

С.В.ШУЛЬЖЕНКО

Інститут загальної енергетики НАН України, Київ

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ РИНКУ

У статті наведено аналіз особливостей функціонування та розвитку електричних станцій в ринкових умовах. Розглянуті основні техніко-фізичні та техніко-економічні показники, обмеження та переваги використання кожного з них для цілей аналізу ефективності функціонування електростанцій. В якості інтегрального показника ефективності функціонування електростанції запропоновано використовувати середньозважену собівартість виробництва електроенергії. Наведені результати розрахунків середньозваженої собівартості виробництва електроенергії для вітрової електростанції та традиційної вугільної конденсаційної електростанції. Розрахунки виконано з урахуванням невизначеності вхідних даних з використанням методу Монте-Карло.

Сучасний стан функціонування електроенергетики характеризується широким впровадженням ринкових принципів регулювання її діяльності. Головною метою таких перетворень є забезпечення конкуренції між підприємствами електроенергетики, що має привести до зниження вартості та підвищення якості електрозабезпечення споживачів. Одним з інструментів реалізації такої політики є дотримання чіткого розділення основних видів діяльності: виробництва (генерації) електроенергії, її транспортування та розподілу. Функції оперативного-технологічного управління електрогенеруючими потужностями, оптової закупівлі та продажу електроенергії, державного регулювання електроенергетикою, які є похідними від двох основних видів діяльності (виробництво та розподіл електроенергії), також є розділеними і реалізуються відповідними державними установами, організаціями та підприємствами. Кожен з цих видів діяльності, відповідно до існуючої нормативно-правової бази та політики держави, є юридично та економічно самостійним і безпосередньо не залежить від інших.

На відміну від монопольної моделі, яка дозволяла планувати поточну та майбутню діяльність електроенергетики як цілісного вертикально-інтегрованого комплексу, ринкові засади передбачають значну ступінь незалежності окремих підприємств електроенергетики в їх поточній діяльності, а також при плануванні їх розвитку. Це суттєво ускладнює

розробку планів з розвитку електроенергетики як цілісного сектору промисловості не тільки на довгострокову, але навіть на середньострокову перспективу, оскільки кожен з учасників ринку електроенергії формує і реалізує власний, напряму не підпорядкований іншим учасникам, алгоритм поведінки, який до того ж може час від часу змінюватись.

Така свобода об'єктивно обумовлює декілька фундаментальних розбіжностей у цілях основних учасників ринку електроенергії. Споживачі зацікавлені в отриманні електроенергії за найнижчим тарифом відповідно до зручного для них графіка. Виробники електроенергії зацікавлені в постачанні якнайбільшого обсягу електроенергії за найвищим тарифом, що має забезпечити їм найбільший дохід, отримання якого і є основною ціллю діяльності підприємств, які працюють за ринковим принципом. Усування цих принципових протиріч є основним завданням державних органів-регуляторів. Незважаючи на наявність протиріч між усіма учасниками ринку електроенергії, вони залежать один від одного і утворюють умовно замкнену систему виробництва – розподілу – споживання, регулювання якої здійснює держава.

Хоча передбачається, що всі учасники ринку електроенергії є рівноправними, але очевидно, що первісним, системоутворюючим учасником є саме виробник, оскільки без виробника відсутній предмет (електроенергія), завдяки якому виникають і підтримуються відносини

на ринку. Ця обставина обумовлює спрямованість першочергової уваги на організацію процесу та ефективність виробництва електроенергії різноманітними технологіями, аналіз переваг та недоліків кожної технології, що виникають під впливом різноманітних факторів, серед яких головними є такі: фізико-технічні та техніко-економічні особливості функціонування технологій; особливості нормативно-правового середовища, яке регулює сфери діяльності пов'язані із процесом генерації електроенергії; особливості функціонування ринків палива, енергії, фінансів та інших; особливості природоохоронного законодавства; поточні особливості і можливі тенденції в споживанні електроенергії в зоні дії електростанції.

