

УДК 338.314

О. М. Маценко,

к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, Сумський державний університет, м. Суми  
ORCID ID: 0000-0002-1806-2811

І. В. Торба,

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, Сумський державний університет, м. Суми  
ORCID ID: 0000-0001-7369-913X

Є. В. Хілько,

аспірант кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, Сумський державний університет, м. Суми  
ORCID ID: 0000-0002-7134-6610

О. О. Татарко,

менеджер з продаж навігаційних систем ТОВ "Агротек"  
ORCID ID: 0000-0003-1588-8965

DOI: 10.32702/2306-6792.2019.16.58

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ РЕКЛЕЙМІНГУ СТИЧНИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

O. Matsenko,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University

I. Torba,

postgraduate student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University

Ye. Khilko,

postgraduate student of the Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University

O. Tatarko,

navigation Systems Sales Manager of Agrotech LLC

### ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFECT OF WASTEWATER RECLAIMING AT ENTERPRISES OF THE UKRAINIAN

Статтю присвячено вирішенню проблеми дефіциту якісної питної води на основі підвищення обсягів та ефективності очищення стічних вод підприємствами України в умовах рециркуляційної економіки.

Метою статті є дослідження можливості зменшення еколого-економічних збитків від скидів забруднених стічних вод підприємствами України та збільшення частки використання очищених стічних вод у якості джерела таких ресурсів, як вода, енергія і поживні речовини.

В основній частині статті представлено основні підприємства-забруднювачі України за 2018 рік. Головний акцент зроблено на зміні сприйняття стічних вод як тягаря для підприємств України на ресурс, який може бути корисним як для самого підприємства, так і для інших суб'єктів господарювання, у тому числі для водопостачання населення. У статті розглянуто основні сфери та характер впливу забруднених стічних вод, проаналізовано світовий досвід та сучасний стан в Україні у сфері водокористування та запропоновано основні напрями удосконалення інституційних умов з метою покращання ситуації.

Представлено схему інноваційної трансформації відношення та поводження зі стічними водами.

Приділено увагу ланцюжку цінності, який залежить від ступеня очищення стічних вод та відповідно розширення сфер використання водних ресурсів. На кожному етапі відновлення зростає вартість реклеймінгу, але разом з тим, підвищується цінність використання води.

Виділено структурні елементи еколого-економічного збитку від забрудненої води, який запропоновано розглядати як додаткові витрати на його елімінацію та компенсації. Визначено критерії ефективного управління стічними водами та приведено успішні приклади застосування реклеймінгу на підприємствах України.

The article is devoted to solving the problem of shortage of quality drinking water on the basis of increase of volumes and efficiency of sewage treatment by the enterprises of Ukraine in the conditions of recirculation economy.

The purpose of the article is to investigate the possibility of reducing the ecological and economic losses from discharges of polluted wastewater by Ukrainian enterprises and to increase the share of wastewater treatment as a source of such resources as water, energy and nutrients.

The main part of the article presents the main enterprises-pollutants of Ukraine for 2018. The main focus is on changing the perception of wastewater as a burden on Ukrainian enterprises to a resource that can be beneficial to both the enterprise

itself and other economic entities, including water supply. The article deals with the main spheres and nature of the impact of polluted wastewater, analyzes the world experience and the current state of water use in Ukraine and proposes the main directions of improvement of the institutional conditions in order to improve the situation. The sequence of methodological determination of ecological and economic damage from pollution of water resources is offered. The main areas of post-reclamation wastewater use are identified, among which is agriculture, where post-reclamation wastewater is proposed to be used for irrigation and mineral fertilizers to increase soil fertility. The scheme of innovative transformation of attitude and wastewater management is presented.

Attention is drawn to the value chain, which depends on the degree of wastewater treatment and, accordingly, the expansion of water use. At each recovery stage, the cost of the wastewater reclamation increases, but at the same time, the value of water use increases.

Structural elements of ecological and economic damage from contaminated water are highlighted, which is proposed to be considered as additional costs for its elimination and compensation. Criteria for effective wastewater management are identified and successful examples of the use of wastewater reclamation on Ukrainian enterprises are given.

*Ключові слова: рекеймінг, еколого-економічний збиток, водні ресурси, повторне водопостачання, оборотне водопостачання, стічні води.*

*Key words: reclaiming, ecological and economic damage, water resources, re-water supply, circulating water supply, sewage.*

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ**

Якість води є однією з основних проблем, з якими стикається людство впродовж свого існування. Забруднені водні ресурси загрожують здоров'ю людей, обмежують виробництво продуктів харчування, зменшують функції екосистем та гальмують економічне зростання. Наявність світового дефіциту водних ресурсів стає можливим через забруднення прісної води, спричиненого скиданням великої кількості недостатньо очищених або неочищених стічних вод у річки, озера та потрапляння небезпечних речовин у водоносні горизонти. Внаслідок погіршення якості води також виникає ризик для розвитку та функціонування біорізноманіття.

