

інноваційним процесом в Україні: налагодження взаємодії між учасникам : тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції, МІРУ –2014, 22–23 травня 2014 р., Львів : Національний університет “Львівська політехніка”. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – С. 39–40. 17. Розпорядження Кабінету Міністрів України “Про затвердження плану заходів щодо утвердження позитивного іміджу України, поширення інформації про її туристичний потенціал у державах, які представлені у Міжнародному олімпійському комітеті і Міжнародному паралімпійському комітеті” від 07.11.2013 № 888-р. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.Zakon.rada.gov.ua/go/888-2013-p>. 18. Управління туризму і курортів ЛОДА. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.tourism.loda.gov.ua>.

УДК 621.039+66.081.3

І. М. Петрушка, І. З. Крет, К. І. Петрушка
Національний університет “Львівська політехніка”

ПЕРСПЕКТИВИ ОЧИЩЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВОДНОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В СИСТЕМІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

© Петрушка І. М., Крет І. З., Петрушка К. І., 2015

Наведені дослідження, скеровані на розширення спектра використання природних та модифікованих сорбентів для адсорбційного очищення стічних вод від забрудників 2–4 класу небезпеки, є актуальними і дозволяють мінімізувати екологічну небезпеку від забруднення гідросфери. Забезпечення економічного розвитку підприємств України потребує постійного пошуку резервів зростання їх виробничо-збутових можливостей. Потужним резервом такого зростання може бути реалізація заходів, спрямованих на економію ресурсів у розрахунку на одиницю самого вихідного продукту, яка виготовляється за допомогою цих ресурсів.

Потрібно порівняти ефективність діяльності двох підприємств однієї галузі в однаковий часовий проміжок. Необхідно обґрунтувати доцільність застосування показника ефективності використання певного виду ресурсів підприємства. Запропоновано класифікацію використання природних та модифікованих природних сорбентів залежно від виду та концентрації забрудника в стічних водах. Побудовано структурно-логічну схему обґрунтування доцільності застосування показника ефективності використання певного виду ресурсів підприємства. Представлено групування чинників, що сприяють впровадженню ресурсозберігаючих технологій у разі наявності лише одного виробника-монополіста.

З проведеного аналізу видно, що за високого рівня конкуренції на ринку, найадекватнішим методом ціноутворення на вихідний продукт є метод замикаючих питомих приведених витрат, тобто ціну одиниці вихідного продукту приймають на рівні питомих приведених витрат (ПВ) у того виробника вихідного продукту, для якого вони є найменшими.

А впровадження на промислових підприємствах ресурсощадних видів техніки та технологій потребують визначення можливостей повнішого урахування чинників невизначеності та ризику під час такого оцінювання.

Ключові слова: ресурсозберігаючі технології, сорбенти, адсорбція, барвники, розчинники, радіонукліди, екологічна безпека.

PERSPECTIVES OF FILTERING WATER ENVIRONMENT FOR PROVIDING SECURITY OF WATER-RESOURCING POTENTIAL IN THE SYSTEM OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES

© Petrushka I., Kret I., Petrushka K., 2015

Presented studies in the article are directed to expand the range of using natural and modified sorbents for adsorptional purification of wastewater pollutants from 2-4 class of danger are relevant and to minimize environmental risks of pollution of the hydrosphere.

Ensuring economic development of enterprises in Ukraine needs constant search for increased reserves of its production and sales abilities. With powerful reserve of such increase could be the implementation of measures, directed to save resources per unit of output product, which manufactured by using these resources.

There is a need to compare the effectiveness of two companies of the same industry at the same period of time. You must prove the feasibility of indicator performance, using a certain type of enterprise resources. In the article the classification of natural and modified natural sorbents depending on the type and concentration of purification in wastewater.

Created structural and logical scheme for applying effectiveness unit for a certain type of enterprise resources. Presented a grouping factors that contribute the implementing energy saving technologies in the case where there is only one monopoly producer.

The analysis showed that if the high level of competition in the market exists, the most appropriate method of price creation on outcome product is a method of locking unit of reduced costs, the price of the outcome product taken as specific reduced costs (SRC) in the manufacturer of the outcome product for whom they are the lowest:

And implementation in industrial enterprises of resource saving types and technologies need to identify opportunities for more complete account of risks and uncertainties in the process of the evaluation.

