

УДК 620.9

В.Д. БІЛОДІД, канд. техн. наук, ст. наук. співр.**О.Є. МАЛЯРЕНКО**, канд. техн. наук**В.В. СТАНИЦІНА**, аспірант

Інститут загальної енергетики НАН України, Київ

ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙ У ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

У статті запропоновано показники комплексної оцінки інновацій у промислових технологіях для прийняття рішень щодо доцільності їх впровадження. Наведено приклад розрахунку ефективності впровадження технології “сухого гасіння коксу” на заміщення технології “мокрого гасіння”.

Для визначення доцільності впровадження інноваційних промислових технологій, модернізації виробництва з метою зменшення енергоспоживання необхідно оцінити їх ефективність. Доцільність впровадження інновацій у промислові технології традиційно визначається порівнянням питомих витрат енергоресурсів у базовій та новітній технології та проведенням фінансово-економічного аналізу за методикою UNIDO [1], але ефект від впровадження інноваційних рішень часто виходить за рамки певного технологічного процесу, в якому саме впроваджують новітнє обладнання. Прикладом такого впровадження є заміщення установок мокрогасіння коксу установками сухого гасіння, які в комплексі з добудованими до них котлами-утилізаторами (КУ) дозволяють виробляти 70% технологічної пари за рахунок вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) та при добудові до КУ турбодетандера виробляти власну електроенергію з покриттям потреби коксохімічного заводу на 100%.

Метою даного дослідження є вибір показників для комплексної оцінки впровадження інновацій у промислових технологіях.

Завданням дослідження є аналітичний огляд існуючих показників, які можливо використати для оцінки енергетичної, екологічної та економічної ефективності впровадження інновацій у промислові технології, запропонування власної системи показників, що дозволять провести комплексну оцінку ефективності нововведень.

До наукової новизни слід віднести запропоновану систему показників комплексної оцінки інновацій, що впроваджуються у про-

мисловості, результати апробації запропонованої методології оцінки ефективності нововведень.

Найбільш наочним показником енергетичної ефективності, який враховує використання енергетичного потенціалу ВЕР, є показник повної енергоємності продукції, зниження якого показує можливу економію по окремих напрямках використання енергоресурсів: пряме використання, на виробництво енергоносіїв, на функціонування очисного обладнання, енерговитрати на видобування та транспортування сировини. Питанню оцінки енергоємності кінцевої продукції присвячено чимало робіт науковців Інституту загальної енергетики [2–10]. Останнім часом до показника повної енергоємності виробництва включають й екологічну складову, яка відображає енергетичні витрати на функціонування очисного обладнання, віднесені на одиницю виробленої продукції.

До переліку інших енергетичних показників, які дозволяють визначити ефективність впровадження інновацій, слід віднести також енергетичний та ексергетичний коефіцієнти корисної дії (ККД) технологічного процесу та окремих установок. ККД технологічного процесу до та після впровадження інновацій дозволяє розрахувати максимальну економію енергоресурсів в цілому та за їх окремими видами, що отримується після впровадження новітніх технічних рішень, та вибрати найкращий з можливих варіантів:

$$\Delta E_{kj}^t = (\eta^{\text{нов}} - \eta^{\text{баз}}) \cdot E_{kj}^{\text{баз}} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Зауважимо, що економія одного виду енергоресурсу може не привести до зниження енер-

гоємності продукції, тому при виборі з переліку i -х взаємозамінних технічних рішень обирають таке, що відповідає максимальному зниженню енергоємності виробництва продукції на кінцевій стадії виробництва (сумарна витрата енергоресурсів по всіх переділах на виробництво продукції на підприємстві, віднесена на одиницю виробленої продукції):

$$\Delta e_k^t = \sum_{i=1}^I (e_k^{i, \text{баз}} - e_{ki}^{\text{нов}}) \rightarrow \max. \quad (2)$$

При використанні в енергетичному аналізі показника повної енергоємності продукції, який розраховується згідно з стандартом [2] за формулою та має більший перелік складових $e^{\text{п}} = (e_{\text{ер}} + e_{\text{ен}} - e_{\text{вер}}) + e_{\text{см}} + e_{\text{тр}} + e_{\text{овф}} + e_{\text{тв}} + e_{\text{ос}}, \quad (3)$

