чим менше значення Кс-з, тим більше дефіцит та значніше порушення водного балансу;

Кс-з > 1 – для випадку забору підземних вод, які після експлуатації скидаються у поверхневі водні об’єкти .

Тож, чим менше значення Кс-з, тим менша частина забраної для використання води повертається в природний водний об´єкт, тим більше порушується природний водний баланс та накопичується дефіцит водного ресурсу.

З даних табл. 2.2 слідує, що тільки в 2-х областях (Волинська, Київська) обсяг води, забраної з природних джерел дорівнює чи приблизно дорівнює обсягам скиду.

Таблиця 2.2 – Показники дефіциту регіональних водних ресурсів (складене і розраховане автором на основі статистичних даних [8])

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Область | Скид в поверхневі водні об’єкти, млн. м³ | Забрано із поверхневих джерел, млн.м³ | Коефіцієнт скид/забірКс-з |
| 1 | Вінницька | 60 | 96 | 0,625 |
| 2 | Волинська | 16 | 16 | 1,0 |
| 3 | Дніпропетровська | 857 | 1138 | 0,753 |
| 4 | Донецька | 822 | 809 | 0,722 |
| 5 | Житомирська | 64 | 86 | 0,744 |
| 6 | Закарпатська | 34 | 17 | 2,0 |
| 7 | Запорізька | 849 | 1048 | 0,810 |
| 8 | Івано-Франківська | 59 | 78 | 0,756 |
| 9 | Київська | 624 | 626 | 0,997 |
| 10 | Кіровоградська | 42 | 184 | 0,228 |
| 11 | Луганська | 83 | 44 | 1,886 |
| 12 | Львівська | 206 | 28 | 7,357 |
| 13 | Миколаївська | 67 | 211 | 0,318 |
| 14 | Одеська | 159 | 946 | 0,168 |
| 15 | Полтавська | 69 | 41 | 1,683 |
| 16 | Рівненська | 53 | 78 | 0,680 |
| 17 | Сумська | 48 | 54 | 0,889 |
| 18 | Тернопільська | 30 | 24 | 1,25 |
| 19 | Харківська | 325 | 292 | 1,113 |
| 20 | Херсонська | 62 | 1364 | 0,046 |
| 21 | Хмельницька | 35 | 63 | 0,556 |
| 22 | Черкаська | 111 | 129 | 0,861 |
| 23 | Чернівецька | 39 | 45 | 0,867 |
| 24 | Чернігівська | 87 | 78 | 1,115 |
| 25 | АР Крим | немає даних |

В таких областях, як Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Запорізька, Сумська, Черкаська, Чернівецька, у водні об’єкти повертається від 70 до 87 % води. В основному, ці області є промислово розвиненими, з високим ступенем урбанізації, який у даному випадку грає позитивну роль через більш широкі можливості залучення матеріально-фінансових засобів для відновлення водного балансу поверхневих водних об´єктів.

Позитивний баланс скиду над забором характеризує переважно західні (Волинська, Закарпатська, Львівська, Тернопільська) та Харьківську області, які використовують підземні та джерельні води, в основному для потреб населення. Така ситуація свідчить про виснаження невідновлюваних ресурсів підземних вод, та може бути ще більш загрозливою для збереження водно-господарського потенціалу регіонів.

Ступінь виснаження водних ресурсів значно визначається тим територіально-господарським комплексом, який склався за багато років в різних областях. Коефіцієнт Кс-з пропонується в якості важливої кількісної оцінки дефіциту води внаслідок їх використання в регіонах, ранжування областей України за цим показником представлене на рис. 2.2.

Рисунок 2.2 – Ранжування областей України за коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з

Найбільш загрозлива ситуація зі створення дефіциту води за рахунок неповернення їх після використання мають не тільки південні Херсонська (Кс-з = 0,046), Одеська (Кс-з = 0,168) Миколаївська (Кс-з = 0,318), але і центральна Кіровоградська (Кс-з = 0,228) області. У разі Херсонської області визначальним фактором є використання води на сільське господарство і меліорацію на тлі низького водозабезпечення всіх південних регіонів.