Key words: resource-saving technologies, adsorbents, adsorption, dyes, solvents, radionuclides, environmental security.

Постановка проблеми дослідження. Практично всі поверхневі та значна частина підземних водних ресурсів, особливо в районах розташування потужних промислових комплексів, відчувають антропогенний вплив, що підтверджується щорічним зростанням обсягів скиду умовно та нормативно очищених стічних вод. У 2011 р. у поверхневі водні об'єкти скинуто 8697 млн. м³ стічних вод, а частка забруднених стічних вод у загальному водовідведенні у 2011 р. (36,7 %) порівняно з 2010 р. збільшилась майже на 6 %.

Накопичення токсичних складових стічних вод створює істотну техногенну небезпеку водноресурсному потенціалу держави. Повною мірою це стосується і стоків, забруднених речовинами, які належать до другого – четвертого класу небезпеки, такі як органічні барвники, органічні розчинники та радіонукліди, що є одними із найнебезпечніших для гідросфери.

Зменшити концентрацію органічних речовин у стічних водах до граничнодопустимих, можливо адсорбцією, зворотним осмосом, ультрафільтрацією, електродіалізом, іонним обміном [1]. Зі стічних вод легко адсорбуються активованим вугіллям акрилонітрин, анілін, бензин, хлорбензол, циклогексан, крезол, фенол та інші органічні речовини [2, 3].

Розроблені вітчизняними та зарубіжними вченими високоефективні методи очищення на основі адсорбції переважно спрямовані на нейтралізацію одного з забрудників стічних вод. Крім того, їхнє широкомасштабне впровадження вимагає часткової, або повної заміни очисного обладнання. Поряд із синтетичними адсорбентами, які традиційно застосовуються у цих процесах (активоване вугілля, силікагелі, штучні цеоліти), останнім часом проводять дослідження та практичні впровадження як адсорбентів природних дисперсних мінералів [4–6].

Разом з тим постійний інтерес науковців до теоретичних та експериментальних досліджень процесу адсорбції з розчинів на міжфазній межі “тверде тіло – рідина” обумовлений важливістю цього явища для багатьох хімічних, біологічних та геохімічних процесів.

На основі наведеного можна стверджувати, що дослідження скеровані на розширення спектра використання природних та модифікованих сорбентів для адсорбційного очищення стічних вод від забрудників другого–четвертого класу небезпеки, є актуальними і дають змогу мінімізувати екологічну небезпеку від забруднення гідросфери.

А забезпечення економічного розвитку вітчизняних підприємств потребує постійного пошуку резервів зростання їх виробничо-збутових можливостей. Одним з потужних резервів такого зростання є реалізація заходів, спрямованих на економію ресурсів у розрахунку на одиницю самого вихідного продукту, яка виготовляється за допомогою цих ресурсів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Мінерально-сировинна база України є достатньо вагомою у світовому вимірі, що підтверджує Закон України “Про затвердження загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року”. Згідно з техніко-економічними розрахунками, наведеними в програмі, потреба в мінерально-сировинних ресурсах ґрунтується на освоєнні новітніх технологій.

До такої мінеральної сировини належать і природні сорбенти. Проте їх використання в природоохоронних технологіях (на прикладі бентонітових мінералів) є мізерно мале і становить 4 % порівняно з іншими галузями, наприклад ливарне виробництво – 52 %, харчова промисловість – 6 %, сільське господарство – 18 % .

Доцільність та перспективність використання природних сорбентів доведена працями таких вчених школи академіка Д. Р. Овчаренка: Ю. І. Тарасевич, В. В. Манк, Л. В. Мельник.

Завдяки пористій структурі та високорозвиненій поверхні такі мінеральні сорбенти, як бентоніт, палигорськіт, глауконіт проявляють високі адсорбційні, каталітичні та іонообмінні властивості і здатні селективно вилучати з водних розчинів речовини різних класів, зокрема радіоактивні ізотопи. Їхня нетоксичність робить можливим використання цих реагентів для потреб різних галузей промисловості. Економічна доцільність використання цих реагентів у різних технологічних процесах зумовлюється: існуванням ефективних методів регулювання їхньої геометричної структури та хімічної природи поверхні, наявністю в Україні великих промислових родовищ і невисокою вартістю мінералів.

