

# СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КОМПЛЕКСНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ

УДК 620.9

**Б.А. КОСТЮКОВСЬКИЙ**, канд. техн. наук,  
Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ

## КРИТЕРІЇ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ РОЗВИТКУ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ В УМОВАХ РИНКУ

*Визначено, що в умовах лібералізації та глобалізації енергетичних ринків традиційні критерії, що базуються на мінімізації приведених витрат на розвиток та функціонування паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), є неприйнятними. Обґрунтовані та визначені критерії та розроблені методичні засади формування варіантів розвитку ПЕК, що дозволяють забезпечити врахування специфіки його розвитку та функціонування в цих умовах.*

*Ключові слова:* паливно-енергетичний комплекс, критерій, прогноз, енергетичний ринок, паливно-енергетичні ресурси

Розробка науково обґрунтованих прогнозів розвитку та функціонування ПЕК – одна з найважливіших задач в умовах постійно зростаючого впливу ефективності та надійності енергозабезпечення на можливість сталого розвитку економіки і рівня її конкурентоспроможності, на розв'язання соціальних, а також екологічних проблем, бо саме такі прогнози є основою формування державної політики в сфері енергетики, дозволяють одержати суб'єктам господарювання (СГ), які працюють на ринках паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), необхідну інформацію для планування своєї діяльності, зокрема інвестиційної.

Для розробки таких прогнозів застосовуються різні методологічні підходи та математичні моделі, але найпоширенішим є метод оптимізаційних моделей за сценарного підходу до визначення майбутніх умов розвитку та функціонування ПЕК [1–8].

За цим підходом прогнозування здійснюється за алгоритмом, що передбачає наступні основні кроки:

1. Формування сценарію зовнішніх умов розвитку ПЕК.
2. Проведення багатоваріантних розрахунків з формування варіантів розвитку ПЕК за різних значень показників, що описують зов-

нішні умови його розвитку в межах сформованого сценарію.

3. Багатофакторний аналіз одержаних результатів.
4. Формування прогнозу розвитку ПЕК за результатами проведеного аналізу.

Одне з ключових завдань за умови застосування такого підходу – це формування критерію оптимізації, що має відповідати підходам, які застосовуються працюючими на ринках ПЕР суб'єктами господарювання щодо своєї інвестиційної та поточної виробничої діяльності.

Найпоширенішими нині є критерії формування варіантів розвитку ПЕК, що базуються на мінімізації витрат на розвиток та функціонування ПЕК [4-8], вже не відповідають існуючим у багатьох країнах, зокрема в Україні, реаліям, а саме глобалізації та лібералізації енергетичних ринків. Це зумовлено тим, що мінімізація витрат може виступати критерієм оптимізації лише за умови формування цін на продукцію та планів розвитку енергетичних компаній під жорстким державним контролем (регулюванням), що було притаманно державам з ринковою економікою до епохи лібералізації та глобалізації ринків ПЕР, або безпосередньо визначатися на стадії планування виробничої та інвестиційної діяльності у країнах з адміністративно-командною системою управління.

© Б.А. КОСТЮКОВСЬКИЙ, 2010

Поряд з цим, така система управління практично усуває конкурентні протиріччя між СГ, які працюють на енергетичних ринках.

В умовах лібералізації та глобалізації ринків ПЕР, суб'єкти господарювання загалом приймають управлінські рішення стосовно режимів та обсягів виробництва-споживання ПЕР, доцільності інвестицій у розвиток (модернізацію) виробничих потужностей, виходячи з критеріїв максимізації прибутковості своєї діяльності та використання інвестиційних ресурсів, а також мінімізації фінансових ризиків, що значною мірою зумовлюються прийнятою моделлю регулювання діяльності в окремих галузях ПЕК. Винятком можуть бути енергетичні компанії державної форми власності, діяльність яких може підпорядковуватись і таким критеріям, як забезпечення надійності енергопостачання, мінімізація витрат для бюджетної та соціальної сфери тощо.

Необхідно відзначити, що в умовах конкурентних ринків ПЕР виникають значні конфлікти інтересів між СГ. Незалежно від моделі регулювання ринків ПЕР такий конфлікт виникає між споживачами і виробниками, бо перші зацікавлені у мінімізації цін на ПЕР, а другі – у їхній максимізації. При моделях регулювання, які передбачають можливість укладання двосторонніх контрактів додатково виникають такі конфлікти:

1. Між споживачами, зумовлений їхнею конкуренцією за виробників з мінімальними цінами пропозицій на поставку ПЕР.
2. Між виробниками, зумовлений їхнею конкуренцією за обсяги та максимізацію ціни, тобто за потужних споживачів з максимальними ціновими пропозиціями на покупку ПЕР.