## 2.3 Кореляції рівня використання свіжої води з коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з

Як вже було показане на рис. 2.1, різке скорочення чисельності населення України, в тому числі, міського [6], не призвело до відповідного зменшення об´ємів водозабору, а питоме значення (в розрахунку на душу населення) за останні роки збільшується.

В роботі досліджене співвідношення рівня використання населенням місцевих водних ресурсів та розрахованим вище коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Нормалізовані показники питомого використання свіжої води та дефіциту водних ресурсів (розраховані автором на основі статистичних даних [8])

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Область | (Всв)н | (Кс-з)н | Область | (Всв)н | (Кс-з)н |
| Вінницька | 0,038 | 0,079 | Миколаївська | 0,144 | 0,037 |
| Волинська | 0,029 | 0,130 | Одеська | 0,086 | 0,016 |
| Дніпропетровська | 0,331 | 0,096 | Полтавська | 0,041 | 0,223 |
| Донецька | 0,213 | 0,092 | Рівненська | 0,058 | 0,086 |
| Житомирська | 0,030 | 0,095 | Сумська | 0,038 | 0,115 |
| Закарпатська | 0 | 0,267 | Тернопільська | 0,012 | 0,164 |

Продовження таблиці 2.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Запорізька | 0,653 | 0,104 | Харківська | 0,088 | 0,145 |
| Івано-Франківська | 0,033 | 0,097 | Херсонська | 1 | 0 |
| Київська | 0,394 | 0,130 | Хмельницька | 0,040 | 0,069 |
| Кіровоградська | 0,031 | 0,024 | Черкаська | 0,100 | 0,111 |
| Луганська | 0,009 | 0,251 | Чернівецька | 0,037 | 0,112 |
| Львівська | 0,026 | 1 | Чернігівська | 0,089 | 0,146 |

Для порівняння показник Кс-з і показник використання свіжої води на душу населення, м3/людину, Всв, нормалізовані за рівняннями (1.1), (1.2). В нормалізованому вигляді значення коефіцієнту (Кс-з)н= 0,13 відповідає Ксз = 1 (у випадку Волинської області); (Кс-з)н< 0,13 відповідає Кс-з < 1; (Кс-з)н> 0,13 відповідає Кс-з > 1.

Проведений графічний аналіз показників (рис. 2.3) показав, що максимальне значення питомого використання свіжої води спостерігається в Херсонській області поряд із створенням найвищого рівня дефіциту води серед всіх регіонів України. Аналогічні високі рівні використання населенням прісної води характерні для Запорізької, Київської, Донецької, Миколаївської областей, для яких також визначений (рис. 2.2) значний дефіцит місцевих водних ресурсів.

Рисунок 2.3 – Співвідношення показників дефіциту водних ресурсів і питомого використання свіжої води в регіонах України: *1 –значення коефіцієнта дефіциту води (Кс-з)н; 2 – значення показника використання води (Всв)н*

Таким чином, водогосподарський комплекс цих областей знаходиться під впливом одразу двох негативних факторів, які можуть синергетично підсилювати один одного та сприяти виснаженню та деградації природних водних об´єктів, поширювати складні гідроекологічні проблеми, ще більше поглиблювати нерівномірний розподіл водних ресурсів за територією та часом. І, навпаки, нестача одного з найбільш важливих, життєзабезпечувальних ресурсів може суттєво обмежити подальший соціально-економічний розвиток регіонів, в яких терміново необхідно зробити відповідні кроки для раціоналізації водокористування.

## 2.4 Кореляції рівня урбогенного навантаження території з коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з  за регіонами

Практично всі крупні міста є розвинутими промисловими центрами, багато з яких розташовані поблизу річкових артерій. Але, урбогенно-техногенна діяльність відбувається як в руслах річок (будівництво гребель, забір води, скидання стічних вод), так і на водозбірних територіях (експлуатація та виснаження ресурсів, забруднення довкілля, зведення лісів, та інші).