Аналіз цих факторів і їх вплив на ефективність процесу генерації електроенергії здійснюється практично в кожному науковому або науково-практичному дослідженні, присвяченому як окремим типам електростанцій, так і електроенергетичним системам різних рівнів — від локальних, регіональних до міждержавних. Різноманітність підходів та методів визначення, оцінки та аналізу цих факторів надзвичайно велика і через це зробити повний аналіз всіх існуючих математичних моделей, присвячених цій темі, неможливо. Наведемо лише деякі характерні підходи, згруповані відповідно до умов функціонування ринку електроенергії. Методи врахування основних факторів, що впливають на ефективність роботи електростанцій для умов командно-адміністративної економіки СРСР другої половини ХХ сторіччя з монопольною формою організації ринку електроенергії розглянуті в [1, 2]. Особливості впливу багатьох факторів на ефективність роботи електростанцій та методи їх врахування в умовах повільної, обережної трансформації монопольної моделі ринку електроенергії до лібералізованої, що характерно для Російської Федерації кінця ХХ — початку ХХІ сторіччя, можна знайти в роботах [3, 4, 5]. Загальноприйняті підходи до оцінки ефективності впровадження та функціонування об'єктів генерації електроенергії різних типів в умовах сталих ринкових відносин на ринку електроенергії, що притаманно для країн Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), наведені в [6, 7, 8]. Як роботи, що досліджують та пропонують методичні підходи врахування чинників, які складно прогнозува-

ти та навіть кількісно оцінити в ринкових умовах, можна розглядати [9, 10, 11]. Незважаючи на велику кількість досліджень, єдиного, загальноприйнятого підходу врахування чинників впливу та їх аналізу на ефективність роботи та розвитку електростанцій в ринковому середовищі не існує, що обумовлює актуальність таких досліджень у світі.

Для умов монопольної моделі функціонування та розвитку електроенергетики СРСР було характерне спрямування особливої уваги на техніко-фізичні аспекти ефективності функціонування електростанцій, що вело до детального врахування перш за все матеріальних ресурсів при виробництві електроенергії. Для країн ОЕСР з ринковою економікою традиційно набагато більше уваги приділялось економічним показникам ефективності, що обумовило більш суттєву увагу до техніко-економічних показників. Це привело до суттєво детальнішого, ніж у СРСР, врахування суто фінансових ресурсів, а також набагато глибшого аналізу впливу їх доступності та умов залучення на ефективність впровадження та функціонування об'єктів генерації електроенергії. Зазначена особливість для умов ринкових перетворень, які відбуваються в Україні, обумовлює необхідність освоєння підходів, які розроблені та використовуються в країнах ОЕСР з одночасним збереженням та подальшим розвитком підходів та методів, які були характерні для СРСР. Комплексне, всебічне врахування всіх суттєвих факторів, що впливають на ефективність функціонування електростанцій, рішень з їх реконструкції та модернізації, а також на ефективність процесу впровадження нових електрогенеруючих потужностей, розробка дієвих методичних підходів кількісної оцінки та аналізу цих факторів є підґрунтям стабільності функціонування та сталого розвитку електроенергетичного комплексу України в цілому.

У найбільш загальному випадку ефективність визначають як відношення результату до витрат. З точки зору техніко-фізичних особливостей роботи електростанції як окремого об'єкта результатом її діяльності є обсяг виробництва, а точніше відпуску основної продукції — електричної енергії. Якщо розглядати електростанцію як комерційне підприємство, то виробництво електроенергії є лише проміжним результатом її діяльності, а кінцевим ре-

зультатом є певний фінансовий показник, зазвичай обсяг доходу або прибутку, який вона забезпечує протягом певного часу. Причому, теоретично, відпуск електроенергії споживачам не є обов'язковим для отримання доходу, наприклад, якщо електростанція здійснює виключно функції резерву. Також додатковими результатами, в залежності від цілей досліджень, можуть слугувати такі: здатність електростанцій забезпечувати роботою населення прилеглих територій, і як наслідок підвищувати доходи населення (соціальна користь), наповнювати місцевий та центральний бюджет, внаслідок сплати податків (бюджетна користь), здійснювати різноманітні види забруднень навколишнього природного середовища (екологічна шкода) та інші.

Під час створення (будівництва) електростанції та протягом її існування вона споживає такі основні типи ресурсів: природні, фінансові, паливні, сировинні, матеріально-технічні (у вигляді різноманітного обладнання та комплектуючих), трудові. За способом споживання ресурси структуровані таким чином: первісні капіталовкладення, умовно-постійні витрати, умовно-змінні витрати, інші витрати. Рознесення ресурсів за способом їх споживання і особливості врахування витрат ресурсів на окремих підприємствах з генерації електроенергії детально описані в [3, 4, 5].