Ці конфлікти в умовах глобалізації енергетики виходять за межі внутрішньо державних на транснаціональний рівень, що зумовлює додаткові ризики для національних систем енергопостачання та галузей ПЕК. Так, у країнах з низьким платоспроможним попитом на ПЕР навіть при достатніх потужностях вітчизняних виробництв для забезпечення внутрішніх потреб, доцільність їхнього експорту може зумовити виникнення дефіциту на внутрішніх енергетичних ринках. Ця загроза є вельми актуальною для України з огляду на існуючі плани інтеграції в європейський енергетичний простір, де платоспроможний попит на ПЕР

значно вищий ніж у нашій країні. Водночас, за високих цін внутрішнього виробництва ПЕР, наприклад на вітчизняне вугілля, споживачі можуть переключитися на використання імпортованих ПЕР. Це може призвести до деградації галузей власного ПЕК і, як наслідок, зниження енергетичної безпеки країни та виникнення соціально-економічних проблем через скорочення робочих місць, зменшення надходжень до бюджету тощо.

Звісно, критерії, що базуються на мінімізації витрат на розвиток та функціонування ПЕК, не забезпечують урахування особливостей лібералізації та глобалізації енергетичних ринків у процесі формування варіантів та прогнозування його розвитку. Враховуючи, що проблема вибору доцільних критеріїв формування варіантів розвитку ПЕК на сьогодні однозначно не розв'язана, актуальними є завдання розробки нових та удосконалення існуючих підходів з формування таких критеріїв.

З урахуванням означеного, в статті обґрунтовується підхід до формування варіантів розвитку ПЕК на основі розроблених нових критеріїв оптимізації, що базуються на розв'язанні прямої, для споживачів ПЕР, та зворотної, для їхніх виробників, задачі визначення доцільності реалізації інвестиційних проектів (формування поточних планів діяльності) СГ в умовах ринку, а також базова методологія формування варіантів розвитку ПЕК з використанням розроблених критеріїв, що передбачає розв'язання цієї задачі у два етапи.

В процесі розробки цього підходу було прийнято наступні, цілком природні припущення, а саме:

1. Державні органи управління мають забезпечити надійне енергопостачання споживачів країни та прийнятний рівень цін для певних категорій споживачів.
2. Державна політика має бути спрямована на забезпечення рівних умов для всіх СГ відповідно до ведення господарчої та інвестиційної діяльності.
3. Виключається можливість недобросовісної конкуренції, у першу чергу за рахунок демпінгу та цінових змов, що має забезпечуватись системою державного контролю за ситуацією на відповідних ринках ПЕР.
4. Поведінка СГ не державної форми власності, які працюють на ринках ПЕР, обґрунтовується виключно економічною доцільністю.

Розроблений підхід базується на таких основних поняттях.

*Гранично-прийнятна ціна на ПЕР* (найменування цього поняття цим терміном є дискусійною). Гранично-прийнятною є така ціна на ПЕР, за якої ще зберігається економічна ефективність діяльності СГ згідно їхніх уявлень щодо доцільного рівня прибутковості. Для виробників (постачальників) ПЕР гранично-прийнятною є та мінімальна ціна на ПЕР, за якої ще зберігається економічна ефективність постачання ПЕР на ринок. Якщо ціна на ринку менша, ніж гранично-прийнятна, виробники відмовляються від виробництва ПЕР. Для споживачів ПЕР гранично-прийнятною є та максимальна ціна на ПЕР, за якої ще зберігається ефективність їхньої діяльності з виробництва продукції, товарів та послуг. Якщо ціна на ринку більша, ніж гранично-прийнятна, то споживачі відмовляються від ведення своєї діяльності, тобто від покупки ПЕР. Такий підхід дозволяє враховувати залежність попиту від цін, як кусково-лінійну апроксимацію його еластичності.