Тому в роботі проведене вивчення кореляцій між створенням дефіциту водних ресурсів та рівнем урбогенності території регіону. Графічний аналіз показників дефіциту води (Кс-з)н та індексу екологічної урбанізації Іec.urb за регіонами країни (рис. 2.4) виявив наступні тенденції.

В основному, зростання індексу екологічної урбанізації Іec.urb співвідноситься з наростанням дефіциту води в регіоні.

Ризики порушення водного балансу внаслідок створення дефіциту водних ресурсів (для значень (Кс-з)н< 0,13, що відповідає Кс-з < 1) підвищені для областей І групи з максимальним рівнем урбогенності як за територіальним, так й за демографічним насиченням та ІІ групи областей з високою щільністю міського населення (рис. 1.2). Виключеннями є Луганська та, частково, Харківська і Волинська області за рахунок використання ресурсів як поверхневих, так й підземних вод.

Рисунок 2.4 – Співвідношення показників дефіциту водних ресурсів і урбогенного навантаження в регіонах України: *1 – показник дефіциту води (Ксз)н; 2 – індекс екологічної урбанізації Іec.urb*

Для областей III – IV груп з достатньо низьким рівнем екологічної урбанізації (**Іec.urb** < 0,4) та переважним розвитком сільського господарства та харчової промисловості можна констатувати нестачу обсягів повернення води після експлуатації у поверхневі водні об’єкти. З них тільки в центральних областях (Черкаська, Чернівецька, Сумська) суттєвого дефіциту води не спостерігається ((Кс-з)н≥ 0,13).

Серед всіх областей значення (Кс-з)нвід 0,2 до 1 означає виснаження невідновлюваних ресурсів підземних вод, що притаманне Львівської, Закарпатській, Чернігівській, Полтавській, Тернопільській, Луганській областям. Області з найбільшою загрозою створення дефіциту води за рахунок неповернення їх після використання – Херсонська (Кс-з = 0,046), Одеська (Кс-з = 0,168) Миколаївська (Кс-з = 0,318), Кіровоградська (Кс-з = 0,228) характеризуються вкрай різними значеннями індексу екологічної урбанізації. На наш погляд, це пояснюється більш вагомим впливом ландшафтних та кліматичних чинників поряд із нерівномірністю розташування поверхневих водних об´єктів на території регіонів.

Таким чином, вплив фактору урбогенної насиченості території на створення дефіциту як підземних, так й поверхневих вод, однозначно встановлений для областей з високою концентрацією промисловості, енергетики, транспорту. Формування рівня урбогенного впливу на природні водні об'єкти, створення дефіциту води для задоволення потреб різних споживачів різняться в регіонах України, що пояснюється різним характером експлуатації водних джерел населенням та об´єктами господарської діяльності. Так, населення середніх, невеликих міст та населених пунктів міського типу для побуту і міського господарства більшою мірою використовують підземні водні джерела. По суті, відбувається перетік підземних вод після експлуатації у поверхневі водні об´єкти, що створює у перспективі загрозу виснаження ресурсів підземних вод та порушення гідрологічного балансу території.

Великі міста, мегаполіси, великі об´єкти промисловості, тепло- та гідроенергетики експлуатують потужні поверхневі джерела з високим ризиком створення дефіциту ресурсів поверхневих водних об´єктів.

Дослідження фактору урбогенної насиченості території для створення дефіциту водних ресурсів дозволяє зробити висновок про їх сполучений зв´язок. Нестача кількості свіжої води не може не призвести до неможливості підтримки визначеної якості води для потреб різних водокористувачів. Як наслідок, порушується сталість прісноводних екосистем, водний баланс всієї території.

З іншого боку, накопичення дефіциту води в залежності від урбогенно-техногенного навантаження накладає обмеження на соціально-економічний розвиток регіону через обмеженість надважливого водного ресурсу.