В умовах зростання вартості водних ресурсів стічні води стають альтернативним джерелом води, зміщуючи парадигму управління стоками від акценту на "обробку та утилізацію" на їх "повторне використання, переробку та відновлення". Під таким кутом зору можна вирішити проблему рециркуляції води. Стічні води можуть бути економічно ефективним та стабільним джерелом водних ресурсів, енергії, поживних речовин, органічних речовин та інших корисних побічних продуктів. У контексті циркуляційної економіки, в якій економічний розвиток збалансований з охороною природних ресурсів та забезпеченням екологічної стійкості, стічні води є широко доступним і цінним ресурсом.

Удосконалення управління стічними водами полягає в тому, щоб скоротити антропогенне навантаження на джерела. Для цього, зокрема, можуть бути застосовані такі засоби, як видален-

ня забруднюючих речовин з потоків стічних вод, збір та очищення стічних вод, повторне використання відновленої води та відтворення корисних побічних продуктів. Разом ці чотири дії створюють соціальну, екологічну та економічну вигоду для всього суспільства, сприяючи загальному добробуту та охороні здоров'я, сталому водопостачанню та продовольчій безпеці [6]. Нагальну важливість вирішення проблеми використання стоків підкреслюється в цілях сталого розвитку: "до 2030 року підвищити якість води за допомогою зменшення забруднення, ліквідації скидання відходів і зведення до мінімуму скидів небезпечних хімічних речовин і матеріалів, скорочення вдвічі частки неочищених стічних вод і значного збільшення масштабів рециркуляції і безпечного повторного використання стічних вод у всьому світі" [10]. На національному рівні для вирішення проблеми неочищених стічних завдання поставлені так:

— зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях;

— підвищити ефективність водокористування;

— забезпечити впровадження інтегрованого управління водними ресурсами [12].

### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ І НА ЯКІ СПИРАЄТЬСЯ АВТОР, ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ**

Раціональне використання водних ресурсів перебуває у сфері наукових інтересів та прак-

Таблиця 1. Перелік найбільших підприємств забруднювачів за 2018 рік, млн м<sup>3</sup>

№ з/п	Назва підприємства	Обсяг забруднених стічних вод	У тому числі:	
			забруднених без очистки	забруднених недостатньо очищених
1	ПРАТ «АК «Київводоканал»	283,3	18,4	264,9
2	ПРАТ «Меткомбінат «Азовсталь», м. Маріуполь	139,8	–	139,8
3	ПАТ «Дніпровський меткомбінат», м. Кам'янське	64,57	3,917	60,65
4	ПАТ «Запоріжсталь», м. Запоріжжя	53,87	–	53,87
5	КП «Дніпроводоканал» ДМР	53,02	6,369	46,65
6	ТОВ ВКФ «Найс», м. Дніпро	45,66	45,66	–
7	ЛМКП «Львівводоканал»	33,04	–	33,04
8	МКП «Миколаївводоканал»	19,39	–	19,39
9	Філія ПРУВОКС ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», м. Павлоград	15,89	2,77	13,12
10	КП «Чернігівводоканал» м. Чернігів	14,9	–	14,9
11	КП «Міськводоканал», м. Суми	12,56	–	12,56
12	ПРАТ «ДМЗ», м. Дніпро	9,41	9,41	–

тичних досліджень уже тривалий час. Серед науковців, які зробили значний внесок в економіку водокористування, необхідно виділити: О.Ф. Балацького, Н.С. Бистрицьку, С.М. Бобильова, О.О. Веклич, І.А. Головинського, О.О. Голуба, В.А. Голяна, К.Г. Гофмана, Є.Г. Григор'єва, В.І. Данілова-Данільяна, Б.М. Данилишина, С.І. Дорогунцова, С.О. Кондратьєва, В.О. Лук'янихіна, А.Г. Мельника, М.М. Паламарчука, Є.П. Ушакова, М.А. Хвесика, В.Я. Шевчука, О.В. Яроцьку, А.В. Яцика та ін. Але з розвитком технологій акцентувати увагу на більш ефективному використанні стічних вод, які необхідно розглядати як альтернативне джерело водопостачання. Потрібно змістити пріоритети у вирішенні проблем стічних вод із їх "обробки та скидання" на "повторне та зворотне використання".

#### МЕТА СТАТТІ

Метою статті є дослідження можливості зменшення еколого-економічних збитків від скидів забруднених стічних вод підприємствами України та збільшення частки використання очищених стічних вод у якості джерела таких ресурсів, як вода, енергія і поживні речовини.

#### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Значна частина стічних вод скидається у навколишнє середовище без належної обробки, що призводить до негативного впливу як на самі водні об'єкти, так і на якість життя людини. З року в рік якість місцевих водних ресурсів невпинно погіршується. В основному це відбувається через використання застарілих методів

та технологій очищення води та край незадовільний стан очисних систем. Так, в Україні налічується більше 6000 насосних та більше ніж 3000 очисних споруд, з них близько 87% потребують капітального ремонту. Як наслідок, у водні об'єкти щорічно надходить близько 3,9 неочищених стічних вод, 3,3 нормативно чистих і лише 1,3 очищених до чинних нормативів [8].