потрібно уточнити, що зниження цього показника доцільно не по всіх його складових. Для зменшення повної енергоємності продукції на підприємстві доцільно мінімізувати окремі складові цього показника, такі як: енергоємність сировини і матеріалів – $e_{\text{см}}$, що закуповуються або виробляються на підприємстві, енергоємність транспортування сировини та матеріалів – $e_{\text{тр}}$, енергоємність використаних енергоресурсів та енергоносіїв – $e_{\text{ер}}, e_{\text{ен}}$, енергоємність трудовитрат – $e_{\text{тв}}$. При цьому енергоємність вторинних енергоресурсів – $e_{\text{вер}}$, що дає зниження енергоємності технологічного процесу, потрібно збільшувати у раціональних обсягах; енергоємність основних виробничих фондів – $e_{\text{овф}}$ та охорони навколишнього середовища – $e_{\text{ос}}$ зменшуватись може, але не за рахунок відсутності очисного обладнання взагалі, а його раціонального вибору.

Включення до технологічного ланцюга виробництва продукції очисних споруд приведе до збільшення величини повної енергоємності продукції, але у випадку зниження сплати збору за забруднення навколишнього середовища та використання відходів підприємство отримає економічний ефект. Порівняння енергоефективності технології до та після впровадження технічного рішення з використанням показника повної енергоємності продукції повинно проводитись при однаковому наборі складових, які враховано при розрахунку.

Для оцінки екологічного ефекту інноваційних рішень, що впроваджуються у промисловому виробництві, пропонується ввести показник **зменшення сплати збору за забруднення** навколишнього природного середовища:

$$\Delta \Pi_{\text{екол}} = \Pi_{\text{екол}}^{\text{баз}} - \Pi_{\text{екол}}^{\text{нов}} = (\Pi_{\text{вс}}^{\text{баз}} + \Pi_{\text{с}}^{\text{баз}} + \Pi_{\text{рв}}^{\text{баз}}) - (\Pi_{\text{вс}}^{\text{нов}} + \Pi_{\text{с}}^{\text{нов}} + \Pi_{\text{рв}}^{\text{нов}}) \rightarrow \max \quad (4)$$

де $\Pi_{\text{екол}}^{\text{баз}}, \Pi_{\text{екол}}^{\text{нов}}$ – величини збору, які підприємство сплачує за викиди, скиди шкідливих речовин в навколишнє середовище і розміщення відходів відповідно до та після модернізації; $\Pi_{\text{вс}}^{\text{баз}}, \Pi_{\text{вс}}^{\text{нов}}$ – сума збору, який справляється за викиди стаціонарними джерелами забруднення відповідно до та після модернізації; $\Pi_{\text{с}}^{\text{баз}}, \Pi_{\text{с}}^{\text{нов}}$ – сума збору, який справляється за скиди відповідно до та після модернізації; $\Pi_{\text{рв}}^{\text{баз}}, \Pi_{\text{рв}}^{\text{нов}}$ – сума збору, який справляється за розміщення відходів відповідно до та після модернізації.

Для тих підприємств, що не мають дозволу на викиди, скиди та на розміщення відходів або мають понаднормативні скиди і розміщення твердих відходів, потрібно розраховувати **еколого-економічні збитки**, заподіяні навколишньому середовищу [11–14]:

$$Z = (A_{\text{ф}} + V_{\text{ф}} + Z_{\text{ф}}) + (N_{\text{р}} + M_{\text{р}} + P_{\text{с.г}} + P_{\text{р.г}} + P_{\text{л.г}} + P_{\text{рек}} + P_{\text{п.з.ф}}), \quad (5)$$

де $A_{\text{ф}}$ – збиток від забруднення атмосферного повітря; $V_{\text{ф}}$ – збиток від забруднення поверхневих і підземних вод; $Z_{\text{ф}}$ – збиток від забруднення поверхні землі і ґрунту; $N_{\text{р}}$ – збиток від втрати життя і здоров'я населення; $M_{\text{р}}$ – збиток від руйнації й ушкодження ОВФ, знищення майна і споруд; $P_{\text{с.г}}$ – збиток від вилучення з обігу або погіршення якості сільськогосподарських угідь; $P_{\text{р.г}}$ – збиток від втрат у рибному господарстві; $P_{\text{л.г}}$ – збиток від втрати продукції й об'єктів лісового господарства; $P_{\text{рек}}$ – збиток від знищення і погіршення якості рекреаційних ресурсів; $P_{\text{п.з.ф}}$ – збиток, завданий природно-заповідному фонду.