Одним з ефективних методів вилучення забруднення надзвичайно широкої природи практично до будь-якої остаточної концентрації, незалежно від їх хімічної стійкості, є сорбційний метод, масообмінним процесом якого можна регулювати та прогнозувати. Саме тому його і вибрано як перспективний для очищення стоків від забрудників. Найперспективніше застосовувати для очищення природні дисперсні сорбенти, які є порівняно недорогими, а тому не потребують регенерації, широко розповсюдженими в надрах України, ефективні у використанні.

Проте на відміну від деяких авторів [7], ми вважаємо, що із відомих дисперсних сорбентів потенційними сорбентами слід розглядати глинисті мінерали, які здатні під впливом гідратації збільшувати розміри адсорбційних ємностей, що створює сприятливі умови для сорбції великих за розміром молекул синтетичних барвників (на відміну від природних цеолітів, які мають жорсткий каркас). Такими потенційними сорбентами ми розглядали бентоніти, глауконіти та палигорськіти.

Зокрема автори [8] розробили метод оцінювання економічного ефекту від впровадження на промислових підприємствах ресурсозберігаючих видів техніки та технологій.

Необхідно порівняти ефективність діяльності двох підприємств однієї галузі в однаковий часовий проміжок. Також, обґрунтувати доцільність застосування показника ефективності використання певного виду ресурсів підприємства.

Мета статті. Метою цієї роботи є:

– розроблення методичних засад перспективності широкого використання природних сорбентів в екологічно безпечних технологіях очищення стічних вод від забрудників другого–четвертого класів небезпеки, які істотно відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями;

- побудова структурно-логічної схеми обґрунтування доцільності застосування показника ефективності використання певного виду виробничих ресурсів підприємства;
- формування чинників, що впливають на ефективність впровадження на підприємствах ресурсозберігаючих технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Джерела забруднення стічних вод синтетичними барвниками і на підприємствах, де ці барвники виробляють, і на підприємствах, де їх використовують у технологічних процесах, можна умовно розділити на три групи:

- стічні води, які утворюються на стадіях фільтрування (виділення барвника у технологіях його отримання та відділення пофарбованої субстанції у технологіях фарбування);
- стічні води, які утворюються від промивання технологічного обладнання;
- поверхневі води, забруднені барвником яких створюється внаслідок промивання забруднених поверхонь.

Перші із цих стічних вод є найзабрудненішими і потребують найглибшого очищення. Стічні води від промивання технологічного обладнання є менш концентровані за забрудниками. Що ж до поверхневих вод, то концентрація в них барвника значною мірою залежить від культури виробництва та повноти реалізованих заходів щодо захисту навколишнього середовища від шкідливих факторів виробництва.

Аналізуючи дані моніторингу щодо розміщення підприємств - виробників та підприємств-споживачів барвників, можна відзначити дві тенденції відносно їх локалізації (рис.1):

- концентрування підприємств-виробників у прив'язці до запасів води та районів розвинутої хімічної промисловості;
- концентрування підприємств-споживачів до промислово розвинених районів.



Рис. 1. Моніторинг підприємств-виробників та споживачів органічних барвників в Україні

Першу тенденцію можна пояснити значною потребою у технічній воді в виробництві барвників, а також розміщенням підприємств з їх виробництва у місцях наявності сировини, якою часто слугують продукти хімічної та нафтохімічної промисловості.

Щодо другої тенденції, то слід зауважити, що виробництва барвників, як важливого, але малотоннажного продукту для підприємств-споживачів, не слугують концентраторами розміщення цих підприємств, підприємства-споживачі барвників більше тяжіють до місць збуту готової продукції, хоча важливою умовою залишається для основної кількості цих підприємств барвників також і забезпечення технічною водою.

Якщо ж аналізувати рис. 1 загалом, то слід зауважити, що в основному небезпека забруднення поверхневих вод України стічними водами, що містять синтетичні барвники, належить до басейну ріки Дніпро. Менша частина підприємств, які можуть виступати потенційними забрудниками поверхневих вод (і які зосереджені в Західній Україні), належать до басейну Дністра. Загалом кількість потенційних забруднювачів поверхневих вод стоками, що містять барвники доволі значна, що наголошує на необхідності розроблення ефективних та недорогих в експлуатації технологій, які б дали змогу очищати стоки від барвників та забезпечити екологічну безпеку України.