У таблиці 1 представлено ТОП 11 найбільших підприємств-забруднювачів за 2018 рік. Цей перелік сформований на підставі даних державного обліку водокористування за результатами поданої суб'єктами господарювання звітності про використання води у 2018 році. До переліку забруднювачів увійшли підприємства, які скидають у природні водні об'єкти зворотні (стічні) води без очистки або після очисних споруд і якість яких не відповідає встановленим у дозволах на спеціальне водокористування гранично допустимим скидам. Загальна кількість підприємств, що скидають забруднені стічні води — 539, загальний обсяг скиду забруднених зворотних (стічних) вод — 952 млн куб. м (із них 918,6 млн куб. м скидають підприємства, що увійшли до рейтингу). Майже дві третини підприємств, що увійшли до антирейтингу "ТОП-100" розташовані на території 5 областей: Дніпропетровська — 24; Донецька — 19; Львівська — 7, Харківська — 7, Луганська — 6. Найбільше підприємств-забруднювачів належать до комунальної галузі — 74, промисловості — 18 (з них найбільші це підприємства чорної металургії — 6) [13].

У таблиці 2 наведено класифікацію наслідків негативного впливу забруднених стічних вод за сферами впливу [2, с. 15]. Це особливо характерно для країн з низьким рівнем ВВП на душу населення, де очищається всього близь-

Таблиця 2. Сфери та характер впливу забруднених стічних вод

Сфери впливу	Характер впливу
Здоров'я людини	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зростання ризику захворювання населення через зниження рівня якості питної води;</li> <li>• зростання ризику захворювання через погіршення рівня якості рекреаційних водойм;</li> <li>• збільшення ризику захворювань через вживання небезпечних продуктів харчування (забруднена риба, зрошувані овочі та фрукти тощо)</li> </ul>
Водні екосистеми	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зниження біорозмаїття або його структурна зміна;</li> <li>• деградація водних екосистем (наприклад, евтрофікація та мертві зони);</li> <li>• зниження кількості зон відпочинку;</li> <li>• підвищення температури води та локального навколишнього середовища;</li> <li>• біоаккумуляція токсинів</li> </ul>
Економіка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зниження промислової продуктивності;</li> <li>• скорочення продуктивності сільського господарства;</li> <li>• зниження ринкової вартості врожаїв сільськогосподарських культур, якщо небезпечні стічні води використовуються для зрошення;</li> <li>• зниження можливостей для водних рекреаційних заходів (зменшення кількості туристів або зменшення готовності платити за рекреаційні послуги);</li> <li>• скорочення вилову риби та моллюсків, або зменшення ринкової вартості риби та моллюсків;</li> <li>• зростання фінансового навантаження на сферу охорони здоров'я;</li> <li>• зростання бар'єрів для міжнародної торгівлі (експорту);</li> <li>• вищі витрати на очищення води (для водопостачання та інших цілей);</li> <li>• зниження цін на нерухомість поблизу забруднених водних об'єктів</li> </ul>

ко 10% побутових і промислових стічних вод, в той час як у розвинутих країнах очищенню піддаються біля 70% стоку [6, с. 3]. Загалом на глобальному рівні в навколишнє середовище без очищення скидається понад 80% усіх стічних вод.

Збитком від забруднення водних об'єктів слід вважати економічні втрати в господарських системах, які виникають внаслідок використання забрудненої води. Серед окремих складових збитку можна назвати: зменшення продуктивності людського капіталу в народному господарстві, втрати матеріальних ресурсів, зокрема зменшення якості або повне вилучення із господарських процесів, додаткові витрати через необхідність ліквідації наслідків забруднення водних об'єктів різними водокористувачами, а також погіршення соціально-гігієнічних умов для населення.

За сферами, де реалізується збиток, можна запропонувати такі його основні компоненти:

— збитки, що виникають через безпосередній вплив на людину внаслідок використання забрудненої води;

— збитки, що реалізуються в секторах народного господарства (промисловість, сільське господарство, енергетика, комунальне господарство тощо) через проблеми водокористування;

— шкода через порушення природних екосистем.

Методично визначення еколого-економічного збитку від забруднення водних об'єктів може здійснюватися в такій послідовності:

1. Визначення рівня забруднення.
2. Виявлення залежностей між рівнем забруднення і його якісним та кількісним впливом на людину, живі істоти, природу, об'єкти людської діяльності.
3. Розрахунок економічного збитку.
4. Формування стратегії поведінки, яка призведе до зменшення еколого-економічних збитків у майбутньому.