Для визначення гранично-прийнятних цін використовуються результати оцінки ефективності виробничої або інвестиційної діяльності на основі аналізу фінансових потоків та моделей життєвого циклу [9-11]. Як критерій при її розв'язанні приймається такий рівень ціни на ПЕР, за яким внутрішня норма рентабельності відповідає мінімальним вимогам СГ щодо прибутковості їхньої господарчої діяльності, зокрема інвестиційної, з урахуванням ризиків, які суттєво залежать від моделі державного регулювання відповідного ринку ПЕР.

Ця ціна визначається з виразу:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E_{\text{ен}})^t} = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + E_{\text{ен}})^t}, \quad (1)$$

де  $T$  – горизонт розрахунку (тривалість розрахункового періоду), що дорівнює номеру кроку розрахунку, на якому відбувається закриття проекту;  $R_t$  – фінансовий ефект, отриманий на  $t$ -у кроці розрахунку, який визначається як зменшений на обсяг податків валовий дохід;  $t$  – індекс розрахункового етапу,  $t = 0 - T$ ;  $E_{\text{ен}}$  – постійна норма дисконту, яка дорівнює прийнятній для інвестора нормі доходу на капітал – внутрішній нормі рентабельності;  $Z_t$  – витрати на тому ж кроці;  $K$  – загальний обсяг необхідних інвестицій;  $K_t$  – обсяг інвестицій, необхідний в етап  $t$ .

Значення  $R_t$  та обсягів виробництва продукції  $W_{jt}$ , де  $n$  індекс продукції,  $l = 1 - N$ , які визначені за розв'язання цього завдання, дозволяють розрахувати гранично-прийнятну ціну за виразом:

$$C_{nt} = \frac{a_{nt} \cdot R_t}{W_{nt}}, \quad (2)$$

де  $a_{nt}$  – частка доходів, що одержані від реалізації  $n$  виду продукції у загальному обсязі їхніх надходжень.

Виробники ПЕР, задаючи мінімально прийнятний рівень  $E_{\text{ен}}$ , визначають ціни, що відповідають його значенню. Ці ціни і є гранично-прийнятними для виробників.

Споживачі, задаючи рівень цін на ПЕР, визначають значення  $E_{\text{ен}}$ , яке далі вони порівнюють з мінімально-прийнятним для них значенням. Ціни на ПЕР, за яких ці значення співпадають, приймаються як гранично-прийнятні ціни споживачів.

*Цінова стійкість енергетичного ринку у перспективі.* Це поняття визначає можливість знаходження рівноваги на ринку за відхилень ціни пропозиції на поставку або споживання ПЕР від прогнозованих значень, що було одержано за формування варіанта розвитку ПЕК. Формалізована цінова стійкість визначається для кожного розрахункового етапу та ринку ПЕР за виразом:

$$KSR_{jt} = \sum_{p=1}^P C_{pjt} W_{pjt} - \sum_{k=1}^K C_{kjt} W_{kjt}, \quad (3)$$

де  $j$  – індекс виду ПЕР,  $j = 1 - J$ ;  $KSR_{jt}$  – значення критерію цінової стійкості ринку у перспективі;  $p$  – індекс технології споживання ПЕР,  $p = 1 - P$ ;  $C_{pjt}$  – гранично-прийнятна ціна ПЕР для споживачів;  $W_{kjt}$  – обсяг виробництва, транспортування і розподілу  $j$  виду енергоресурсу  $k$  технологією;  $k$  – індекс технології виробництва ПЕР,  $k = 1 - K$ ;  $C_{kjt}$  – гранично-прийнятна ціна для СГ, які займаються виробництвом, транспортуванням та розподілом ПЕР;  $W_{pjt}$  – обсяг споживання  $j$  виду енергоресурсу  $p$  технологією.

Чим більшим є значення  $KSR_{jt}$ , тим більшою є вірогідність реалізації розробленого прогнозу розвитку ПЕК. По суті  $KSR_{jt}$  визначає інтервал можливого цінового компромісу інтересів СГ, працюючих на ринках ПЕР, щодо можливих коливань цін на ПЕР у перспективі. Тобто, за умови зростання ціни ПЕР у споживачів є певний запас “міцності”, з точки зору збереження

ефективності своєї господарчої діяльності в такій ситуації, а за зниження цін на ПЕР, такий запас “міцності” є у їхніх виробників, а також інших СГ, що забезпечують енергетичні потреби споживачів.