На нашу думку, такими технологіями можуть бути адсорбційні технології із використанням як адсорбентів природних дисперсних сорбентів. Питомі об'єми стічних вод у різноманітних технологічних операціях фарбувально-обробних виробництв істотно коливаються (коефіцієнт часової нерівномірності перебуває в межах 1,2–3,0) і становлять від 50 м³/т до 480 м³/т. Ці стічні води є складними гетерогенними системами, які містять суміші в різному фазово-дисперсному стані. Вони мають специфічний колір, ІК досягає 1:13*10³ і більше для відпрацьованих зафарбованих розчинів.

До специфічної категорії забрудників стічних вод належать органічні розчинники, які переважно є безбарвними. Здійснено моніторинг забруднення вод чотирма розчинниками: гексаном, етилацетатом, ізопропанолом та циклопентанолом.

Під час моніторингу враховували те, що утворення стоків, забруднених розчинниками, можливе в двох місцях: місці виготовлення цих розчинників та місці їх використання. Тому були проаналізовані і технології виготовлення розчинників, і технології їх застосування. Гексанові розчинники використовують у хімічній промисловості для виробництва поліелефінів, синтетичних каучуків; у легкій промисловості під час первинного оброблення вовни; у мікробіологічній промисловості під час екстрактивного очищення білково-вітамінного концентрату; у харчовій промисловості для екстракцій харчових жирів, для екстракцій ефірних олів з ефірооливної сировини та інших технічних потреб.

Етилацетат отримують із ацетальдегіду в присутності каталітичної кількості алколюгату алюмінію та етерифікацією оцтової кислоти етанолом. У промисловості етерифікацію ведуть у присутності сірчаної кислоти в колонах із зрошенням потрійною азеотропною сумішшю: етилацетат 83,2 %, вода 7,8 %, етанол 9 %. Застосовують етилацетат як розчинник для нітроцелюлози, целюлоїда, алкідних, вінілових, полівінілацетатних смол тощо. У суміші з спиртом – для розчинення ацетилцелюлози, як розчинник для лаків, а також як желатинотворювальна речовина у виробництві вибухових речовин. Він також знаходить застосування для екстракції оцтової кислоти із водних розчинів, його використовують у харчовій промисловості для виготовлення фруктових есенцій, у хімічній промисловості – для отримання ацетооцтового ефіру, адетилацетону та інших сполук.

Ізопропанол використовують у хімічній та лакофарбовій промисловості як реагент та розчинник, для отримання ізопропіонового альдегіду, як антифриз та в складі суміші для синтезу антифризу. Останнім часом ізопропанол широко застосовують у складі рідин для обмивання скла.

Практично вільною від забруднення органічними розчинниками є центральна частина України, південна її частина та Крим. Порівняно мало промислових забруднювачів розміщено в Західній Україні, причому всі вони є монозабруднювачами.

Що стосується басейну Дніпра, то там розташовані підприємства, стоки яких забруднені органічними розчинниками, часто в композиції 2 чи 3 розчинників. Багато підприємств, стоки яких містять органічні розчинники, розміщені в індустріально розвинутому Донбасі. І в цьому районі стоки часто містять декілька органічних розчинників-забруднювачів. Якщо аналізувати випадки, коли стоки забруднені одним забруднювачем, то видно, що переважно цим забруднювачем є гексан.

Результати проведеного моніторингу стоків, забруднених органічними забрудниками, свідчать про актуальність досліджень щодо розроблення та впровадження технологій очищення стоків від одного або декількох органічних розчинників – забруднювачів для забезпечення екологічної безпеки України. Радіоактивні матеріали та джерела іонізуючого випромінювання широко використовують в ядерно-енергетичній індустрії, медицині, багатьох галузях промисловості та наукових дослідженнях, відповідно в менших чи більших масштабах утворюються рідкі радіоактивні відходи (РРВ) у кожній із цих галузей.