Якщо підприємство здійснило заходи щодо зменшення збитків, заподіяних навколишньому середовищу, пропонується розраховувати відносний показник зменшення збитків:

$$K_{\text{зб}} = \frac{Z_{\text{відв}}}{Z^{\text{б}}} = \frac{Z^{\text{б}} - Z^{\text{т}}}{Z^{\text{б}}} \rightarrow 1, \quad (6)$$

де $Z_{\text{відв}}$ – величина відверненого збитку, який вдалось відвернути внаслідок реалізації природоохоронного заходу; $Z^{\text{б}}, Z^{\text{т}}$ – еколого-економічні збитки відповідно до та після впровадження природоохоронного заходу.

Економічну оцінку ефективності впровадження інновацій проводять з використанням цілого ряду фінансово-економічних показни-

ків, що змінюються в часі та дисконтуються до якогось одного моменту часу. До них належать: загальний розрахунковий період використання енергетичного та технологічного обладнання; капіталовкладення у впровадження модернізації, реконструкцію чи нове будівництво; сума дисконтованих капіталовкладень; загальний економічний ефект, який можна досягти в розрахунковому році від впровадження модернізації, реконструкції чи нового будівництва; витрати на реалізацію модернізації, реконструкції чи нове будівництво; чистий дисконтований прибуток; термін окупності модернізації, реконструкції чи нового будівництва; індекс прибутковості (відносний показник економічної ефективності, який визначається відношенням суми приведених ефектів до величини капіталовкладень) [1].

Для визначення економічної ефективності впровадження інновацій є необхідним використання показника сумарного економічного ефекту від впровадження *i*-х інновацій, технічних рішень та ін., максимум якого і визначить найкращий варіант:

$$\Delta EK_{\text{техн}}^t = \sum_i \Pi_b^t \Delta B_i^t + \sum_i \Pi_q^t \Delta Q_i^t + \sum_i \Pi_w^t \Delta W_i^t + \sum_i \Delta \Pi_{\text{екоЛ}}^t + \sum_i \Delta V_{\text{експ}}^t \rightarrow \max, \quad (7)$$

де $\sum_i \Pi_b^t \Delta B_i^t$ – зниження витрат на покупне паливо; $\sum_i \Pi_q^t \Delta Q_i^t$ – зниження витрат на покупку або власне виробництво теплової енергії; $\sum_i \Pi_w^t \Delta W_i^t$ – зниження витрат на покупку або власне виробництво електроенергії; $\sum_i \Delta \Pi_{\text{екоЛ}}^t$ – зміна сплати збору за забруднення навколишнього середовища; $\sum_i \Delta V_{\text{експ}}^t$ – зниження експлуатаційних витрат в результаті впровадження технічних рішень.

Таким чином, ефективність впровадження інновацій у промислові технології пропонуємо визначати за низкою показників: енергетичних – за формулами (1)–(2), екологічних – за формулами (3)–(5), економічних – за формулою (6) та відомим показником – терміном окупності капіталовкладень.

Розрахунок ефективності промислової технології за показниками, що запропоновано, приведено на прикладі виробництва коксу та коксохімічної продукції для типового коксохі-

Таблиця 1. Повна енергоємність процесу коксування з різними установками гасіння

Показники	Установка мокрого гасіння		Установка сухого гасіння	
	питомі витрати, одиниця виміру/т коксу	енергоємність, кг у.п. / т коксу	питомі витрати, одиниця виміру/т коксу	енергоємність, кг у.п. / т коксу
<i>Використані енергоресурси:</i>				
Коксовий газ, нм куб. (горючий ВЕР)	175	99,9	175	99,9
Електроенергія, кВт·год	5,2	1,9	5,2	1,9
Пара, Гкал	0,045	7,5	0,045*	7,5
Енергоємність енергоресурсів		109,3	–	109,3
Використано горючих ВЕР		99,9	–	99,9
Використано теплових ВЕР		–	–	7,5
Енергоємність енергоресурсів з урахуванням використаних ВЕР		9,4	–	1,9
<i>Енерговитрати на виробництво використаних енергоносіїв:</i>				
Пара, Гкал	0,045	0,086	0,045	0,086
Електроенергія, кВт·год	5,2	0,14	5,2	0,14
Вода технічна, тис. м куб.	0,66	82,3	–	–
Енергоємність енергоносіїв		82,5	–	0,23
<i>Енерговитрати на виробництво і доставку використаної сировини і матеріалів:</i>				
Шихта, т	1,3	46,3**	1,3	46,3**
Повна енергоємність коксу		238,1	–	155,8
Повна енергоємність коксу з урахуванням ВЕР		138,2	–	55,9

*Пару вироблено в котлі-утилізаторі (КУ), який побудовано до УСГК.