Розрахунок техніко-фізичних показників для певної електростанції не викликає складнощів. Умовно-змінні показники розраховуються як співвідношення обсягів споживання певного ресурсу (або виробництва, наприклад, шкідливої речовини, що викидається в повітря), до обсягів виробництва основної продукції (електроенергії). Для умовно-постійних показників обсяг ресурсів, що використовуються, співвідносять з установленою електричною потужністю об'єкта. Основними техніко-фізичними показниками є такі: споживання палива (як правило по видах) на виробництво одиниці електричної енергії, викиди шкідливих речовин в повітря при виробництві одиниці електричної енергії, витрати на щорічні ремонтні роботи на одиницю встановленої електричної потужності, кількість персоналу на одиницю встановленої електричної потужності, капіталовкладення в одиницю встановленої електричної потужності.

Незважаючи на можливість побудови де-

тальної системи техніко-фізичних показників, які враховують всі суттєві особливості роботи кожної технології генерації електроенергії, використовувати їх для порівняння ефективності однієї електростанції по відношенню до іншої, особливо, якщо вони технологічно різні, дуже складно і часто не коректно. Таким чином, техніко-фізичні показники всебічно і найкращим чином характеризують зміни ефективності певної технології, які відбуваються з часом або служать для порівняння ефективності технологічно близьких електростанцій.

Техніко-фізичні показники лише частково, як проміжні, використовуються в задачах прогнозування розвитку електроенергетики або окремих електростанцій. Найбільш вагомими показниками, які характеризують ефективність роботи електростанцій в таких задачах є техніко-економічні, які, незважаючи на свою різноманітність, в основі мають один базовий показник – собівартість виробництва електроенергії. Суттєвою особливістю показника собівартості виробництва електроенергії є його непостійність для двох однакових проміжків часу та умов функціонування електростанції. Навіть, якщо зафіксувати всі показники, що характеризують умови роботи електростанції, а також ціни на матеріальні та трудові ресурси, то все одно для двох різних періодів часу однакової тривалості собівартість буде відрізнятися через врахування в ній амортизаційних відрахувань, які є різними для різних періодів. Ця властивість собівартості фактично обумовлює неможливість коректного порівняння між собою не тільки процесу виробництва електроенергії на технологічно різних електростанціях, а навіть на двох технологічно абсолютно однакових електростанціях, які введені в експлуатацію в різний час. Одним з методів усунення цього недоліку є використання середньозваженої собівартості електроенергії (levelized cost of electricity), формулу розрахунку якої можна отримати з формули повної вартості виробництва електроенергії за життєвий цикл (life-cycle cost of electricity). Відповідно до [12] вартість виробництва електроенергії за життєвий цикл визначається формулою:

$$C^{LCC} = \sum_{t=1}^T [C_t^K + C_t^M + C_t^V - C_t^3] (1+r)^{-t}, \quad (1)$$

де C^{LCC} – вартість виробництва електроенергії за життєвий цикл, яка вимірюється в гро-

шових одиницях, причому номінальна вартість грошей відповідає першому етапу, що розглядається, T — термін життєвого циклу об'єкта, який складається з будівництва, експлуатації, демонтажу, C_t^K — капітальні або інвестиційні витрати в певний період життєвого циклу, C_t^M — умовно-постійні витрати для підтримки виробничих потужностей в працездатному стані, C_t^V — умовно-змінні витрати в певний період життєвого циклу, C_t^3 — дохідна частина від реалізації неосновної продукції, наприклад, залишкова ринкова вартість матеріальних активів після виводу об'єкта з експлуатації, r — значення реального (без урахування інфляції) дисконту.

Ліву частину формули (1), а саме значення вартості виробництва електроенергії за життєвий цикл можна представити формулою:

$$C^{LCC} = \sum_{t=1}^T [C_t^E E_t] (1+r)^{-t}, \quad (2)$$

де C_t^E — собівартість виробництва електроенергії в певний період життєвого циклу (грошових одиниць на одиницю електроенергії), E_t — обсяг виробництва електроенергії в певний період життєвого циклу (одиниць електроенергії).