Радіоактивні водні розчини становлять понад 99 % всіх утворених РРВ, тому нижче як РРВ будуть розглядатися саме гомогенні водні розчини неорганічних речовин, забруднені радіоактивними речовинами. За об'ємною активністю РРВ класифікують так: низькоактивні РРВ – активність менше ніж $3,7 \cdot 10^5$ Бк/л; середньоактивні РРВ – активність $3,7 \cdot 10^5 - 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/л Бк/л; високоактивні РРВ – активність більше ніж $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк/л Бк/л.

Обсяги утворення низько- та середньоактивних відходів становлять 95–99 % від загального об'єму утворюваних РРВ. До високоактивних відходів переважно зараховують відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП), або продукти його перероблення.

В Україні поводження з високоактивними відходами обмежується охолодженням ВЯП, скеруванням його на переробку в Російську Федерацію або зберіганням у сухих сховищах ВЯП. Потенційна радіоекологічна небезпека у регіонах України формується за рахунок діяльності таких підприємств: зона відчуження Чорнобильської атомної електростанції (ЧАЕС); атомні електростанції; державне об'єднання “Радон” (УкрДО “Радон”), урановидобувна та переробна промисловості; навчальні та науково-дослідні установи з дослідницькими реакторами та нейтронними пришвидшувачами, медичні та промислові підприємства, що використовують у своїй діяльності джерела іонізуючого випромінювання.

На основі проведених моніторингових та експериментальних досліджень пропонуємо класифікацію, в основі якої закладені шляхи використання природних та модифікованих природних сорбентів залежно від виду та концентрації забрудника в стічних водах (рис. 2) [9].



Рис. 2. Класифікація використання природних та модифікованих сорбентів у технологіях очищення стічних вод від забрудників другого–четвертого класу небезпеки

Розглянемо ситуацію коли порівнюється ефективність діяльності двох підприємств однієї галузі в однаковий часовий проміжок.

Нехай одне з цих підприємств характеризується меншою ефективністю використання певного виду ресурсів, але завдяки більшому обсягу цього ресурсу отримує більший прибуток, ніж друге підприємство.

Отже, у разі справедливості припущення про незалежність зміни ефективності використання певного виду ресурсів підприємства від зміни застосовуваних обсягів цих ресурсів показник такої ефективності є індикатором пошуку резервів збільшення розміру фінансових результатів діяльності підприємств (рис. 3).

Однак слід відзначити, що сформульоване припущення на практиці виконується не завжди та, принаймні, не у повному обсязі. Одна з причин цього полягає у тому, що із збільшенням розмірів застосовуваних підприємством ресурсів доволі часто збільшуються питомі витрати, пов'язані з їх експлуатацією, оскільки поступове залучення кожної додаткової одиниці ресурсів може обходитися підприємству усе дорожче. У зв'язку з цим у кожному конкретному випадку потрібно ретельно виявляти межі застосування наведеного вище припущення.