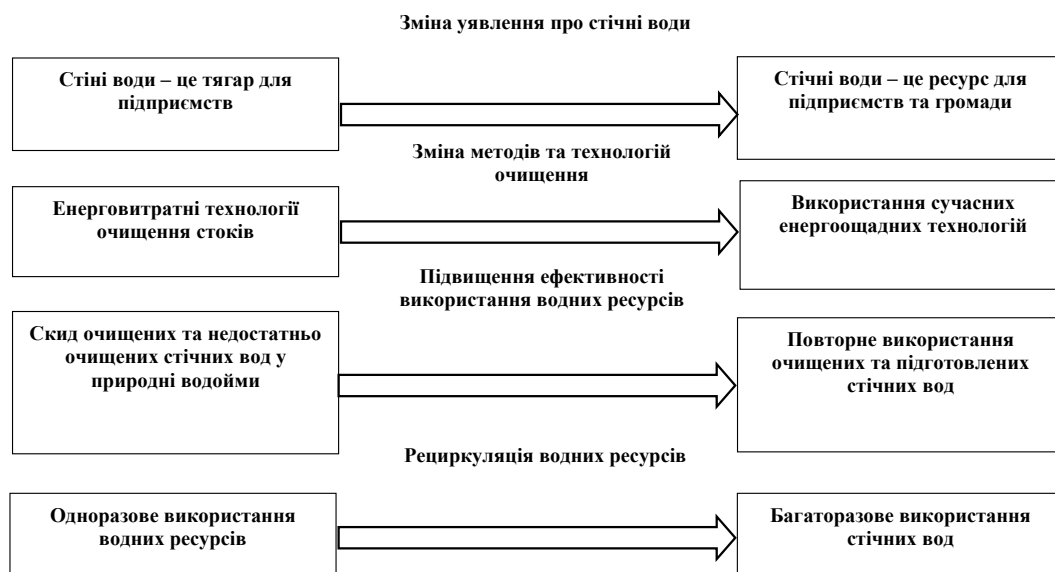
Нами було проаналізовано недоліки у сфері водокористування України відповідно до світового досвіду (табл. 3).

Світовий досвід очищення стічних вод сучасними методами свідчить про необхідність забезпечення якості навколишнього середови-

Таблиця 3. Напрями удосконалення водокористування та реальна ситуація в Україні

Напрями удосконалення водокористування [6, с. 9-10]	Сучасний стан в Україні [7, с. 4]
Належне правове та нормативне регулювання	Недосконалість існуючої системи державного управління у сфері використання водних ресурсів, відсутність чіткого розмежування водоохоронних та водогосподарських функцій
Відшкодування витрат і належні механізми фінансування	Відсутність ефективних економічних механізмів стимулювання раціонального водокористування і водовідведення
Зведення до мінімуму ризиків для людей і навколишнього середовища	Відсутність доступної для громадян інформації про стан питної води та системи водопостачання
Розширення знань і створення потенціалу	Повільна імплементація позитивного зарубіжного досвіду у сфері використання та охорони вод.
Інформованість громадськості і соціальне визнання	Недостатнє розуміння суспільством наявних водних проблем, недостатня інформованість та низький рівень екологічної культури населення





**Рис. 1. Інноваційна трансформація відношення та поведіння зі стічними водами**

ща, або альтернативного джерела водопостачання для вирішення проблеми нестачі води. Проте скидання неочищених стічних вод залишається загальною практикою, особливо в країнах, що розвиваються, в силу нестачі інфраструктури, технічного та інституціонального потенціалу та фінансових засобів [6].

Сьогодні водоканали в містах України перетворюються у хронічних боржників за електроенергію. Це призводить до понаднормативного забруднення природних водних джерел. У першу чергу екстерналії відчувають на собі рекреаційна та рибна галузі України. Але найголовніше — це загострення проблеми забезпечення населення якісною питною водою.

З іншого боку, стічні води можуть бути економічно ефективним та стабільним джерелом енергії, поживних речовин, органічної речовини та інших корисних побічних продуктів. У контексті циркуляційної економіки, в якій економічний розвиток збалансований з охороною природних ресурсів та екологічної стійкості, стічні води є доступним і цінним ресурсом.

Для зменшення еколого-економічних ризиків для населення та екосистем від забруд-

нених водних об'єктів необхідно вибудувати ефективну систему управління стічними водами. Одним з інструментів цього є реклеймінг. Слід зазначити, що результатом реклеймінгу стічних вод є вода, що придатна до повторного використання та корисні речовини, які містилися в цих стічних водах. Такий підхід є основою трансформації відношення до стічних вод та сприятиме підвищенню ефективності їх використання (рис. 1).

Розуміння, що стічні води — це дорогоцінний ресурс для підприємств та місцевих громад сприятиме впровадженню підприємствами-забруднювачами технологій реклеймінгу стічних вод, переходу до багаторазового використання води та підвищенню коефіцієнта оборотного використання води.