Припустимо, що значення собівартості є однаковим для всіх періодів життєвого циклу, тобто $C^E = C_1^E = C_2^E = \dots = C_T^E$, і перепишемо формулу (2) у вигляді:

$$C^{LCC} = C^E \sum_{t=1}^T E_t (1+r)^{-t}. \quad (3)$$

Оскільки вартість виробництва електроенергії за життєвий цикл, тобто ліві частини формул (1) та (3) однакові, то, прирівнявши їх праві частини, можна отримати формулу середньозваженої собівартості електроенергії для життєвого циклу електростанції:

$$\begin{aligned} C^E \sum_{t=1}^T E_t (1+r)^{-t} &= \sum_{t=1}^T [C_t^K + C_t^M + C_t^V - C_t^3] (1+r)^{-t} \Rightarrow \\ \Rightarrow C^E &= \frac{\sum_{t=1}^T [C_t^K + C_t^M + C_t^V - C_t^3] (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^T E_t (1+r)^{-t}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Використання середньозваженої собівартості дозволяє коректно порівнювати між собою техніко-економічну ефективність роботи різних електростанцій в однакових умовах. Це створює підґрунтя для можливості раціонального вибору економічно-ефективних рішень з їх функціонування та розвитку. Середньозва-

жена собівартість є по суті показником, який визначає найважливіший в ринковій економіці показник — мінімальну точку беззбитковості діяльності для кожного з виробників, які формують пропозицію на ринку електроенергії.

При розрахунку середньозваженої собівартості також необхідно враховувати додаткові фактори, які є зовнішніми по відношенню до об'єкта і не є сталими в часі. За відсутності монопольного становища об'єкта на ринку електроенергії, що відповідає ринковим принципам економіки, ці фактори не залежать від особливостей функціонування електростанції або дій її управлінського персоналу. До головних зовнішніх чинників відносяться такі:

- особливості оподаткування підприємств та нарахування соціальних виплат працівникам, нарахування та обліку амортизаційних відрахувань;
- вартість праці, обладнання та комплектуючих (особливо імпортних);
- умови залучення фінансових ресурсів на ринку капіталу, стабільність фінансового сектору або тенденції зміни ситуації в банківсько-фінансовому секторі в перспективі;
- вартість паливно-енергетичних ресурсів та витратних матеріалів, а також їх доступність, тобто відсутність обмежень на їх споживання;
- особливості природоохоронного законодавства, система нарахування платежів та штрафів, а також їх рівні;
- графіки споживання електричної потужності в енергосистемі і умови, в тому числі технологічний режим, участі електростанції в її покритті.

Оскільки абсолютно точне визначення та фіксація всіх чинників, як внутрішніх, так і зовнішніх, є неможливим, особливо в майбутньому, то досягнення сталих оптимальних умов функціонування та розвитку електростанції у тривалій перспективі є також недосяжним завданням. Один зі способів врахування такої невизначеності наведений в [11]. Відповідно до цього способу при визначенні собівартості враховуються всі раціональні припущення про значення показників, що використовуються для розрахунку собівартості, та можливі темпи їх зміни в майбутньому. Значення конкретних показників із сформованих діапазонів обираються за методом Монте-Карло.

В якості прикладу визначення середньозваженої собівартості електроенергії наведемо результати розрахунків для двох типів електростанцій: вітрової та традиційної конденсаційної вугільної. Розрахунки виконано за даними, наведеними в табл. 1 та табл. 2.

На рис. 1 наведена гістограма розподілу частоти (вісь ординат) значень середньозваженої собівартості (вісь абсцис) для вітрової електростанції, які отримані в результаті моделювання методом Монте-Карло відповідно до методики наведеної в [11] (виконано 10000 експериментів). Безперервна лінія відповідає значенням, які отримані в результаті моделювання, а пунктирна лінія відповідає нормальному розподілу випадкової величини, в якості коефіцієнтів для побудови якої використані середнє значення собівартості та середньоквадратичне відхилення, розраховані за результатами моделювання. При моделюванні традиційної вугільної електростанції будуються аналогічні гістограми.

У результаті моделювання вітрової електростанції отримані такі значення середньозваженої собівартості: середнє — 69.65 \$/МВт