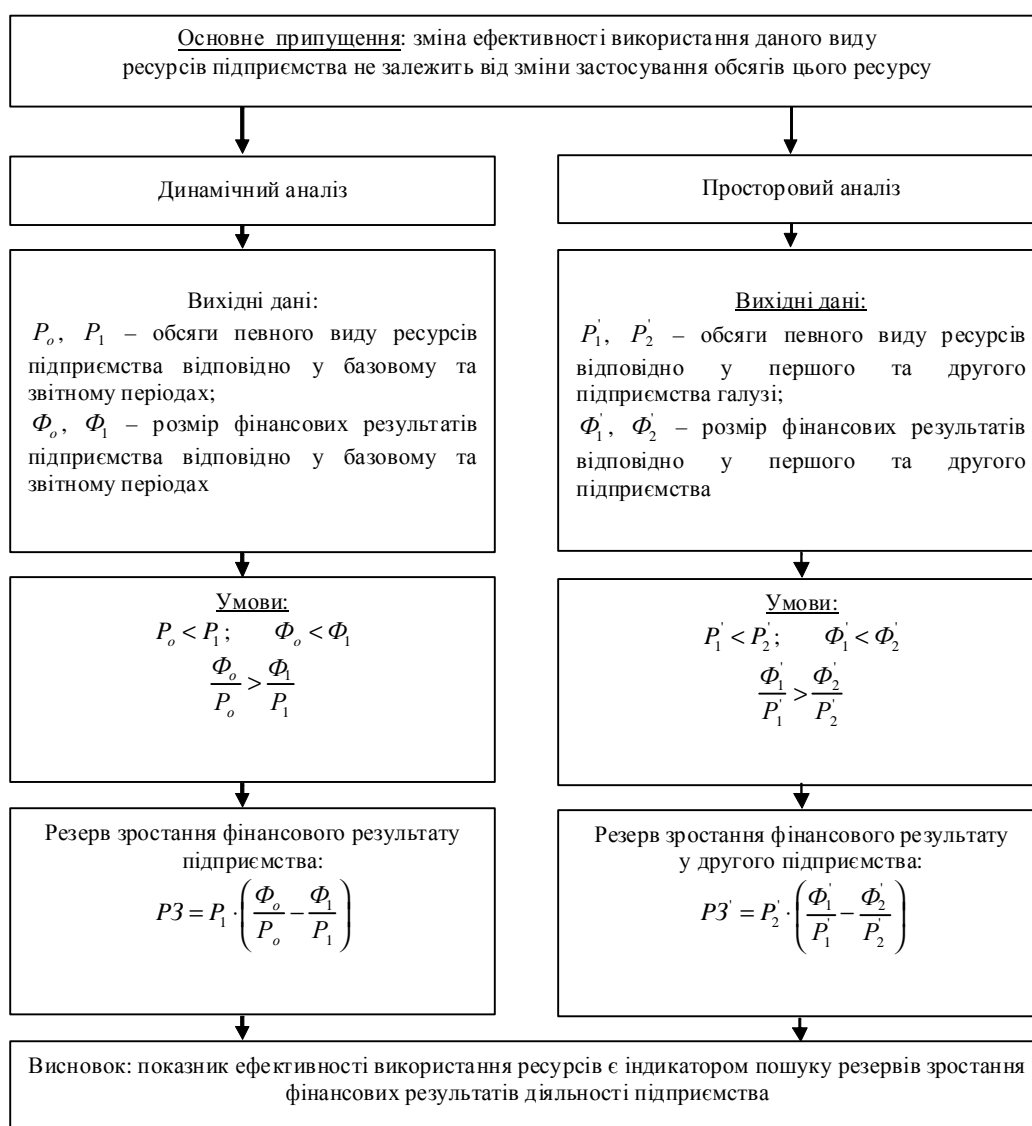


Рис. 5. Структурно-логічна схема обґрунтування доцільності застосування показника ефективності використання певного виду ресурсів підприємства як індикатора пошуку резервів збільшення фінансових результатів його діяльності

Оцінюючи вплив певних чинників на доцільність та ефективність впровадження на промислових підприємствах ресурсозберігаючих технологій, потрібно враховувати низку передумов, а саме:

– наявність у цій галузі підприємств з різним рівнем технічної оснащеності, що закономірно призводить до різних значень показників собівартості та питомої капіталомісткості аналогічного вихідного продукту за різними підприємствами. За таких умов необхідно мати інформацію про матрицю питомих витрат ресурсів на виробництво одиниці вихідного продукту за усіма видами цих ресурсів та усіма підприємствами галузі. Очевидно, що підприємства з більшими питомими витратами певного виду ресурсів будуть сильніше реагувати на дію чинників, що зумовлюють необхідність впровадження технологій, спрямованих на економію цього виду ресурсу;

– наявність у цій галузі достатньо конкурентного ринку, зокрема достатньої кількості виробників певного вихідного продукту. Якщо ця умова не виконується (наприклад, існує лише один виробник-монополіст), то дія чинників, що сприяють впровадженню ресурсозберігаючих технологій, може бути істотно загальмованою (наведено в таблиці).