# Висновки

1. Узагальнені багатогранні впливи урбанізаційних процесів на природні водні об´єкти, в основному, завдяки розширенню площ непроникної поверхні, яка не бере участь у природному кругообігу, порушує режим водного стоку, викликає гідрологічні та геологічні небезпечні явища, підриває стійкість території регіонів в цілому.

2. Для оцінки ступеня урбогенного навантаження території регіонів України запропонований індекс екологічної урбанізації Іec.urb,розрахований як лінійна комбінація двох показників: частки урбанізованої території регіону по відношенню до загальної та щільності міського населення.

Ранжування регіонів України за індексом екологічної урбанізації дозволило виділити окремо Донецьку область з найбільшим рівнем урбогенної насиченості території. Інші області за діапазонами індексу Іec.urb  розподілені на 4 групи. Дніпропетровська, Харківська, Луганська складають 1 групу з максимальним рівнем екологічної урбанізації та високим відсотком міського населення областей. Волинська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Тернопільська області (ІІ група) характеризуються високим рівнем індексу Іec.urb за рахунок високого значення частки урбанізованої території та середніми значеннями щільності міського населення (за виключенням Івано-Франківської області). ІІІ Група (Одеська, Чернівецька, Рівненська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Київська, Сумська, Черкаська, Полтавська області) різнорідна як за рівнем демографічної урбанізації, так й складовими індексу Іec.urb. IV група (Кіровоградська, Житомирська, Чернігівська, Закарпатська, Львівська області) характеризується низьким значенням показнику просторової урбанізації.

Проведений аналіз індексів екологічної урбанізації дозволив диференціювати області за рівнем урбогенного навантаження територій різного функціонального призначення і різного ступеню агрегації населення.

3. Розраховані індекси об´ємів забору води з природних джерел та скидів у природні водні об’єкти по відношенню до 1990 р. Показано, що тенденція скорочення обох показників відповідно зменшенню щільності населення на фоні зростаючої урбанізації змінилася за останні роки та (з 2013 р.) демонструє збільшення в розрахунку на душу населення.

У зв'язку з інтенсивним використанням водні об'єкти не забезпечують достатнього розведення стічних вод, в результаті чого втрачають свою природню якість, що обґрунтовує створення водного дефіциту.

4. Запропонований коефіцієнт дефіциту водних ресурсів Кс-з розрахований як відношення обсягів скинутих у природні водні об´єкти до обсягів забраної для використання води. Проведене ранжування регіонів України за коефіцієнтом Ксз показав, що тільки в 2-х областях (Волинська, Київська) обсяги водозабору та скиду приблизно співпадають. В промислово розвинених областях (Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Запорізька, Сумська, інші) значення Кс-з близько до 1 (скидається від 70 до 87 % забраної води), можливе, завдяки високому ступеню урбанізації, яка у даному випадку сприяє більш широкому залученню матеріально-фінансових засобів для відновлення водного балансу поверхневих водних об´єктів. Позитивний баланс скиду над забором (Волинська, Закарпатська, Львівська, Тернопільська, Харьківська, Кс-з > 1) означає виснаження невідновлюваних ресурсів підземних вод, що також порушує водно-господарський потенціал регіонів.

Відмічена найбільш загрозлива ситуація зі створення дефіциту води для областей Херсонська (Кс-з = 0,046), Одеська (Кс-з = 0,168) Миколаївська (Кс-з = 0,318), Кіровоградська (Кс-з = 0,228), що пояснюється синергетичним впливом негативних чинників клімату, низького водозабезпечення південних регіонів, використанням води на сільське господарство і меліорацію.

5. Досліджене співвідношення рівня використання населенням місцевих водних ресурсів та розрахованим коефіцієнтом створення дефіциту водних ресурсів Кс-з. Показане, що максимальне використання свіжої води в Херсонській області співвідноситься із створенням найвищого рівня дефіциту води серед всіх регіонів України. Високі рівні використання прісної води поряд із значним дефіцитом територіальних водних ресурсів визначені для Запорізької, Київської, Донецької, Миколаївської областей. Тож, водогосподарський комплекс цих областей знаходиться під впливом одразу двох негативних факторів, які можуть синергетично підсилювати один одного та сприяти виснаженню та деградації природних водних об´єктів, ще більше поглиблювати нерівномірний розподіл водних ресурсів за територією та часом.