Якщо  $KSR_{jt}$  дорівнює нулю, тобто ринок знаходиться у рівновазі, то це є граничною ситуацією з точки зору можливості функціонування ринку в перспективі. Тому для можливості його функціонування має виконуватись умова:

$$KSR_{jt} \geq 0, \quad (4)$$

яка відповідає вимозі щодо забезпечення лише платоспроможного попиту у перспективі.

*Енергетична відповідальність держави.* Це поняття визначає, що за надійне та ефективне забезпечення потреби в ПЕР відповідають органи державного управління, що вже означало вище.

Враховуючи, що впровадження конкурентних ринків ПЕР, насамперед, спрямовується на залучення недержавних інвестицій у розвиток енергетики, тобто на розвиток та створення нових приватних енергетичних компаній, конкуренція між якими має теоретично забезпечити мінімізацію цін на ПЕР, покриття перспективної потреби в них має, в першу чергу, забезпечувати саме такі компанії. Держава має лише забезпечувати розв'язання тих проблем, які “невидима рука ринку” не в змозі розв'язати. Це зумовлює необхідність застосування методичних підходів до формування варіантів розвитку ПЕК, які забезпечують розв'язання проблеми “енергетичної відповідальності держави” з урахуванням пріоритетності залучення для енергозабезпечення споживачів приватних компаній та капіталу.

З використанням понять гранично-прийнятної ціни та цінової стійкості енергетичного ринку для формування варіантів розвитку ПЕК як узагальненого критерію пропонується критерій максимізації  $KSR_{jt}$ , що забезпечує максимальну стійкість одержаного рішення за мінімальних витрат споживачів на забезпечення їхніх потреб у ПЕР. Цей критерій формалізується у вигляді:

$$KSR_{jt} = \sum_{p=1}^P C_{pjt} W_{pjt} - \sum_{k=1}^K C_{kjt} W_{kjt}. \quad (5)$$

Відзначимо, що в процесі обґрунтування рішень на основі цього критерію мінімізується можливість виникнення означених вище конфліктів інтересів СГ у перспективі.

Звісно, що визначити гранично-прийнятну ціну для всіх споживачів реально не можливо. Її доцільно визначати лише для тих споживачів, у яких видатки на енергозабезпечення відіграють велике значення за умови прийняття рішень стосовно доцільності ведення господарської діяльності. Для тих споживачів, у яких вплив ціни ПЕР на ефективність господарської діяльності незначний і мало впливає на обсяги та режими енергоспоживання, така ціна приймається на рівні максимального значення гранично-прийнятної ціни виробництва (постачання) відповідного виду ПЕР.

За формування варіантів розвитку ПЕК згідно критерію (5), цілком ймовірною може бути ситуація, коли одержані результати є неприйнятними з точки зору енергетичної відповідальності та безпеки держави. Наприклад, цінові пропозиції виробників (постачальників) ПЕР, насамперед, приватних компаній, можуть виявитись завищеними для груп споживачів, забезпечення потреби в ПЕР яких є відповідальністю держави, а високі рівні імпорту роблять вразливою систему енергозабезпечення країни від зовнішніх факторів.

У такій ситуації держава має дві потенційні можливості виконання обов'язків щодо своєї енергетичної відповідальності та забезпечення енергетичної безпеки:

1. Стимулювання недержавних інвестицій у розвиток власного виробництва ПЕР шляхом проведення відповідної податкової та амортизаційної політики – зменшення податків та зборів, податкові канікули, схеми прискореної амортизації тощо.
2. Створення (збереження) та розвиток енергетичних компаній державної форми власності, які працюють за загальними прийнятими правилами функціонування ринку ПЕР з урахуванням загальнодержавних (суспільних) пріоритетів.

Враховуючи, що впровадження конкурентних ринків ПЕР, насамперед, спрямовується саме на залучення недержавних інвестицій у розвиток енергетики, їхнє стимулювання має розглядатися як головний напрям державної політики в енергетиці. Але навіть проведення такої політики не є гарантією розвитку приватних національних енергетичних компаній, що зумовлено такими чинниками:

1. Політика стимулювання розвитку таких компаній може бути спрямована лише в

напрямі зниження гранично-прийнятної ціни для інвесторів, але за відсутності гарантій щодо можливості збуту ПЕР та достатності цін на них, з точки зору забезпечення прийняттого рівня прибутковості, зберігаються високі ризики інвестування проектів з розвитку потужностей підприємств ПЕК у ринкових умовах.