Групування чинників, що впливають на ефективність впровадження на підприємствах ресурсозберігаючих технологій

Назви класифікаційних ознак групування чинників	Назви груп чинників
1	2
1. За видами ресурсів, питомі витрати яких на виробництво вихідного продукту будуть скорочені	Чинники, що зумовлюють економію питомих витрат: матеріальних ресурсів, технічних ресурсів, трудових ресурсів та інвестиційних ресурсів
2. За характером причин виникнення чинників	Чинники, які зумовлені: покращенням системи управління та організації виробництва на підприємстві, відносним покращенням техніко-технологічних параметрів виробництва вихідного продукту за певними основними засобами порівняно із діючими, зміною кон'юнктури ринків вихідного продукту та засобів виробництва і удосконаленням державної підтримки заходів у ресурсозбереженні
3. За місцем виникнення чинників	Чинники, які виникають у процесі діяльності: даного підприємства (наприклад поступове зношення його основних засобів, виокремлення програм ресурсозбереження як пріоритетних у діяльності підприємства тощо), розробників та виробників елементів техніко-технологічної бази даного підприємства (наприклад, поява ресурсозберігаючих видів обладнання), постачальників сировини для даного підприємства (наприклад, збільшення цін на окремі види ресурсів), споживачів продукції даного підприємства (наприклад, збільшення обсягів цієї діяльності та, відповідно попиту на вихідний продукт даного підприємства), функціонування ринків трудових та фінансових ресурсів і функціонування органів державної влади (наприклад, надання податкових пільг для підприємств, які впроваджують ресурсозберігаючі технології)
4. За впливом на рівень цін на продукцію підприємства	Чинники, які зумовлюють: зниження цін на вихідний продукт підприємства (позитивні для споживачів вихідного продукту чинники), збільшення цін на вихідний продукт (негативні для споживачів вихідних продуктів чинники),
5. За впливом на ефективність діяльності даного підприємства	Чинники, які: підвищують ефективність діяльності даного підприємства – позитивні чинники для підприємства (наприклад, зростання попиту на його вихідний продукт) і знижують ефективність діяльності даного підприємства – негативні чинники для підприємства (наприклад, прискорення морального старіння його основних засобів)

1	2
6. За наслідками впливу на оновлення основних засобів підприємства	Чинники, які: зумовлюють впровадження ресурсозберігаючих технологій лише для виробництва додаткового обсягу вихідного продукту без припинення та заміни існуючих техніки та технології (зокрема, низький рівень конкуренції в галузі, невисокий ступінь морального старіння основних засобів на даному підприємстві тощо) і призводять до необхідності передчасної заміни вже функціонуючих елементів техніко-технологічної бази підприємства (наприклад, високий рівень конкуренції в галузі, значний ступінь технічної оснащеності виробництва і праці у конкурентів порівняно із даним підприємством, раптові зміни в технології виробництва вихідного продукту в даній галузі тощо)

– наявність у цій галузі механізмів швидкого встановлення рівноважної ціни на вихідний продукт. Проведений аналіз показав, що у разі високого рівня конкуренції на ринку, найадекватнішим методом ціноутворення на вихідний продукт є метод замикаючих питомих приведених витрат, тобто ціна одиниці вихідного продукту приймається на рівні питомих приведених витрат (*ППВ*) у того виробника вихідного продукту, для якого вони є найменшими:

$$ППВ_i = (C_i + K_i \times E_n) / O_i = c_i + k_i \times E_n \rightarrow \min,$$

де *ППВ_i* – питомі приведені витрати за *i*-ю технологією виготовлення певного вихідного продукту, грн.; *C_i* – собівартість річного випуску вихідного продукту за *i*-ю технологією, грн.; *K_i* – потрібні інвестиції у впровадження *i*-ї технології, грн.; *E_n* – нормальна річна прибутковість інвестицій у частках одиниці (така їх мінімальна прибутковість, за якої інвестори погоджуються інвестувати свої кошти); *O_i* – річний натуральний обсяг виробництва вихідного продукту за *i*-ю технологією; *c_i* – собівартість одиниці вихідного продукту за *i*-ю технологією ($c_i = C_i / O_i$), грн.; *k_i* – питома капіталомісткість вихідного продукту за *i*-ю технологією ($k_i = K_i / O_i$), грн.

Слід відзначити, що добуток $K_i \times E$ у формулі питомих приведених витрат – це фактично нормальний річний прибуток за *i*-ю технологією. Якщо його поділити на *O_i*, то отримуємо нормальний прибуток на одиницю вихідного продукту – $k_i \times E$.