**Енергоємність шихти розраховано по процесу вуглепідготовки.

мічного виробництва обсягом 2500 тис. т коксу на рік. Енергетичну ефективність оцінено за показником повної енергоємності процесу коксування (табл. 1).

Як видно з табл. 1, при впровадженні установки сухого гасіння коксу (УСГК) знижується повна енергоємність кінцевого продукту в порівнянні з мокрим гасінням у башті за рахунок виробництва пари у котлі-утилізаторі, що добувається до УСГК, та усуненні споживання технічної води (відповідно й електроенергії на її подачу). Зниження повної енергоємності процесу складає 60%. Найбільший ефект від модернізації установки гасіння коксу досягається у коксохімічному виробництві, де в технологічних процесах використовується пара, що вироблена в КУ за рахунок енергії вторинних теплових енергоресурсів.

У табл. 2 приведено узагальнений розрахунок енергоємності продукції коксохімічного виробництва в цілому з урахуванням виробництва теплової енергії шляхом використання теплоти гарячого коксу.

Як видно з табл. 2, можливе скорочення повної енергоємності коксохімічної продукції в цілому сягає 68%, оскільки пара є основним енергоресурсом у цих процесах.

Для розрахунку екологічних показників використано дані з табл. 3 і 4.

Після модернізації технологічного процесу з заміною установки мокрого гасіння на сухе зникнуть викиди із гасильної башти (табл. 4). За даними [15], в складі УСГК є 2 джерела організованих викидів в атмосферу: свіча надлишкового інертного газу після димососу та свіча, через яку викидаються гази, що виділяються з газу в форкамері. Питомі викиди пилу через ці джерела складають відповідно 5,7–11,5 і 17,6–28,8 г/т погашеного коксу. Конструкцією УСГК очистка газів не передбачена. Тоді сумарні викиди пилу від УСГК складуть від 43,5 до 75,28 т/рік. В розрахунку прийнято середнє значення – 60 т/рік.

Збір за викиди по варіанту з мокрим гасінням в цінах 2005 р., склав $P_{\text{екоЛ1}} = 125,86$ тис. грн, після модернізації (сухе гасіння) – $P_{\text{екоЛ2}} = 112,37$ тис. грн. Економія в цінах базового 2005 року склала $\Delta P_{\text{екоЛ}} 2005 = 13,49$ тис. грн. В цінах 2007 р. відповідно – $P_{\text{екоЛ1}} = 333,31$ тис. грн, $P_{\text{екоЛ2}} = 297,59$ тис. грн, економія в цінах 2007 року склала – $\Delta P_{\text{екоЛ}} 2007 = 35,72$ тис. грн.

Зростання плати за викиди (цін 2007 р. до 2005 р.) є одним з чинників, що стимулює впровадження інноваційних технологій, які дають екологічний ефект, на підприємствах.