2. За умови приєднання до глобальних, наднаціональних ринків ПЕР надання певних преференцій національним виробникам порушує принципи рівноправної конкуренції. Це істотно обмежує можливості застосування національної політики стимулювання незалежних інвестицій в енергетиці за рахунок проведення політики лобіювання інтересів національних виробників ПЕР.
3. Рішення інвестувати кошти саме в розвиток енергетики є вільним вибором незалежних інвесторів.

Тому за виникнення загроз надійності енергозабезпечення, необхідно постійно мати можливість введення додаткових потужностей у ПЕК за рахунок розвитку енергетичних компаній державної форми власності, які мають бути по суті “замикаючими” виробниками ПЕР і розв’язувати ті проблеми надійного та ефективного енергозабезпечення споживачів, які не в змозі розв’язувати ринкові механізми регулювання діяльності на конкурентних ринках ПЕР.

Водночас, виходячи з соціально-економічних та/або політичних факторів, можуть бути прийняті рішення про розвиток таких компаній для забезпечення потреб у ПЕР соціально незахищених верств населення, бюджетного сектора та державних підприємств, стратегічних галузей та пріоритетних напрямів розвитку економіки тощо, за цінами, нижчими, ніж можуть запропонувати незалежні інвестори за рівних умов. Це зумовлюється тим, що механізми визначення гранично-прийнятних цін на виробництво ПЕР у державних енергетичних компаній можуть істотно відрізнятися від тих, що застосовують СГ, які в своїй діяльності виходять виключно з критеріїв економічної доцільності. Так, для державних компаній обґрунтування гранично-прийнятних цін може проводитися з точки зору лише окупності інвестицій або відшкодування видатків на виробництво, що є неприйнятними для приватних СГ. Тому гранично-прийнятні ціни виробництва електроенергії у енергетичних компаній

державної власності завжди можуть бути найнижчими, і за рівних умов лише вони увійдуть до оптимального плану в процесі формування варіанта розвитку ПЕК.

Враховуючи означене, було розроблено методологію формування варіантів розвитку ПЕК, яка дозволяє розв’язати окреслені проблеми і передбачає процедуру їхнього формування у два етапи.

На першому етапі формується варіант розвитку ПЕК, за якого всі СГ працюють виключно за ринковими принципами, тобто відсутні спеціальні механізми державного впливу на формування таких варіантів шляхом зменшення цін у державних енергетичних компаній з використанням означених вище можливостей, а також відсутня обов’язковість покриття потреб споживачів у ПЕР. На основі одержаних результатів визначаються обсяги виробництва приватними та державними енергетичними компаніями, обсяги імпорту та експорту. Якщо аналіз одержаного рішення показує, що обсяги імпорту окремих видів ПЕР є неприпустимими з точки зору енергетичної безпеки, на можливість імпорту таких ПЕР накладаються додаткові обмеження, і розрахунок повторюється. Коли обсяги імпорту будуть визнанні припустимими, виконується аналіз наявності споживачів, які не увійшли до оптимального плану, але енергозабезпечення яких є державним зобов’язанням. Якщо такі споживачі є, то фіксуються одержані на першому етапі потужності приватних та державних енергетичних компаній та їхні обсяги виробництва ПЕР. Також фіксуються обсяги імпорту та експорту ПЕР і робиться перехід до другого етапу формування варіанта розвитку ПЕК.

Відзначимо, що на цьому етапі умова (4) виконується автоматично.

На другому етапі в модель формування варіантів розвитку ПЕК вводиться можливість роботи на ринках ПЕР державних енергетичних компаній, гранично-прийнятні ціни для яких формується з урахуванням необхідності розв’язання завдань енергетичної відповідальності держави. Це робиться для таких видів ПЕР, які використовуються споживачами, що не потрапили до оптимального плану на першому етапі формування варіанта розвитку ПЕК, але їхнє енергозабезпечення є енергетичною відповідальністю держави. Потреба цих споживачів фіксується і виконується розраху-

нок з формування остаточного варіанта розвитку ПЕК із застосуванням модифікованого критерію (5), який формується у виді:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K C_{kjt} W_{kjt} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Тобто остаточний варіант формується за умови фіксованого попиту на ПЕР, забезпечення якого здійснюється за мінімальними цінами.

Після формування остаточного варіанта необхідно визначити необхідність та обсяги бюджетної підтримки окремих споживачів, для яких одержані ціни є вищими, ніж гранично-прийнятні для них.