Якщо додати до нього *c_i*, то отримуємо рівноважну ціну одиниці вихідного продукту, за якої попит на неї дорівнює пропозиції і прибутковість інвестицій у її виробництво становить *E*.

Отже, питомі приведені витрати – це рівноважна ціна одиниці вихідного продукту і та технологія, за якої ця ціна є найменшою, є найбільш конкурентоспроможною, оскільки за фіксованої функції попиту вона забезпечує максимальний сукупний обсяг виробництва вихідного продукту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами моніторингу забрудників стічних вод запропонована класифікація використання природних та модифікованих сорбентів у технологіях очищення стічних вод від забрудників другого–четвертого класу небезпеки, яка дає змогу вибрати не тільки оптимальний вид сорбенту для нейтралізації забрудника, але і один зі способів модифікування монтморилонітових порід з метою підвищення ступеня сорбції і, відповідно, зменшення вторинного забруднення навколишнього середовища відпрацьованими сорбентами.

Проаналізувавши цю проблему, автори відзначають, що у разі високого рівня конкуренції на ринку, найадекватнішим методом ціноутворення на вихідний продукт є метод замикаючих питомих приведених витрат, тобто ціна одиниці вихідного продукту приймається на рівні питомих приведених витрат (*ППВ*) у того виробника вихідного продукту, для якого вони є найменшими.

Подальші дослідження проблеми зменшення концентрації органічних речовин у стічних водах до граничнодопустимих з метою впровадження на промислових підприємствах ресурсозберігаючих видів техніки та технологій потребують визначення можливостей повнішого урахування чинників невизначеності та ризику під час такого оцінювання.

1. Зинюк О. Р. *Основи колористики і хімії барвників: курс лекцій*. Під ред. О. Поліщука./ О. Р. Зинюк – Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 1997. – 330 с. 2. Jiuhui Qu. *Research progress of novel adsorption processes in water purification: A review* // *Journal of Environmental Sciences*. – 2008. – Vol. 20. – P. 1–13. 3. Poroikov V./ *Computer-aided prediction of biological activity spectra. Application for finding and optimization of new leads*/ Poroikov V., Filimonov D. // *Rational Approaches to Drug Design*, Eds. H.-D. Holtje, W. Sippl, Prous Science, Barcelona, 2002. – P. 403–407. 4. Манк В. В. *Про можливість використання природних дисперсних мінералів для відбілювання соняшникової олії* / В. В. Манк, І. І. Марцін, Л. В. Фіалковська // *Хімічна промисловість України*. – 1997. – № 4. – С. 30–33. 5. Овчаренко Ф. Д. *Ионный обмен и поверхностные явления на дисперсных минералах* / Ф. Д. Овчаренко // В кн: *Успехи коллоидной химии*. – М.: Наука, 1973. – С. 67–77. 6. M. Maliovany *Experience of using natural dispersiblis adsorbents of Ukraine for cleaning industrial drains*/ M. Maliovany, Y. Gumnitsky, M. Sannikov // *Konferenciya "Mikrozanieczyszczenia w srodowisku w swietle przepisow unii europejskiej"*. – Ustron. – 2000. – P. 90–93. 7. Троцький В.І. *Використання хімічно – активованих цеолітів для поглинання високомолекулярних органічних сполук* / В. І. Троцький, Я. М. Ханік, С. Г. Ягольник // *Збірник тез II всеукраїнської науково-практичної конференції „Біотехнологія. Освіта. Наука.”: Львів, 6–8 жовтня 2004 р.* – С. 76. 8. Ємельянов О. Ю. *Методичні засади оцінювання економічної ефективності впровадження ресурсозберігаючих технологій на промислових підприємствах* / О. Ю. Ємельянов, Т. О. Петрушка, І. З. Крет // *Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Проблеми економіки та управління”*. – 2013. – № 754. – С. 18–62. 9. Petrova M. A. *Sorption of Sr on Clay Minerals Modified with Ferrocyanides and Hydroxides of Transition Metals* / M. A. Petrova, I. M. Krip, A. G. Flowers, T. V. Shimchuk, I. M. Petryshka. // *ISSN № 1066-3622 Radiochemistry*. – 2008. – Vol. 50. – No.5. – P. 502–507.