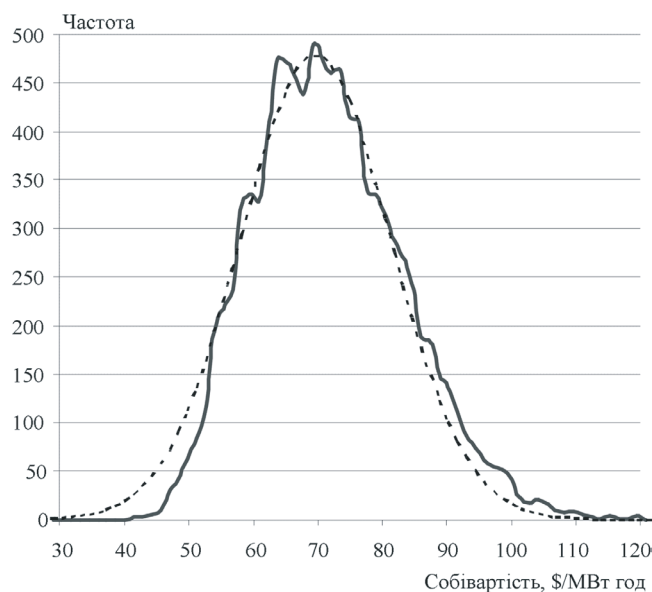


Рисунок 1. Частота розподілу значень середньозваженої собівартості виробництва електроенергії на вітровій електричній станції

год, мінімальне — 39.54 \$/МВт год, максимальне — 120.6 \$/МВт год, середньоквадратичне відхилення — 11.63 \$/МВт год. В результаті моделювання традиційної конденсаційної ву-

Таблиця 1. Вхідні показники для розрахунку середньозваженої собівартості виробництва електроенергії на вітровій електростанції

Показник	Одиниці виміру	Мінімальне значення	Максимальне значення
Питомі капіталовкладення у встановлену потужність	\$/кВт	1025	1450
Термін експлуатації	років	20	25
Частка основних фондів групи 1	частка від інвестицій	0.25	0.4
Частка основних фондів групи 3	частка від інвестицій	0.6	0.4
Штатний коефіцієнт	працівників / МВт	0.3	0.5
Умовно-постійні щорічні витрати на підтримку технології в працездатному стані	частка від капіталовкладень	0.01	0.02
Витрати на щорічні ремонти	частка від капіталовкладень	0.01	0.02
Коефіцієнт власних потреб	частка	0.03	0.07
Коефіцієнт готовності (Зима)	частка	0.92	0.97
Коефіцієнт готовності (Літо)	частка	0.92	0.97
Коефіцієнт використання встановленої потужності (Зима)	частка	0.2	0.35
Коефіцієнт використання встановленої потужності (Літо)	частка	0.15	0.25
Термін будівництва	років	1	1
Частка кредитних коштів	частка	0.4	0.65
Частка власних коштів	частка	0.6	0.35
Термін надання кредиту	років	5	7
Процентна ставка за кредитом	частка в рік	0.09	0.12
Дисконт реальний	частка	0.05	0.15
Заробітна плата персоналу (в тому числі нарахування на ФЗП)	\$/ працівник за рік	5000	8000

Таблиця 2. Вхідні показники для розрахунку середньозваженої собівартості виробництва електроенергії на традиційній конденсаційній вугільній електростанції

Показник	Одиниці виміру	Мінімальне значення	Максимальне значення
Питомі капіталовкладення у встановлену потужність	\$/кВт	1162	1746
Термін експлуатації	років	35	45
Частка основних фондів групи 1	частка від інвестицій	0.25	0.4
Частка основних фондів групи 3	частка від інвестицій	0.6	0.4
Штатний коефіцієнт	працівників / МВт	0.7	0.95
Умовно-постійні щорічні витрати на підтримку технології в працездатному стані	частка від капіталовкладень	0.015	0.03
Витрати на щорічні ремонти	частка від капіталовкладень	0.04	0.06
Вартість вугілля	\$/тонна умовного палива	80	120
Вартість природного газу	\$/тонна умовного палива	225	275
Відшкодування за викиди пилу	\$/тонна речовини	0.5	0.5
Відшкодування за викиди SO ₂	\$/тонна речовини	10	10
Відшкодування за викиди NO _x	\$/тонна речовини	10	10
Відшкодування за викиди GHG	\$/тонна речовини	0	1
Коефіцієнт власних потреб	частка	0.06	0.075
Питомі витрати вугілля	кг у.п./ МВт год	335	350
Питомі витрати природного газу	кг у.п./ МВт год	0	50
Ефективність зниження викидів пилу	частка	0.99	0.998
Ефективність зниження викидів SO ₂	частка	0.9	0.98
Ефективність зниження викидів NO _x	частка	0.8	0.9
Термін надання кредиту	років	7	9
Процентна ставка за кредитом	частка в рік	0.09	0.12
Дисконт реальний	частка	0.05	0.15
Заробітна плата персоналу (в тому числі нарахування на ФЗП)	\$/ працівник за рік	5000	8000