Вода після реклеймінгу може бути повторно використана у сільському господарстві — для зрошення; в енергетичній сфері — для отримання біогазу, для опалення/охолодження та отримання електроенергії; у промисловості — для охолодження виробничих контурів, для м'яких систем, для пожежогашіння та для виробничих процесів; у будівництві та інших га-

**Таблиця 4. Альтернативне використання очищених стічних вод**

Сфера використання	Опис
Сільське господарство	Очищені або частково очищені стічні води використовують для зрошення. Так само використовують здобуті мінеральні добрива (азот і фосфор) для підтримки родючості землі
Енергетична сфера	Енергію можна отримувати у вигляді біогазу, для опалення/охолодження, а також для отримання електроенергії
Екосистема	Відбувається скорочення відбору прісної води, а також зниження антропогенного навантаження внаслідок скорочення обсягів скидів забруднених стічних вод
Промисловість	Постачання систем пожежогашіння, виробничих контурів, мийних систем. У багатьох випадках, коли на виробництві потрібні великі обсяги води підходять очищені стічні води
Комунальна промисловість	У деяких країнах стічні води після очищення використовують як частину питної
Видобуток ресурсів	У результаті очищення стічних вод можливо отримувати наступні ресурси: біогаз, целюлоза, біопластик, альгінова кислота, фосфор [8]

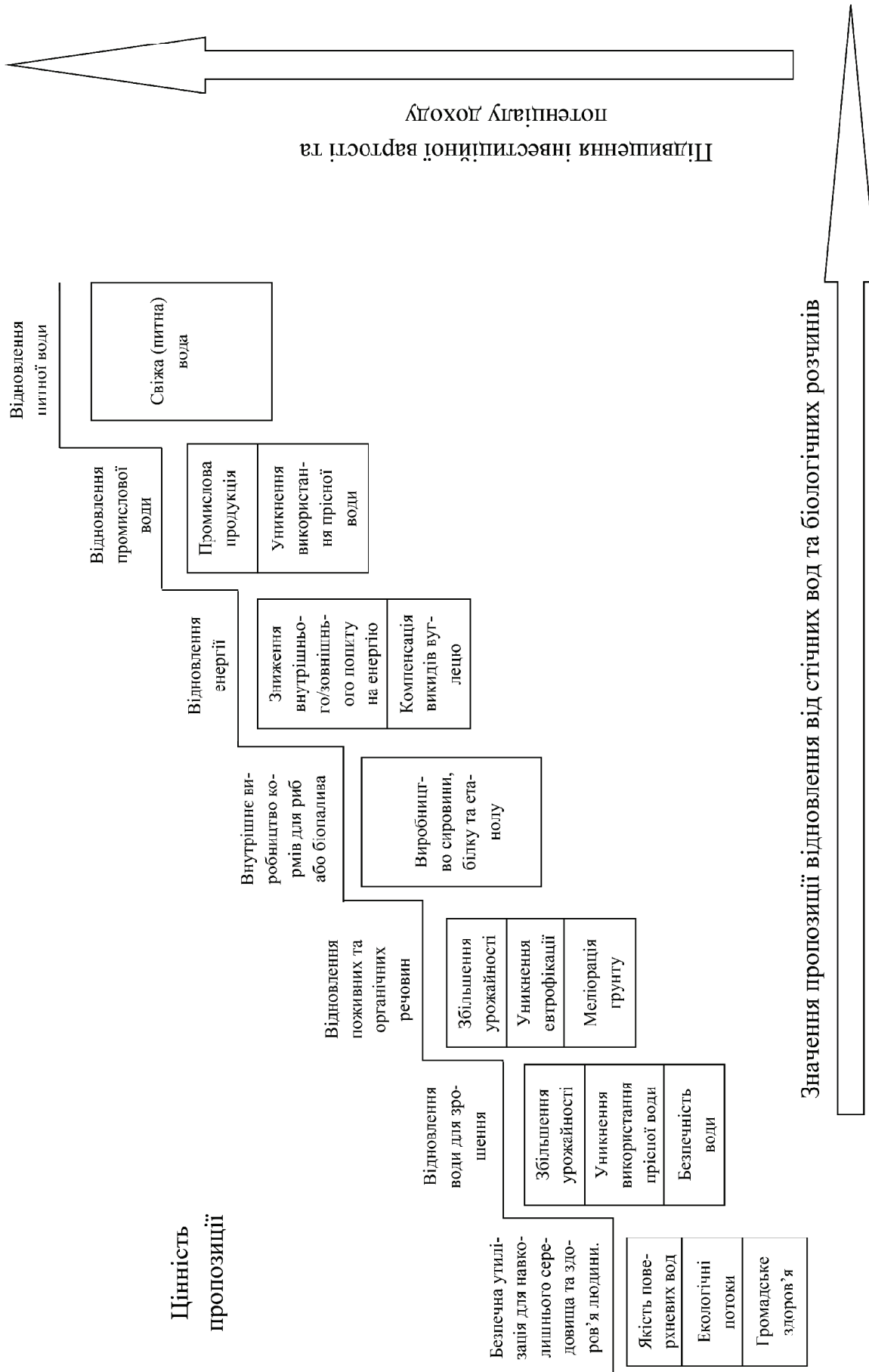


Рис. 2. Ланцюжок цінності очищення стічних вод та зростання витрат на реклеймінг водних ресурсів