Враховуючи, що УСГК дає можливість виробляти пару в котлах-утилізаторах в обсязі 544 тис. Гкал при загальному споживанні коксохімічним заводом 775 тис. Гкал, що покриває 70% річного споживання теплоенергії підприємством, а можливе додаткове виробництво електроенергії у турбодетандері при роботі в режимі з відборами пари у розмірі 55 кВт·год/т коксу [15] загальним обсягом 112,2 млн. кВт·год складає 100% потреби заводу, сумарний економічний ефект від здійснення такої модернізації виробництва при цінах на енергоносії 2005 р. (теплоенергія на промислових підприємствах – 52 грн./Гкал, електроенергія – 17 коп./кВт·год, ціна на коксовий газ – 90 грн./тис.нм³), з урахуванням зниження сплати збору за викиди складає: $EK = C^T \cdot \Delta Q + C^{\text{ел}} \cdot W_{\text{дод}} + C^{\text{пал}} \cdot \Delta V + \Delta P_{\text{екоЛ}} = 52 \text{ грн./Гкал} \cdot (775-544) \text{ тис. Гкал} + 0,17 \text{ грн./кВт·год} \cdot 112200 \text{ тис. кВт·год} + 90 \text{ грн.} \cdot 207 \text{ тис. нм}^3 + 13,7 \text{ тис. грн.} = 31,1 \text{ млн. грн.}$ При існуючих цінах (2007 р.) на енергоносії (теплоенергія на промислових підприємствах – 179,49 грн./Гкал, електроенергія – 43,59 коп./кВт·год, ціна на коксовий газ – 120 грн./тис.м³), з урахуванням зниження сплати збору за викиди економічний ефект складає: $EK = C^T \cdot \Delta Q + C^{\text{ел}} \cdot W_{\text{дод}} + C^{\text{пал}} \cdot \Delta V + \Delta P_{\text{екоЛ}} = 179,49 \text{ грн./Гкал} \cdot (775-544) \text{ тис. Гкал} + 0,4359 \text{ грн./кВт·год} \cdot 112200 \text{ тис. кВт·год} + 120 \text{ грн.} \cdot 207 \text{ тис. нм}^3 + 35,7 \text{ тис. грн.} = 90,43 \text{ млн. грн.}$

Строк окупності УСГК вартістю – $K_{\text{УСГК}} = 150$ млн. грн. при цінах 2005 р. дорівнює: $T_{\text{ок}} = K_{\text{УСГК}} / EK = 150 / 31,1 = 4,8$ р. Впровадження УСГК було можливим, але не для всіх підприємств економічно доцільним.

Строк окупності УСГК при більш високих цінах на енергоносії 2007 р. дорівнює: $T_{\text{ок}} = K_{\text{УСГК}} / EK = 150 / 90,43 = 1,66$ р, що надає додаткову мотивацію для впровадження УСГК на коксохімічних заводах.

Установки сухого гасіння коксу, які є розробкою вітчизняних вчених, не впроваджувались у нашій країні з причини низьких цін на енергоносії (до 2005 р.) і низької вартості установок мокрого гасіння коксу (10–15 млн. грн.). При зростанні цін на енергоносії термін окупності нової установки знижується, стає приваб-

Таблиця 2. Повна енергоємність продукції коксохімічного виробництва (коксохімічні цехи разом)

Показники	Питомі витрати, одиниця виміру/т коксу	Енергоємність, кг у.п. / т коксу
<i>Використані енергоресурси:</i>		
Електроенергія, кВт-год	59,1	21,6
Пара, Гкал	278,1	46,4
Енергоємність енергоресурсів	–	68,0
Енергоємність енергоресурсів з урахуванням теплових ВЕР	–	21,6
<i>Енерговитрати на виробництво використаних енергоносіїв:</i>		
Пара, Гкал	278,1	0*
Повна енергоємність коксохімічної продукції	–	68,0
Повна енергоємність коксу з урахуванням теплових ВЕР	–	21,6

*Пару вироблено в котлі-утилізаторі (КУ), який добудовано до УСГК.

Таблиця 3. Викиди в атмосферу при виробництві коксу з установкою мокрого гасіння

Компонент	Процес розвантаження, т/рік	Гасильна башта, т/рік	Інші джерела, т/рік	Загальні викиди, т/рік	Питомі викиди, кг/т коксу
Пил	378	38,4	219	635	340
Бенз(а)пірен	0,014	0,00001	–	0,014	0,007
Сажа	–	–	71	71	38
Нафталін	–	–	2,58	2,58	1,38
Двоокис сірки	50,6	0,39	2470	2520	1350
Окис вуглецю	–	28,2	1650	1678	898
Сірководень	–	44,1	1,3	45,4	24
Оксиди азоту	57	–	188	246	130
Аміак	25,3	152	8,6	186	99
Фенол	1,6	2,6	0,39	4,6	2
Ціаніди	8,2	19,2	–	27,4	15
C ₅ H ₅ N	3,7	0,39	0,51	4,6	2,5
Бензол	1,7	–	13,3	15	8