6. Досліджений сполучений зв´язок між показником дефіциту водних ресурсів та індексом урбогенного навантаження в регіонах України. В основному, зростання індексу екологічної урбанізації Іec.urb корелюється з наростанням дефіциту води в регіоні. Ризики створення дефіциту водних ресурсів підвищені для областей І групи з максимальними індексами екологічної урбанізації та ІІ групи областей з високою щільністю міського населення. Виключеннями є Луганська, Харківська і Волинська області за рахунок додаткового використання ресурсів підземних вод. З областей III – IV груп достатньо низького рівня екологічної урбанізації (**Іec.urb** < 0,4) тільки в центральних областях (Черкаська, Чернівецька, Сумська) не спостерігається суттєвого дефіциту води. Області з найбільшими значеннями дефіциту води (Херсонська, Одеська, Миколаївська, Кіровоградська) характеризуються вкрай різними значеннями індексу екологічної урбанізації, що пояснюється впливами ландшафтних та кліматичних чинників, нерівномірністю розташування поверхневих водних об´єктів на території регіонів.

На характер залежності дефіциту води від рівня урбанізації регіонів впливає різний характер експлуатації водних джерел об´єктами господарської діяльності та населенням, для потреб якого більшою мірою використовують підземні водні джерела. Але, їх надмірне використання створює загрозу виснаження та порушує гідрологічний баланс території. В цілому, нестача одного з найбільш важливих, життєзабезпечувальних ресурсів може суттєво обмежити подальший соціально-економічний розвиток регіонів, для яких терміново необхідно зробити відповідні кроки для організації еколого збалансованого та сталого водокористування.

# Список використаних джерел

1. Vasutynska K. (2018), Analysis of dynamics of man-made fires in conditions of urbanization in Ukraine ⁄ K. Vasutynska, S. Barbashev ⁄⁄ *Technology Audit and Production Reserves,* 4, 3(42). ‒ P. 16‒23. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.141376
2. K.A. Vasutynska (2017), The analysis of the principles and methods evaluation of environmental safety levels in regional context ⁄⁄ Vasutynska K.A., Barbashev S.V ⁄⁄ *Odes’kyi Politechnichnyi Universytet. Pratsi*. № 3(53). – Р. 114–121.
3. <http://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/whatsnew.html#pipe> [Дата звернення 24.11. 2019]
4. Урбогенный характер создания дефицита водных ресурсов в регионах Украины ⁄ Васютинская Е.А., Барбашев С.В., Киминчиджи М.И. ⁄⁄ Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей ХУ Міжнародної науко-практичної конференції (м. Харків, 9 ‒ 13 вересня 2019 р.) ∕ УКРНДІЕП. ‒ Х.: Райдер, 2019. ‒ С.82 ‒ 87.
5. Крашенинникова С.В. (2008), Влияние урбанизованных территорий на формирование поверхностного стока // *Изв. ПГПУ им. В.Г. Белинского*, №10 (14). – С. 119-121 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-urbanizirovannyh-territoriy-na-formirovanie-poverhnostnogo-stoka/viewer> [Дата звернення 12.09. 2019]
6. Публікації документів Державної служби статистики України URL: <https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2007/ds/nas_rik/nas_u/nas_rik_u.html> [Дата звернення 2.12. 2019].
7. Статистичний щорічник України за 2018 рік [online]: <http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/zb_yearbook_2018.pdf> [Дата звернення 3.12. 2019].
8. Державна служба статистики України. Статистичний збірник Довкілля України за 2018 рік. Київ: Державна служба статистики України, 2019. – 214 с. URL: <http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/Zb_dovk_2018.pdf> [Дата звернення 1.12.2019].