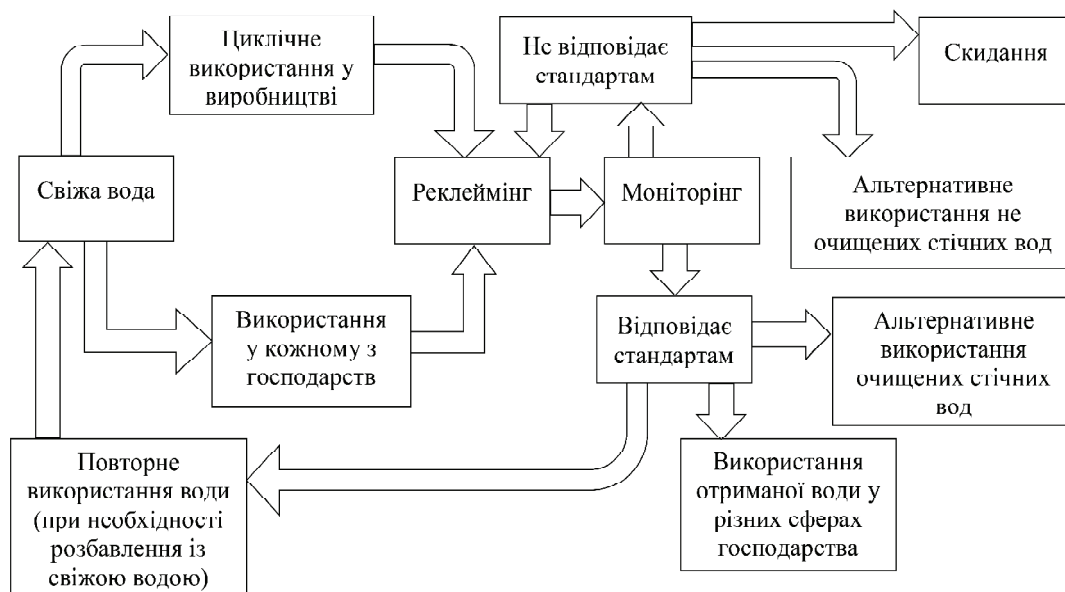


Рис. 3. Схема багаторазового використання стічних вод на основі їх реклеймінгу

можливі вартісні пропозиції та джерела надходжень від очистки стічних вод, що може принести користь сільському господарству чи іншій галузі (рис. 2).

Потенціал відшкодування витрат на реклеймінг стічних вод збільшується із збільшенням рівня очищення з метою покращання якості води та/або можливості її додаткового альтернативного використання. Отримання попутних продуктів від очищення стічних вод дає нові можливості, підвищує доходи та переміщує бізнес по східках з зростаючими значеннями пропозиції. На рисунку 3 представлено схему багаторазового використання стічних вод, який включає в себе можливість відновлювати додаткові ресурси та матеріали.

Підвищення ступеня очищення стічних вод, збільшення обсягів повторного використання водних ресурсів і вилучення корисних побічних продуктів сприяє переходу до циркуляційної економіки з багатооборотним використанням води у виробничих системах.

Необхідно зазначити значний потенціал використання стічних вод у якості джерела таких ресурсів, як енергія та біодобрива. Енергію можна отримати у вигляді біогазу, опалення/охолодження, а також для виробництва електроенергії. Розвиваються технології отримання азоту та фосфору від стічних вод або каналізаційних осадів. У багатьох країнах світу ці технології приносять велику екологічну та економічну користь. Україну у такій сфері можна вважати державою, що лише починає впроваджувати ці технології. Так, об'єктів, де виробляють енергію та біодобрива зі стічних вод до-

сить мало, але слід відмітити про позитивну тенденцію їх відкриття на території України в останні роки.

Так, у Львівській області запрацював один з перших в Україні біогазових заводів, який добуває газ з мулу стічних вод. У цей проект було інвестовано 31 млн євро. Кількість біогазу, що буде добуватися на заводі, зможе забезпечити повністю потреби "Львівводоканалу" в електроенергії для очисних споруд. Це близько 30% усіх потреб "Львівводоканалу" в електроенергії. Економія складе близько 10 млн грн на місяць. Крім того, було запропоновано проводити збродження мулу твердих і органічних відходів, а далі підсушений мул, який залишається, можна спалювати і отримувати тепло. Додаткове тепло можна добувати із стічних вод тепловими насосами [4]. Це все в комплексі дозволить виробляти теплову енергію і гарячу воду низької собівартості.