Таблиця 4. Викиди в атмосферу при виробництві коксу з установкою сухого гасіння

Компонент	Процес розвантаження, т/рік	Інші джерела, т/рік	Загальні викиди, т/рік	Питомі викиди, кг/1 т коксу
Пил	378	279	657	319
Бенз(а)пірен	0,014	–	0,014	0,007
Сажа	–	71	71	38
Нафталін	–	2,58	2,58	1,38
Двоокис сірки	50,6	2470	2520	1350
Окис вуглецю	–	1650	1650	883
Сірководень	–	1,3	1,3	0,7
Оксиди азоту	57	188	246	130
Аміак	25,3	8,6	33,9	18
Фенол	1,6	0,39	1,99	0,1
Ціаніди	8,2	–	8,2	4,4
C ₅ H ₅ N	3,7	0,51	4,2	2,2
Бензол	1,7	13,3	15	8

ливим впровадження УСГК. Підприємство, що впроваджує установку сухого гасіння коксу, стає незалежним від зовнішніх поставок енер-

гоносіїв і має економію палива шляхом повного використання як горючих, так і теплових ВЕР.

ВИСНОВОК

При розгляді кількох технологій, що можуть бути рекомендовані для впровадження замість існуючої (або вибору варіанта модернізації), потрібно мінімізувати енергетичні та максимізувати показники економічного ефекту при прийнятному для підприємства терміні окупності нового обладнання. При аналізі впровадження інноваційних та інших техніч-

них рішень на конкретному підприємстві до показників економічної ефективності додають обґрунтований фінансовий аналіз доцільності впровадження інновацій саме на цьому підприємстві. Економічний аналіз показує лише доцільність прийняття певних технічних рішень незалежно від суб'єкта, який буде отримувати прибутки.

1. Guidelines for preparing the industrial investment project profile UNIDO. – 1991. – 85 p.
2. ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98) Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг. – К.: Держстандарт України, 1998. – 11 с.
3. *Панченко Г.Г.* Энергоэкономический анализ производства продукции, работ и услуг. – К., 1994. – 30 с. (Препр. / НАН Украины. Ин-т пробл. Энергосбережения; 94-3).
4. *Гнідий М.В., Куц Г.О., Терещук Д.А.* Метод розрахунку повних енергетичних витрат на виробництво продукції // *Экотехнологии и ресурсосбережение.* – 1997. – №5. – С. 67–72.
5. *Гнедой Н.В., Маляренко Е.Е.* К вопросу оценки энергоёмкости котельно-печного и моторного топлива // *Вісник УБЕНТЗ.* – 1998. – №8. – С.39–42.
6. *Гнедой Н.В., Маляренко Е.Е.* Новые методические подходы к определению энергоёмкости продуктов нефтепереработки // *Тези доповідей XI Міжнародної конференції “Ресурсоенергозбереження у ринкових відносинах”.* – К.: НДЦ “Нафтохім”. – 2004. – С.35–40.
7. Розробка методичних питань визначення показників повних енергетичних витрат для енергоємної продукції з метою практичної оцінки ефективності енергозберігаючих заходів: Звіт про НДР (заклучний). – Київ: ІЗЕ НАН України, 2000. – 156 с. (№ДР0198U001399).
8. Проведення аналізу, розрахунків і порівняльних оцінок показників енергоємності та повної енергоємності промислової продукції: Звіт про НДР (заклучний) / Ін-т загальної енергетики НАН України; кер. М.В.Гнідий. – № ДР0101U002717; К., 2003. – 172 с.
9. *Маляренко О.Є.* Методи оцінювання енергетичної ефективності для визначення потенціалу енергозбереження та прогнозування енергоспоживання в процесах нафтопереробки. Автореферат канд. дис., 2005. – 20 с.
10. Розробка та розвиток наукових основ комплексної оцінки енергозберігаючих заходів, прогнозування економічно доцільних потенціалів енергозбереження в Україні: Звіт про НДР (заклучний) / Ін-т загальної енергетики НАН України. – № ДР0104U003065; – К., 2006. – 240с.
11. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів № 162/698 від 01.06.1995.
12. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря № 157/693 від 29.05.1995.
13. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства № 285/2725 від 05.05.1998.
14. *Сліпченко В.Г., Бридун Є.В., Дергачова В.В., Єлізаренко Г.М., Ліп В.Е., Недін І.В.* Еколого-економічні збитки: кількісна оцінка. – К.: Політехніка, 2001. – 216 с.
15. *Бородин М.В., Попов В.Ю., Старченко Э.В.* Энергоресурсы коксохимической промышленности Украины. Направления их использования // *Кокс и химия.* – 2000, №7. – С. 45–47.