гільної електростанції, яка працює в базовому режимі, отримані такі значення середньозваженої собівартості: середнє — 49.36 \$/МВт год, мінімальне — 28.64 \$/МВт год, максимальне — 74.31 \$/МВт год, середньоквадратичне відхилення — 7.59 \$/МВт год. Моделювання традиційної конденсаційної вугільної електростан-

ції, яка працює в режимі розвантаження до технологічного мінімуму в базовій зоні електричних навантажень, дало такі результати середньозваженої собівартості: середнє — 61.84 \$/МВт год, мінімальне — 36.9 \$/МВт год, максимальне — 95.21 \$/МВт год, середньоквадратичне відхилення — 9.24 \$/МВт год.

Виконані дослідження дозволяють зробити такі висновки:

- техніко-фізичні показники ефективності функціонування та розвитку електростанцій дозволяють всебічно аналізувати лише споріднені за технологічними та фізичними властивостями способи генерації електроенергії;
- розрахунок техніко-економічних показників ефективності функціонування та розвитку електростанцій використовує як проміжні дані техніко-фізичні показники ефективності, а також враховує економічно-

правові чинники, які є зовнішніми по відношенню до електростанцій, що дозволяє комплексно врахувати всі важливі чинники, що впливають на ефективність функціонування електростанції;

- базою для розрахунків великої кількості техніко-економічних показників є показник собівартості, але лише розрахунок значення середньозваженої собівартості електроенергії (levelized cost of electricity) дозволяє співставляти не тільки технологічно

подібні способи виробництва електроенергії, а й технологічно різні;

- невизначеність вхідної інформації в довгостроковому періоді доцільно враховувати з використанням підходів, які базуються на методі Монте-Карло;
- отримані тестові результати моделювання свідчать, що розподіл середньо-

зваженої собівартості електроенергії відповідає нормальному закону випадкової величини, що дозволяє із заданою вірогідністю оцінювати діапазони, в яких знаходиться значення середньозваженої собівартості електроенергії для різних типів електростанцій та різних варіантів зовнішніх умов.

1. Экономика энергетики СССР: Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. / Чернухин А.А., Флаксерман Ю.Н. — М.: Энергия, 1980. — 344с.; ил.
2. Техничко-экономические основы выбора параметров конденсационных электрических станций. Под ред. Л.С.Стермана. — М.: “Высшая школа”, 1970. — 280 с.
3. Экономика энергетики: учеб. пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В.Мастерова и др.; под ред. Н.Д. Рогалева. — М.: издательство МЭИ, 2005. — 288 с.
4. Экономика энергетики: учеб. пособие / Н.В. Нагорная; Дальневосточный государственный технический университет. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. — 157 с.
5. Экономика ядерной энергетики: Основы технологии и экономики производства ядерного топлива. Экономика АЭС: Учеб. пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. / Синев Н.М. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 480 с.; ил.
6. Walter Short, Daniel J. Packey, and Thomas Holt. A Manual for Economic Evaluation of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies — National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy Managed by Midwest Research Institute, March 1995. — 120 с.
7. Joel Klein, Anitha Redham, David Ashuckian, Sylvia Bender, B. B. Blevins. Comparative Cost of California Central Station Electricity Generation Technologies — California Energy Commission, USA, June 2007. — 70 с.
8. Joel N. Swisher, Gilberto de Marino Jannuzzi, Robert Y. Redlinger. Integrated Resource Planning — UNEP & RISO National Laboratory, Denmark, 1997. — 259 с.
9. Ian F. Roth, Lawrence L. Ambs. Incorporating externalities into a full cost approach to electric power generation life-cycle cost // Energy. — 2004. — №29. — с. 2125 — 2144.
10. Danilo Feretic, Zeljko Tomsic. Probabilistic analysis of electrical energy costs comparing: production costs for gas, coal and nuclear power plants // Energy Policy — 2005. — №33. — с. 5 — 13.
11. Шульженко С.В. Особливості розрахунку вартісних показників в задачах прогнозування розвитку електроенергетичних систем в ринкових умовах їх функціонування // Проблеми загальної енергетики. — 2008. — №18. — с. 16 — 20.
12. Отраслевой руководящий документ ГКД 340.000.001-95. “Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику”. Методика. Общие методические положения. / Министерство энергетики и электрификации Украины, Киев — 1995.