Необхідно відзначити, якщо метою дослідження є забезпечення фіксованої потреби країни в ПЕР у перспективі, а така постановка задачі часто виникає на практиці, то задача формування варіантів розвитку ПЕК розв'язується в один етап з використанням критерію (6).

Крім того, у деяких випадках, доцільною є постановка задачі формування таких варіантів розвитку ПЕК, які забезпечують максимальне наближення цін на ринку ПЕР до врівноважених. У цьому випадку як критерій оптимізації приймається критерій зворотній до критерію (5), який формується згідно виразу:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J KSR_{jt} \rightarrow \min. \quad (7)$$

При цьому, звісно, мають виконуватись рівняння (3) та умова (4), що повинно забезпечуватись при побудові відповідної моделі.

Таким чином, розроблені критерії та методологічні засади забезпечують можливість формування науково обґрунтованих варіантів розвитку ПЕК з використанням методу оптимізаційних моделей в умовах лібералізації та глобалізації ринків ПЕР у випадках різних постановок задачі їхнього формування.

## ВИСНОВКИ

В умовах глобалізації та лібералізації енергетичних ринків традиційні підходи на основі формування варіантів розвитку ПЕК за критеріями, що базуються на мінімізації витрат на функціонування та розвиток ПЕК, є неприйнятними.

Як узагальнений критерій формування варіантів розвитку ПЕК, з урахуванням цілей лібе-

ралізації та глобалізації енергетичних ринків, а саме, створення умов для конкуренції, насамперед, приватних компаній та залучення недержавних інвестицій у розвиток енергетики, доцільно приймати критерій, який базується на визначених у статті поняттях гранично-прийнятних цін та цінової стійкості енергетичного ринку у перспективі. Застосування цього критерію дозволяє мінімізувати ціни на ПЕР для споживачів, забезпечити прийнятний рівень прибутковості діяльності виробників ПЕР та максимізувати цінову стійкість одержаного рішення.

Для забезпечення виконання зобов'язань держави щодо своєї енергетичної відповідальності, розробку прогнозу доцільно виконувати у два етапи. На першому – визначають можливість задовольнити потреби у ПЕР виключно за рахунок ринкових механізмів з урахуванням вимог енергетичної безпеки щодо джерел та обсягів імпорту ПЕР, а на другому – можливості використання механізмів державного впливу щодо розв'язання проблем енергозабезпечення, які не в змозі розв'язати ринкові механізми.

Визначені умови використання модифікацій узагальненого критерію за наявності специфічних постановок задачі формування розвитку ПЕК, а саме:

- формування варіантів розвитку ПЕК за умов фіксованої потреби в ПЕР;
- формування варіантів розвитку ПЕК, які забезпечують цінову рівновагу на ринках ПЕР у перспективі.

1. *Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е.* Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ – М.: Наука, 1985. – 422 с.
2. *Меренков А.П., Руденко Ю.Н.* О соотношении теории, уровня математического моделирования и практики управления развитием и функционированием больших систем энергетики // Первые Мелентьевские теоретические чтения. Сб. науч. трудов. – М., 1990. – С. 280–293.
3. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.
4. *Мелентьев Л.А.* Системные исследования в энергетике. – М.: Наука, 1979. – 414 с.
5. *Оптимизация республиканского топливно-энергетического комплекса и его отраслевых систем / Кулик М.Н., Юфа А.И., Костюковский Б.А. и др.* – К.: Наук. думка, 1992. – 215 с.

6. *Пелисьє Р.* Энергетические системы. – М.: Высш. шк., 1982. – 402 с.
7. *Артюгина И.М. Огороков В.Р.* Методы технико-экономического анализа в энергетике. – Л.: Наука, 1988. – 264 с.
8. *Messner S, Schrattenholzer L.* MESSAGE-MACRO: linking an energy supply model with a macroeconomic module and solving it iteratively // *Energy*. – 2000. – #25. – P. 267–282.
9. *Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику.* Методика. Общие положения. ГКД 340.000.01-95. К., 1995. – 51 с.
10. *Экономика энергетики: учеб. пособие для вузов / Н.Д. Роголев, А.Г. Зубкова, И.В.Мастерова и др.* Под ред. Н.Д. Роголева. – М.: изд-во МЭИ, 2005. – 288 с.
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.

Надійшла до редколегії: 01.06.2010