Спеціалісти "Полтававодоканалу" спільно з фахівцями гідроенергетиками, розробили проект зведення мікрогідроелектростанції на Супрунівській очисній каналізаційній станції. Завдяки особливостям рельєфу майданчика, на якому розташована станція, очищені стічні води з напором у майже 40 метрів водяного стовпа, приведуть у рух гідротурбіну. Вона, в свою чергу, обертає генератор, що виробляє електроенергію. За добу крізь гідротурбіну проходить близько 40 тис. м<sup>3</sup> очищеної стічної води. Це, за розрахунками, дозволить отримувати до 3400 кВт електроенергії на добу. Встановлена потужність станції — 195 кВт [5].

Для визначення ефективності управління стічними водами необхідно розрахувати економічний ефект [9]:

1. Розрахувати збитки внаслідок шкідливої дії стічних вод. Загальні збитки  $Z$  внаслідок прояву шкідливої дії стічних вод для певної території або об'єкту, що забруднюється стічними водами, визначають за формулою:

$$Z = Z_{\text{екон}} + Z_{\text{екол}} + Z_{\text{соц}} \quad (1),$$

де  $Z_{\text{екон}}$  економічні збитки, тис. грн;  $Z_{\text{екол}}$  — екологічні збитки, тис. грн;  $Z_{\text{соц}}$  — соціальні збитки, тис. грн.

2. Розрахувати витрати на здійснення заходів захисту від забруднення скидами. Витрати на здійснення комплексу заходів захисту від шкідливої дії стічних вод складаються із капітальних та експлуатаційних витрат і визначається за формулою:

$$B^T = \sum K^T + bT \quad (2),$$

де  $T$  — розрахунковий термін експлуатації захисної системи, рік;  $B^T$  — витрати на здійснення комплексу захисних заходів протягом терміну часу  $T$ , тис. грн;  $\sum K^T$  — сума капітальних витрат на будівництво комплексу захисних споруд, тис. грн;  $b$  — річні витрати, пов'язані з експлуатацією системи, тис. грн/рік.

3. Розрахувати ефект від здійснення заходів захисту від шкідливої дії вод. Шляхом розрахунків та прогнозування визначають можливі фізичні показники збитків в результаті скидання стічних вод протягом розрахункового періоду часу  $T$  у разі, якщо превентивні захисні заходи не буде застосовано. На основі фізичних показників за формулою 1 визначають розмір можливих збитків  $Z^T$  протягом розрахункового терміну часу  $T$  у разі незастосування превентивних захисних заходів. У разі застосування превентивних захисних заходів збитки  $Z^T$  буде відвернуто. Величина відвернутих превентивними захисними заходами збитків  $BZ^T$  дорівнює величині можливих збитків  $Z^T$  ( $BZ^T = Z^T$ ).

Величину відвернутих збитків  $BZ^T$  вважають позитивним ефектом, отриманим протягом терміну часу  $T$  внаслідок здійснення захисних заходів.

4. Визначення економічного ефекту. Показники економічної ефективності розраховують за формулами:

$$E = BZ^T - B^T \quad (3),$$

$$E_p = \frac{BZ^T - B^T}{T} \quad (4).$$

### ВИСНОВКИ З ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

У багатьох країнах світу технології реклеймінгу стічних вод є відпрацьованими та приносять позитивний економічний та екологічний ефекти. Україну в цій сфері можна вважати державою, що лише починає впроваджувати дані технології на підприємствах. Завдяки переходу на технології реклеймінгу стічних вод існує перспектива мінімізації еколого-економічних збитків водним об'єктам та здоров'ю населення. Підтвердженням цьому є успішний світовий досвід у цій сфері, впровадження якого дасть можливість використання стічних вод у якості альтернативних видів ресурсів та джерел енергії та водночас скоротити обсяги скидів забруднених стічних вод.

Зменшення еколого-економічних збитків та отримання прибутку від очищення стічних вод призведе до підвищення ефективності управління стічними водами. Для кількісної оцінки цього, у роботі запропоновано використовувати показник повної економічної ефективності.

Ефективне управління стічними водами дасть змогу виконати одну з цілей (6 ціль) сталого розвитку, яка сформульована так: "До 2030 року підвищити якість води за допомогою зменшення забруднення, ліквідації скидання відходів і зведення до мінімуму викидів небезпечних хімічних речовин і матеріалів, скорочення вдвічі частки неочищених стічних вод і значного збільшення масштабів рециркуляції і безпечного повторного використання стічних вод у всьому світі" [12].

Подальші дослідження планується присвятити дослідженню та порівнянню сучасних технологій реклеймінгу стічних вод. Водночас важливо запропонувати мотиваційний механізм переходу вітчизняних підприємств на сучасні технології реклеймінгу стічних вод.

#### Література:

1. Forslund, A., Malm Renofalt, B., Barchiesi, S., Cross, K., Davidson, S., Ferrel, T., Korsgaard, L., Krchnak, K., McClain, M., Meijer, K. and Smith, M. (2009) Securing Water for Ecosystems and Human Well-being: The Importance of Environmental Flows. Swedish Water House Report 24. — 52 p.
2. Hernandez-Sancho, Francesc, Lamizana-Diallo, Birguy, Mateo-Sagasta, Javier and Qadir, Manzoor (2015). Economic Valuation of Wastewater: The cost of action and the cost of no action. UNEP. — 72 p.



3. Drechsel, P., Qadir, M. and Wichelns, D. (2015a) (eds). *Wastewater: Economic Asset in an Urbanizing World*. Springer Netherlands. — 282 p.

4. У Львові вироблятимуть біогаз із мулу стічних вод. Візуалізація. URL: [http://tvoemisto.tv/news/lvivvodokanal\\_vyroblyatyme\\_biogaz\\_iz\\_mulu\\_stichnyh\\_vod\\_85375.html](http://tvoemisto.tv/news/lvivvodokanal_vyroblyatyme_biogaz_iz_mulu_stichnyh_vod_85375.html)

5. На Супрунівській очисній станції "Полтававодоканалу" незабаром з'явиться мікрогідроелектростанція. URL: <http://energolife.info/ua/2017/Utilities/5105>

6. Всесвітня доповідь Організації Об'єднаних Націй про стан водних ресурсів. "Стічні води неосвоєний ресурс", 2017 — 12 с.

7. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи). — К.: НААН України, Інститут водних проблем і меліорації, 2015. — 46 с.

8. Jan Petervan der Hoek, Heleende Fooij, Andr? Struiker. *Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater — Resources, Conservation and Recycling Volume 113, October 2016 — P. 53—64.*

9. Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В.Б. та ін.: Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб. — К.: Інститут екологічного управління та збалансованого при родокористування, 2017. — 200 с. (Бібліотека екологічних

10. UNGA (United Nations General Assembly). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/70/L.1.* New York, UNGA.

11. В Україні зникають малі річки, під загрозою. URL: <https://www.unian.ua/ecology/naturalresources/2258489-v-ukrajini-znikayut-mali-richki.html>

12. Цілі сталого розвитку в Україні. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/clear-water-and-sanitation>

13. ТОП-100 найбільших підприємств-забруднювачів вод у 2018 році. URL: <https://www.davr.gov.ua/news>

#### References:

1. Forslund, A. Malm Renofalt, B. Barchiesi, S. Cross, K. Davidson, S. Ferrel, T. Korsgaard, L. Krchnak, K. McClain, M. Meijer, K. and Smith, M. (2009), "Securing Water for Ecosystems and Human Well-being: The Importance of Environmental Flows", *Swedish Water House Report*, pp. 24 — 52.

2. Hernandez-Sancho, F. Lamizana-Diallo, B. Mateo-Sagasta, J. and Qadir, M. (2015), *Economic*

*Valuation of Wastewater: The cost of action and the cost of no action*, UNEP, Nairobi, Kenya.

3. Drechsel, P. Qadir, M. and Wichelns, D. (2015), *Wastewater: Economic Asset in an Urbanizing World*, Springer, Netherlands.

4. Tvoe misto (2017), "Biogas from sewage sludge will be produced in Lviv. Visualization", available at: [http://tvoemisto.tv/news/lvivvodokanal\\_vyroblyatyme\\_biogaz\\_iz\\_mulu\\_stichnyh\\_vod\\_85375.html](http://tvoemisto.tv/news/lvivvodokanal_vyroblyatyme_biogaz_iz_mulu_stichnyh_vod_85375.html) (Accessed 13 August 2019).

5. Energolife.info (2017), "Microhydroelectrostation to appear at Suprunova Poltavavodokanal Treatment Plant soon", available at: <http://energolife.info/ua/2017/Utilities/5105> (Accessed 13 August 2019).

6. United Nations (2017), *World Water Status Report "Sewage undrawn resource"*, UN, NY, USA.

7. Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS (2015), *Vodna stratehiia Ukrainy na period do 2025 roku (naukovi osnovy) [Water strategy of Ukraine for the period until 2025 (scientific basis)]*, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Kyiv, Ukraine.

8. der Hoek, J. P. Fooij, H. and Struiker, A. (2016), "Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 113, pp. 53—64.

9. Tomiltseva, A.I. Yatsik, A.V. and Mokin, V.B. (2017), *Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnyimi resursamy: navch. posib. [Environmental Basics of Water Management: Educ. tool.]*, Institute for Ecological Management and Balance in the Use of Rodents, Kyiv, Ukraine.

10. UNGA (United Nations General Assembly) (2015), "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/70/L.1", UN, New York, USA.

11. UNIAN (2017), "Small rivers are threatened in Ukraine", available at: <https://www.unian.ua/ecology/naturalresources/2258489-v-ukrajini-znikayut-mali-richki.html> (Accessed 13 August 2019).

12. United Nations in Ukraine (2018), "Sustainable Development Goals in Ukraine", available at: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/clear-water-and-sanitation> (Accessed 13 August 2019).

13. The official site of State Water Resources Agency of Ukraine (2019), "The Top 100 Largest Water Pollution Enterprises in 2018", available at: <https://www.davr.gov.ua/news> (Accessed 13 August 2019).

*Стаття надійшла до редакції 15.08.2019 р.*